



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

2021

1. ПРОБЛЕМАТИКА НА ИОМТ

1.1. Преглед на изпълнението на целите (стратегически и оперативни) на ИОМТ

Институтът по оптични материали и технологии „Акад. Йордан Малиновски“ (ИОМТ) провежда насочени фундаментални и приложни изследвания за решаване на важни проблеми за българската наука и икономика. ИОМТ е модерно научно звено с водеща роля в областта на оптичните материали и технологии. Изследователската работа протича в две основни направления и се подкрепя активно от научно-техническия отдел на института. В института се създават нови високотехнологични оптични материали за фотониката, нанофотониката, сензориката и органичната оптоелектроника и се разработват методи в оптичната метрология и холография за запис и оптична обработка на информация за визуализиране на обекти и мониторинг на процеси.

В научната си политика ИОМТ следва Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030, като изследванията са подкрепени от програмно и проектно финансиране. В последните години ИОМТ е водеща и партньорска организация в национални и международни проекти. През 2021 г. са разработвани 13 бюджетно подкрепени планови задачи съвместно с общо 42 проекта. Общият брой на изпълняваните през 2021 г. проекти, финансирани от ФНИ, е 23, като 7 от тях приключиха през годината, 14 са текущи и 2 са спечелени и финансирани в края на 2021 г. В 12 от проектите ИОМТ е базова организация. Проектите с финансиране от ФНИ са по конкурси за фундаментални изследвания (15), конкурси за финансиране на фундаментални научни изследвания на млади учени и постдокторанти (2), подкрепа на програмите COST и M-ERA (2), за двустранно сътрудничество с Китай и Русия (2) и по програмата „Петър Берон“ (1). ИОМТ участва в проект за създаване на Център за върхови постижения по програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ и в проект ИНФРАМАТ. ИОМТ е партньорска организация в консорциума „Национален център по биомедицинска фотоника“ като научна инфраструктура от Националната пътна карта за научна инфраструктура 2020-2027 г. (НПКНИ). Участва се в 3 проекта по програмата COST и 2 проекта са подкрепени от Центъра за развитие на човешките ресурси (програма „Еразъм“). ИОМТ е съизпълнител по програмата Хоризонт 2020 на изследователски проект по FET-Proactive TOCHN и на проект в рамките на акция „Мария-Склодовска-Кюри“ за съвместно обучение на докторанти с чужди университети. Участва в европейски проект по програмата M-ERA NET.

През 2021 г. се работи в рамките на 8 конкурса по Националната програма „Млади учени и постдокторанти“, одобрена с постановление на Министерския Съвет РМС No 577 от 17 август 2018 година, за подпомагане на една постдокторантска специализация и 7 млади учени. Учени от ИОМТ имат лично участие в 12 проекта на ФНИ и 2 европейски проекта. Продължава успешното сътрудничество по ЕБР с Тайван и Италия в рамките на 2 проекта. През 2021 г. ИОМТ продължи да е съизпълнител с осигурено финансиране по проект на правителството на Южна Корея. Извършват се съвместни изследвания с научни групи от Гърция, Дания, Китай, Италия, Ирландия, Испания, Русия, САЩ, Тайван, Чехия, Финландия, Франция и Южна Корея.

Публикационната активност през 2021 г. е по-висока от тази през предходната година. Общият брой на публикуваните и приетите за публикуване статии е 110, от които 102 са в световните бази данни Web of Science и Scopus. Публикуваните статии са 98, а приетите за печат – 12. Броят на статиите с импакт-фактор и/или импакт-ранг е 95; от тях 83 статии са публикувани през 2021 г. Регистрирани са 1 полезен модел и 1 изобретение. Цитатите за 2021 г. са 757, като 631 от тях са в световните бази данни Web of Science и Scopus, а 94 са в други международни издания и чуждестранни патенти и 6 са в дисертации в чужбина. Разпространението на научните резултати на международни и национални научни форуми обхваща 24 международни и 9 национални форума, на които са представени общо 96 доклада

и постера. През 2021 ИОМТ е организатор на традиционния XXIV Пролетен семинар на докторантите и младите учени от институтите на БАН по „Интердисциплинарна химия“ в онлайн формат.

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 и получените резултати през 2021 г. отговарят на целите и политиките на Националната стратегия. В ИОМТ се работи в няколко стратегически направления в областта на насочените фундаментални и приложни изследвания.

В областта на **енергийно ефективните технологии** се разработват бели органични светоизлъчващи диоди, като са изследвани 3 двойки позиционни изомера на бензо- и нафто-диоксинови нафталимиди и са изработени 2 вида OLED структури. Извършен е синтез и са изследвани структурата и луминесцентните свойства на волфраматни стъкла, съдържащи Nb_2O_5 . Разработени са нови стъклокерамични материали, дотирани с редкоземни йони, които са потенциални кандидати за червен, зелен и жълт луминофор за LED приложения.

Дейностите на ИОМТ, посветена на **качеството на живот – храни, здраве, биоразнообразие, опазване на околната среда** включват създаване на чувствителни и селективни порести материали за многослойни системи с потенциал за оптично детектиране на влага и летливи органични вещества. Разработени са гъвкав и прозрачен сензор за влага и композитни слоеве от зеолити от летящи въглищни пепели, вградени в зол-гел матрица от ниобиев пентаоксид, използвани като чувствителни и селективни среди за оптична детекция на пари на ацетон. Изследвано е влиянието на загряването във въздух върху свойствата на тънки слоеве от дотиран и недотиран ZnO, получени чрез електро-спрей метод. Оптично са детектирани пари на летливи органични вещества с помощта на стекове на Браг, работещи в режим на пропускане. Създадена е диспергираща среда за хаотична генерация на лазерно лъчение със структура, съставена от множество резонатори със средна дължина 45 μm .

Дейността на ИОМТ в приоритетното направление **здраве и качество на живот, превенция, ранна диагностика и терапия** включва създаването на биосензори за медицинска диагностика на базата на повърхнинен плазмонен резонанс (ППР), което включва разработка на оптичния преобразувател (дифракционна решетка) и на разпознаващи молекулярни покрития. Изследвани са нови плазмонни структури в решетка чрез граничещия към нея слой от хирален течен кристал за възбуждане на ППР, базиран на кръгова поляризация. Наблюдавани са две плазмонни вълни с различни дължини на вълните. Създадена е дифракционна решетка с многослойна метална структура Cr-Ag-Au, осигуряваща ППР с ширина, блика до теоретичната. Създадени са разпознаващи молекулярни слоеве от мноклонални антитела за детекция на SARS CoV-2, слоеве от кръвен антиген и за детекция на бактерии, както и монослоеви от клетки за изследване кинетиката на вирусна инфекция и инхибиторен ефект. В рамките на проект „Национален център по биомедицинска фотоника“ от НПКНИ е създадена нова лаборатория по биосензори.

Активно се работи в приоритетното направление **материалознание, нано и квантови технологии**. Синтезирани са нанослоеви от ZnO, легирани с Al (AZO), върху прозрачни и гъвкави подложки от мусковитна слюда (mica) чрез използване на ALD технология за последователно отлагане на атомни слоеве. Получените AZO слоеве показват висока оптична пропускливост във видимата и близката инфрачервена области от спектъра и електрически свойства, конкурентни на тези на покритията от индиево калаен оксид (ITO). Проследена е зависимостта от дебелината на микроструктурата, фазовия състав и оптичните свойства на тънки филми от системите Ag-In, Ag-Sn и Ag-Sb, отложени чрез термично изпарение по два метода. При дебелини ~ 30 nm на тънките слоеве се наблюдава преход от непрекъсната към островна структура. В зависимост от състава на тънкослойните покрития, т.нар. обмен

плазмон е в спектралната област 7-12 eV. Започнати са експерименти върху повърхностно-стимулирана флуоресценция. Постигната е висока чувствителност за метални наночастици от Ag, Sn и Ag₃Sn с размер между 10 и 30 nm. Наблюдавана е флуоресценция при концентрации в интервала $\sim 10^{-4} - 10^{-13}$ % на триптофан, като коефициентът на усилване е ~ 5 . Изследвани са структурните и оптичните свойства на слоевете ZrO₂, електрохимично отложени върху различни подложки. Слоеви с подобни свойства могат да се използват като фото-уловители в различни оптоелектронни и тънкослойни устройства. Изследвани са чувствителността, средната грапавост, топографията на повърхността и морфологията на електрохимични слоеве от ZrO₂ и ZnO, отложени върху златните електроди на кварцови резонатори. Синтезирани са нанослоеви от WSe₂ върху подложки от Si/SiO₂, топен кварц и сапфир. Изследвана е структурата, стехиометрията и свойствата на нанолоспи и непрекъснати слоеве от WSe₂ с XPS, AFM, TEM, спектрална флуоресценция, спектрофотометрия и елипсометрия. Окомплектована е инфраструктурата на установката CVD-planarGROW-2S/2S TMD. Проведени са теоретични изследвания на структурата и свойствата на органични съединения и комплекси, като супрамолекулни системи от типа молекулен контейнер/метален катион, молекулен контейнер/багрило и молекулен контейнер/багрило/метален катион с биомиметични молекулни контейнери (кукурбитурили) с различен размер на кухината и различен афинитет към флуоресцентни багрила и моно-, ди- и тривалентни метални катиони. Изследвани са взаимодействията между неутрален/протониран митоксантрон (багрило, използвано като лекарство средство) и CB[7-8] и на лекарствени молекули и пептиди. С помощта на трансмисионна електронна микроскопия (TEM), електронна дифракция от избрана област (SAED), както и високо разделяне в TEM (HRTEM) са изследвани морфологията, микроструктурата и фазовият състав на синтезирани сребърни и златни наночастици чрез редукция на сребърен нитрат и хлорзлатна киселина с водни екстракти от отпадъчни суровини на етерично-маслената индустрия. Изследвани са също метални и композитни наночастици, получени по метода на импулсната лазерна аблация. Получена е стабилна суспензия с наночастици, по-малки от 10 nm, за прилагане като антибактериална компонента в капки за очи. Изследвано е получаването на композитни наночастици и композитни материали на основата на редуциран графенов оксид и ZnO.

По приоритетното направление **информационни и комуникационни технологии** е изследвано повърхностното взаимодействие между синтезиран и трансфериран върху конкретна подложка нанослой от графен, течнокристални LC молекули и подравняващ течнокристалните молекули слой от полиамид (PI) с цел направата на регулируеми течнокристални фазови модулатори върху произволни подложки. Демонстрирани са процесите на направа на регулируеми фазови закъснители на основата на фотоподравняване и са измерени техните работни параметри. За асемблирането на устройствата са използвани прозрачни проводими слоеве от индиево калаен оксид, отложени върху стъкло и кварц, като за фотоподравняващ слой е използван тънък PI-слой. Разработването на нови структури за манипулиране на светлината във "flat optics" формат изисква интегрирането на нови материали, сред които графенът и графеноподобните 2D материали показват уникални оптични и електрооптични свойства. Оптимизирани са условията за отлагане на тънки слоеве от азополимери, азополимерни нанокомпозити и азобагрила в полимерна матрица. Синтезирани са две нови азобагрила и е установена възможността за пренос на протон на далечно разстояние (карго пренос) в молекулни машини от два нови ацилхидразона. Определени са оптичните свойства на азополимерни композити, съдържащи халкогенидни наночастици от системата GeTe₄Cu. Получени са пренастройваеми дифракционни структури с висока ефективност и период от 0.86 μm до 2.51 μm . Чрез поставяне на покривно стъкло върху азополимерния слой са подобрени над 10 пъти поляризационните свойства на поляризационни холографски решетки, което позволява приложението им като кръгово-поляризационни светоделители. Измерени са параметрите (дифракционна ефективност и височина на повърхностния релеф) в тънки слоеве, съдържащи азополимер и златни наночастици. Извършено е числено моделиране на параметрите на повърхностно-релефни

решетки в азополимер в зависимост от пространствената честота, височината и профила на релефа. Разработен е числен модел за оценка на оптичния отклик на система от азополимер и златни наночастици. Определени са важни параметри на хиралните структури, индуцирани в четири различни азополимера. В областта на цифровата обработка на сигнали е изследвана система за цифрова холография с пространствено некохерентно осветяване с цел запис на холограми с бяла светлина. Направено е моделиране на системата. Разработен е алгоритъм за пресмятане на пропускането на композитна структура от два клина на Физо със съгласувани параметри. Алгоритъмът сумира многократно отразените вълни в двата клина и се ограничава с отчитането на лъчите, претърпяли 3 и 5 пропускания в композитната структура. Изследвано е компресиране на изображения в динамичната спекъл мерология с използване на стандартите JPEG и JPEG2000. Влиянието на компресията е анализирано за двете основни задачи на динамичния спекъл анализ: 1) визуализиране на областите с различна активност върху повърхността на изследвания обект чрез статистическа обработка; 2) проследяване на промяната на активността във времето. Проучени са методите и моделите за филтриране на изображения при няколко вида шум с цел сегментиране и класифициране на структури в оптичната кохерентна томография (ОКТ), особено за случая на системи, които работят в честотната област. Оптимизирани са параметрите за снемане на обемни ОКТ данни с цел прилагане на методите на динамичен спекъл анализ. Изследвани са различни образци като подкожни вени от пациенти с венозни заболявания, ларви на муха „Черен войник“, запълнен и незапълнен коренов канал на зъб. Използван е контрастен метод с поляризирана светлина за визуализация на патологични промени в чернодробни тъкани.

Съществен дял в научната дейност на ИОМТ е посветен на приоритетното направление мехатроника и чисти технологии, като продължава изграждането на Национален Център за върхови постижения.

1.3. Полза / ефект за обществото от извършваните дейности.

В резултат на активната си проектна дейност ИОМТ разполага с уникално оборудване, което е съчетано с високо ниво на експертност на специалистите в института и прави възможно изследвания в приоритетни научни области като среди за оптичен запис, информационни технологии, еко и енерго-спестяващи технологии, биофотоника, високо чувствителни сензори, неразрушаващ контрол и опазване на културното наследство. Научната дейност на ИОМТ, ориентирана към създаване на нови оптични материали и технологии, е фактор за изграждането на икономика, базирана на знанието. Научната дейност се базира на взаимно-свързани политики като 1) осигуряване на проектно финансиране, 2) партниране с други научни организации в страната, 3) активно международно сътрудничество, 4) обучаване на специалисти, 5) разпространение на резултатите чрез публикуване във водещи списания и участие на престижни конференции, 6) организиране на национални и международни научни форуми.

В ИОМТ активно се използва финансирането на конкурсен принцип, което води до обогатяване на тематиката, ускорява генерирането на резултати и засилва интегрирането с други научни звена. През 2021г. в ИОМТ са провеждани съвместни дейности на национално ниво с институти на БАН като Института по полимери (ИП), Института по електроника (ИЕ), Института по физика на твърдото тяло (ИФТТ), Института по физикохимия (ИФХ), Института по обща и неорганична химия (ИОНХ), както и с висши училища като Физическия факултет и Факултета по химия и фармация на Софийския университет (СУ) „Св. Климент Охридски“, Техническият университет (ТУ) – София, Химико-технологичния и металургичен университет (ХТМУ), Пловдивския Университет (ПУ) „Паисий Хилендарски“, Университета по хранителни технологии (УХТ) в Пловдив, Юго-западния университет „Неофит Рилски“ в Благоевград, Висше училище по телекомуникации и пощи (ВУТП) в София и други. Наред със съвместните изследвания специалисти от ИОМТ обучават

студенти в ТУ - София, ХТМУ, ВУТП и Югозападния университет „Неофит Рилски“ в Благоевград. Всяка година ИОМТ организира Пролетен семинар по интердисциплинарна химия за млади учени и докторанти.

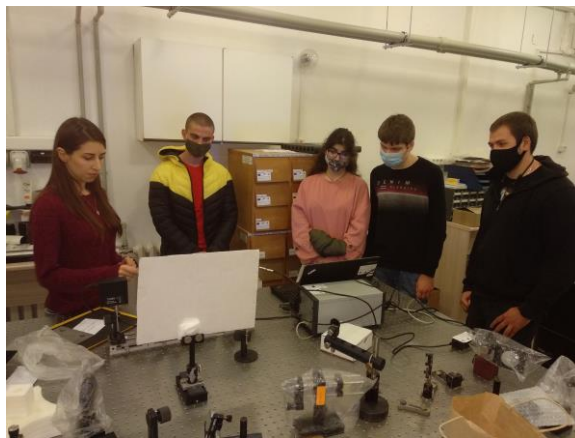
ИОМТ е партньор по проект ИНФРАМАТ, част от НПКНИ, който осигурява ефективното използване на научно-изследователската инфраструктура в самия институт и в други научни звена чрез интегриране на големи и/или уникални апаратури, необходими за получаване и комплексно охарактеризиране на нови материали с приложение в промишлеността, био-медицината и околната среда. Осигурява се достъп до научната инфраструктура 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. За изпълнение на една от основните цели на проекта - интензифициране на връзките с публичния и частен сектор и засилване на взаимодействията между институциите на ИНФРАМАТ през 2021 са извършени множество услуги за публични и държавни организации, както и за частни фирми с помощта на част от оборудването, подкрепяно от ИНФРАМАТ.

ИОМТ участва в Консорциума „Национален център по биомедицинска фотоника“, също обект от НПКНИ. ИОМТ участва в изграждането на “Национален център по мехатроника и чисти технологии”. ИОМТ е съизпълнител на проект ТОСНА по програмата Хоризонт 2020 за провеждане на научни изследвания заедно с още 8 научни институции в Европа. ИОМТ участва с 4 чуждестранни университета от Европа в проект PLENOPTIMA по Хоризонт 2020 за съвместно обучаване на докторанти. ИОМТ участва като партньорска организация в проект Holowave на Технологичния университет на Дъблин, по който се предвижда обучението на докторант от Ирландия в института. Специалисти от института са ръководители на дипломанти и докторанти в Тайван. ИОМТ има активен принос в укрепването на авторитета на българската наука чрез изпълнение на проекти по програмите COST, Еразъм, ЕБР и в рамките на сътрудничеството с университети и институти в Европа, Северна Америка и Азия.

През 2021 г. над 91% от публикациите в ИОМТ са индексирани в световните бази данни Web of Science и Scopus. Въпреки пандемичната обстановка, резултатите от изследванията в института са представени на 24 международни конференции, сред които и такива, организирани от OSA, SPIE, IOP и AIP. В 40 % от публикациите за 2021 г. са представени изследвания с чуждестранни научни групи. Специалисти от ИОМТ участва в програмния комитет на международната конференция Optics and Photonics International Conference, OPTIC 2021, проведена в края на годината в Тайван. Специалист от ИОМТ е един от двамата председатели на международната конференция Digital Holography and 3D imaging на OSA (Optical Society of America). През 2021 г. специалист от ИОМТ е бил гостуващ редактор в списанията Applied Optics и JOSA A на OSA Publishing (категория Q1 по Scopus), а друг специалист е в редакционната колегия на списание Molecules от категория Q1. Тази активност на ИОМТ издига престижа на България в целия свят и допринася за подобряване на обществените нагласи по отношение на българската наука и Българската Академия на науките в частност.

1.4. Взаимоотношения с други институции.

ИОМТ има дългогодишно сътрудничество със средните общообразователни училища и центрове за професионално обучение. Поради пандемичната обстановка традиционните за ИОМТ лекции и демонстрации за ученици бяха значително по-малко през 2021 г. Изнесени са 2 лекции пред ученици (12 клас) от НППТО "М. В. Ломоносов", гр. София и са проведени практически демонстрации на място само за студенти от Техническия университет – София (фиг.1).



Фиг.1. Посещение на лабораторията по холография в ИОМТ от студенти в Техническия университет в София.

През 2021г. учени от ИОМТ са участвали като експерти в Научни журита по конкурси за присъждане на научни степени и звания в София, Стара Загора и Варна, като са изготвени 11 становища и 5 рецензии. Учен от ИОМТ е член на Постоянната научно-експертна комисия по Химически науки към ФНИ. Друг учен е председател на Временната научно-експертна комисия и член на Постоянната научно-експертна комисия по Физически науки към ФНИ. Специалист от ИОМТ е член на експертна група по програмна акредитация към НАОА. Изготвени са 8 експертни оценки за проектни предложения в конкурса за фундаментални изследвания през 2021 г. на ФНИ и една оценка за Фонд „Наука“ към Медицински университет – Варна. Оценени са 2 проекта за двустранно сътрудничество към ФНИ. Специалисти от ИОМТ участват в експертни комисии на БАН. Специалист от ИОМТ е член на Постоянната комисия по природни науки, математика и информатика към НАОА.

1.5. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата.

1.5.1. Практически дейности, свързани с национални културни институции.

В областта на опазване на културното наследство в ИОМТ 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 Северна Македония, артефакти от Самуиловата крепост в гр. Петрич и от Перперикон, холограми на реликви на Васил Левски и други. Изложбата предизвиква винаги голям интерес у ученици, студенти и учени от България и чужбина. През 2021 г. вследствие на въведената карантина външните посетители бяха много малко.

1.5.2. Проекти, свързани с общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата и обществото, финансирани от национални институции, програми, националната индустрия.

- *Проект ИНФРАМАТ Национална Научна Инфраструктура*

Проектът е част от НПКНИ. Научен и технически координатор: Институт по физикохимия „Акад. Ростислав Каишев”, БАН.

ИОМТ-БАН е партньор по Модул I (Нови материали). На територията на ИОМТ се намират 12 инфраструктурни единици, които функционират в рамките на ИНФРАМАТ и за

които са осигурени консумативи, сервизно обслужване и профилактика.

Ръководител за ИОМТ е проф. д-р Цветанка Бабева; контактното лице за ИОМТ е гл.асистент д-р Катерина Лазарова.



Фиг.2. Заявяване на искане за измерване с наличната апаратура на ИОМТ на уеб-страницата на института (www.iomt.bas.bg).

През 2021 г едновременно са изпълнявани два договора по проект ИНФРАМАТ – втора година по договор Д01-284/2019 и първа година на Д01-382/2020. По договор Д01-284/2019 успешно са закупени нови апарати и дооборудване, а именно: 1) система за измерване ефекта на Хол, 2) пространствено-светлинен модулатор и 3) поляриметър. Извършен е ремонт на две лаборатории в подземния етаж на ИОМТ с лазерни системи (част от инфраструктурата на ИНФРАМАТ в ИОМТ), поради щети от наводнение и невъзможност за работа в помещенията. По Договор Д01-382/2020 е закупен тенсиометър - устройство за прецизно измерване на статичен и динамичен контактен ъгъл и свободна повърхностна енергия (фиг.2). За пръв път бе осигурена и инсталирана единична филтърна колона за пречистване на водата от водопроводната мрежа от механични примеси, което осигурява правилното функциониране на дестилатора на вода, използван в ТЕМ лабораторията.

И по двата договора в периода декември 2020 г. – ноември 2021 г. са закупувани периодично необходимите за работата на по-голяма част от апаратите от инфраструктурата на ИНФРАМАТ в ИОМТ консумативи под формата на различни видове газове и наем на бутилки с клапан за съответния газ: азот, метан и др. Също така са осигурени и лабораторни консумативи и стъклария, необходими за работата с наличната апаратура.

Финансовите средства и по двата договора са изцяло усвоени до края на 2021 г. и са успешно отчетени.

В рамките и на двата договора са проведени специализирани вътрешни обучения на студенти, докторанти и стажанти за работа с оборудването на ИНФРАМАТ в ИОМТ от работещите с апаратурата специалисти. Сумарно са отчетени 28 статии и 31 представяния на резултатите на научни конференции с изказана благодарност към ИНФРАМАТ.

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

Ръководител за ИОМТ е проф. д-р Цветанка Бабева.

През 2021 г. в ИОМТ е доставено цялото оборудване, планирано за закупуване по проекта на обща стойност над 1 милион лева, и са оборудвани две лаборатории в ИОМТ:

- **Лаборатория за получаване на 2D материали и нанослое**

Лабораторията (фиг.3) извършва синтез на 2D (двудименсионни) материали чрез химично отлагане от газова фаза (CVD), сепариране на разтвори и частици, отлагане на тънки покрития чрез центрофугиране, оптични и опто-електрични измервания. Лабораторията разработва нанослое от 2D материали като графен и халкогениди на преходни метали, извършват се микроскопски анализи, както и оптични и опто-електрични измервания.

Доставено, инсталирано и пуснато в експлоатация е следното оборудване: 1) CVD система за отлагане на 2D нанослое от халкогениди на преходни метали и h-BN; 2) Нано CVD система за отлагане на висококачествен графен; 3) Система за сепариране на частици и разтвори и отлагане на тънки слоеве; 4) Система за подготовка на образци за нанасяне на нано-покрития, включваща химична камина и процесор за центрофужно отлагане; 5) вибро-устойчиви оптични маси с два лазерни източника и оптичен микроскоп.

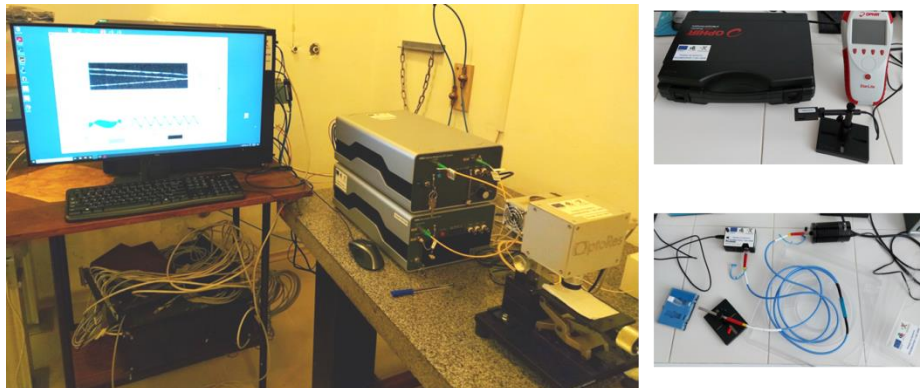


Фиг.3. CVD система за отлагане на 2D нанослое от халкогениди на преходни материали; нано CVD система за синтезиране на графен; система за оптични и електро-оптични изследвания.

- **Лаборатория по спектрална оптична интерферометрия**

Лабораторията извършва изследвания, базирани на оптични методи за получаване на томографски (3D) изображения на меки тъкани и многослойни структури и за определяне на оптични параметри и дебелина от измерените спектри. Доставено, инсталирано и пуснато в

експлоатация е следното оборудване: ОКТ система, оборудвана с измервател на мощност на оптично лъчение, спектрометър и сплайсер за оптични влакна.



Фиг.4. Система за оптична кохерентна томография

През 2021 г. е проведена успешно обществена поръчка и са сключени 3 договора за доставка на компютърно оборудване, включващо четири броя специализирани компютърни конфигурации с SSD памет и възможност за интегриране на външни платки, 1 бр. настолна компютърна конфигурация с два монитора и 1 бр. настолна компютърна конфигурация с монитор и диапроектор на обща стойност от 19 056 лв.

През 2021 г. са проведени три процедури за подбор с цел разширяване и допълване на екипа на ИОМТ за изпълнение на проекта. Към 31.12.2021 г. екипът за изпълнение се състои от 5 изследователи с научна степен и 1 изследовател без научна степен. Извършената през годината научно-изследователска дейност е свързана с изпълнението на работната програма на проекта, като екипът на ИОМТ работи по изпълнение на дейности от РАБОТЕН ПАКЕТ 2: “Електронни, оптични, сензорни и био-мехатронни системи и технологии”. Част от получените резултати са публикувани в 6 научни публикации, от които 3 са в списания от категорията Q1, като 1 от тях е водещо (top 1) в областта.

- *Европейски проект по програма Хоризонт 2020 FET Proactive TOCHA 824140 "Dissipationless topological channels for information transfer and quantum metrology"*



TOCHA project

Ръководител за ИОМТ: проф. дфн Вера Маринова

Проектът стартира в началото на 2019 и ще приключи в края на 2023. Партньори по проекта са 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 електрическа 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-Себастьян, Испания.

Научно-изследователската дейност на екипът от ИОМТ по този проект е по Работни пакети 1: Технология, Материали и Структури, разработване на магнитни топологични изолатори и устройства; Магнитни TMDCs (халкогениди на преходни метали) с 1Т' кристална структура, направа на устройства. Работен пакет 3: Магнитни свойства на легирани TMDCs; Работен пакет 5: Хибридни структури (топологични изолатори + фотонно/фононни структури).

- *Европейски проект по програмата Хоризонт 2020 Plenoptic Imaging (PLENOPTIMA) H2020 Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Network No 956770*



Ръководител за ИОМТ: проф. дфн Елена Стойкова

Бенефициенти по проекта са пет научни групи в областта на нанофотониката, визуализирането на обекти и machine learning съответно от Университета на Тампере – Финландия (водеща организация), INRIA – Франция, Университета на Средна Швеция, Техническият университет в Берлин, Германия и ИОМТ. PLENOPTIMA е 4 годишен проект (2021–2024), който има за цел да създаде интердисциплинарни подходи за пленоптично визуализиране, което включва нови оптични материали и сензорни принципи, методи за обработка на сигнали, нови изчислителни архитектури и моделиране на зрението. В рамките на този проект се провежда съвместно обучение на 15 докторанти (т.нар. Early Stage Researchers) по 15 индивидуални проекта.

През 2021 г. в ИОМТ се осъществи избор на двама чуждестранни докторанти от 21 кандидата на базата на проведени два кръга от интервюта. Проведе се значителна по обем административна работа за сключването на споразуменията между ИОМТ и партньорите от Университета на Тампере и Техническият университет на Берлин за съвместно обучение на 4 докторанти, от които двама в ИОМТ. В края на 2021 г. стартира обучението на избраните двама докторанти от Индия и Русия в ИОМТ и бе записан за обучение в ИОМТ докторант от Университета на Тампере. Като координатор по Работен пакет 5 в проекта, колективът от ИОМТ изготви брошурата и официалния постер на проекта, както и работен план за комуникация, разпространение и експлоатация на резултатите в проекта (Deliverable 5.2). Започна подготовката на включената в програмата на ПЛЕНОПТИМА първа школа за обучение на докторантите. Проведени са многобройни работни срещи.

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2021 г.

Научноизследователската дейност в ИОМТ се провежда по две тематични направления и се подкрепя от работата на Научно-техническият отдел. През 2021 г. изследванията обхващат изпълнението на 13 планови задачи с бюджетно финансиране, които включват и резултати от 20 договорни разработки, финансирани от ФНИ към МОН. Провеждани са изследвания по 8 проекта по линия на международното сътрудничество (3 проекта по програмата COST, 2 по ЕБР, 1 проект по договор на правителството на Южна Корея и 2 проекта по програмите Хоризонт 2020 и M-ERA). Описанието на постигнатите резултати в отчета е дадено по тематични направления и по отделните планови задачи.

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

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

Финансиране: Бюджетно; ФНИ (проекти ДН 17/18, КР-06-М48/3)
НП “Млади учени и постдокторанти”
ИНФРАМАТ

Сътрудничество: Институт по полимери – БАН,
Технически университет – София
ИОХЦФ-БАН
Centre for Industrial and Engineering Optics, Dublin, Ireland
Laboratoire Catalyse & Spectrochimie, Caen, France

Основната цел на проекта е да се разработят чувствителни и селективни порести материали, които да се вградят в многослойни системи, които от своя страна да се използват за оптично детектиране на летливи органични вещества и влага. През годината бяха получени следните основни резултати:

1. Разработване на гъвкав и прозрачен сензор за влага

Разработен е сензор, който се състои от метализирана PET подложка, покрита с тънък (80 nm) полимерен слой от амфифилен съполимер (хидрофобно модифицирано PVA). Метализираната подложка осигурява оптичен контраст, а от там и по-висока чувствителност, а малката дебелина спомага за бързия отговор на сензора. Установено е, че огъването на сензора (до 1000 цикъла на огъване) не влошава характеристиките на сензора. Нещо повече, при относителна влажност над 75% се наблюдава повишаване на чувствителността с 40% след огъване, позволявайки измерване на относителната влажност с точност от 0.4%. Предполагано е, че наблюдаваното подобрение се дължи на отслабване на адхезията между полимера и подложката, вследствие на огъването, улеснявайки по този начин раздуването на полимера при излагане на влага. Изследванията са в сътрудничество с Института по полимери.

2. Разработване на композитни слоеве от зеолити от летящи въглищни пепели, вградени в зол-гел матрица от ниобиев пентаоксид, използвани като чувствителни и селективни среди за оптична детекция на пари на ацетон.

Чрез хидротермален синтез с предварително стапяне на изходните вещества (летящи въглищни пепели и NaOH) са синтезирани зеолити от Na-X тип, които са успешно вградени в зол-гел матрица от Nb₂O₅. Получените композитни слоеве са изучени от гледна точка на тяхното приложение като среди за оптична детекция на пари на ацетон. Повишаване на чувствителността към ацетон заедно с постигане на добро оптично качество на композитните слоеве е постигнато посредством мокро смилане на зеолитите, като е определено оптимално време на смилане от 120 s. При това време се получава най-силно развита повърхност на зеолитите и тоталният обем на порите е най-голям. Това улеснява кондензацията на пари в порите, повишавайки сензорния отклик. С увеличаване на времето на смилане, сензорният отклик отслабва. Получена е много добра селективност спрямо парите на ацетон: измереният

сигнал е 30 пъти по-голям при наличие на пари на ацетон, отколкото при излагане на пари на етанол. Изследванията са в сътрудничество с колективи от Техническият университет-София и ИОХЦФХ-БАН.

3. Изследване на влиянието на загряването във въздух върху свойствата на тънки слоеве от дотиран и недотиран ZnO, получени чрез електро-спрей метод.

Тънките слоеве от ZnO и ZnO, дотиран с Al, Co и Al+Co, бяха получени чрез метода на електро-спрей върху подложки от Si при температура на подложките от 300°C, след което бяха подложени на термично третиране при 500°C и 700°C. Бяха определени структурата, повърхностната морфология и грапавост, както и оптичните им свойства. За всички слоеве със загряването се наблюдава подобряване на кристалинността, намаляване на повърхностната грапавост и показателя на пречупване, като промените са най-силно изразени при слоевете, дотирани с Co. Бяха направени първоначални опити за фотокаталитично разлагане на багрило (метиленово синьо), използвайки като катализатори слоевете, загряти на 700°C. Най-добри резултати се получиха за слоевете, дотирани с Co.

4. Оптично детектиране на пари на летливи органични вещества с помощта на стекове на Браг, работещи в режим на пропускане

През изминалата година беше завършено и публикувано изследването на стекове на Браг, състоящи се от редуващи се порести и плътни зол-гел филми от Nb₂O₅, които променят оптичните си характеристики под действие на пари на ацетон, като за детекция беше използвано измерването на пропускане.

Разпространение на резултатите

Резултатите са публикувани в 5 статии с открит достъп, излезли от печат: 2 в списания от категория Q1, 1 в списание от категория Q2 и 2 в материали от конференции в пълен текст. Получените резултати са представени на 8 научни мероприятия в страната и чужбина чрез изнасяне на 14 доклада: 1 поканен, 6 устни и 7 постерни.

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

Финансиране: Бюджетно; ФНИ (проекти Н28/8, Н58/12, КП-06-ДБ/3 по програма „Петър Берон“) EU проект ТОСНА 824140, Хоризонт 2020 EU проект M-ERA-NET КП-06-ДО 02/2

Сътрудничество: Национален Ян Минг Чао Тунг Университет, Департмент по електрофизика, Тайван (ЕБР проект) Институтт по Микроелектроника и Микросистеми, (CNR-IMM), Италия (ЕБР проект) COST акции CA17123, CA18823, CA20116

През 2021г. дейността беше насочена към синтез на нанослоеви от 2D материали и асемблирането им в хибридни структури за приложения в оптиката и фотониката. Получени са следните резултати.

1. Огъващи се устройства на основата на AZO/Mica и Polymer Dispersed Liquid Crystals (PDLC)

Успешно са синтезирани нанослоеви от ZnO, легирани с Al (AZO), върху прозрачни и гъвкави подложки от мусковитна слюда (mica) чрез използване на ALD технология за последователно отлагане на атомни слоеве. Получените AZO слоеве показват висока оптична пропускливост във видимата и близка инфрачервена области от спектъра и електрически свойства, конкурентни на тези на покритията от индиево-калаен оксид (ITO).

Структурите AZO/mica притежават висока оптична пропускливост във видимия и близкия инфрачервен спектрален диапазон и запазват ниско електрическо съпротивление, дори след непрекъснато огъване до 800 цикъла. Структурните характеристики след проведените тестове за огъване са подкрепени от анализи с атомно-силова микроскопия (AFM).

На базата на изследваните оптични и електрически характеристики на отложените AZO слоеве върху огъващи се подложки от mica са асемблирани устройства на основата на полимерно диспергирани течни кристали (PDLC). Измерените електрооптични характеристики и времето за реакция откриват голям потенциал на слоевете от AZO/mica за разработването на бъдещи гъвкави оптоелектронни устройства без ITO покрития (ITO-free optoelectronics).

2. Пренастройваеми фазови закъснители на основата на многослоен графен и течен кристал (E7)

Изследвани са повърхностното взаимодействие между синтезиран и трансфериран върху конкретна подложка нанослой от графен, течнокристални LC молекули и подравняващ течнокристалните молекули слой от полиимид (PI) с цел направата на регулируеми течнокристални фазови модулатори върху произволни подложки.

Детайлно е изследвана повърхностната свободна енергия на графена в контакт с полиимида (PI) като полярен слой за безконтактно равнинно подравняване на LC молекули. За характеризиране на интерфейса графен-полиамид са определени енергията на закотвяне на повърхността и ъгълът на предварителен наклон на течнокристалните молекули. Освен повторемостта на фазовата модулация в широкомащабна площ на асемблираните устройства, е демонстриран и регулируем течнокристален фазов модулатор на основата на графен върху PDMS подложка. Изследванията на интерфейса течнокристал-полиамид-графен и разработените устройства на основата на биосъвместими огъващи се подложки от PDMS показват огромен потенциал за бъдещи фотонни устройства и био-технологии без използването на ITO покрития.

3. Пренастройваеми геометрични фазови закъснители на основата на фото-подравнени течнокристални молекули

Наскоро устройствата на основата на течни кристали, благодарение на тяхната отлична анизотропия и високи стойности на двулъчепречупване, разкриват нови хоризонти за разработването на следващо поколение пренастройваеми оптични елементи - т.нар "geometrical phase elements".

Демонстрирани са процесите на направа на регулируеми фазови закъснители на основата на фотоподравняване и са измерени техните работни параметри. За асемблирането на устройствата са използвани прозрачни проводими слоеве от индиево-калаен оксид (ITO), отложени върху стъкло и кварц, като за фото-подравняващ слой е използван тънък полиимиден (PI) слой.

Демонстрирана е чувствителна пространствена поляризация, която открива много обещаващи перспективи за създаването на следващо поколение оптични елементи като вълнови пластини, лещи, фазови забавители и др.

Разработването на нови структури за манипулиране на светлината във “flat optics” формат изисква интегрирането на нови материали, сред които графенът и графеноподобните 2D материали показват уникални оптични и електрооптични свойства.

Разпространение на резултатите

Резултатите са публикувани в 11 статии в списания, като 1 статия оглавява ранглиста, 2 са от категория Q1, 2 са Q2, 1 е Q4, 4 са в списание с SJR и 1 доклад е в WoS и Scopus. Представени са поканени online лекции (покана от MOST Taiwan за International Workshop on Holography август 2021), 9 устни доклада и са представени 13 постерни съобщения на международни конференции.

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

Финансиране: Бюджетно; ФНИ (проект Н38/8)
НП “Млади учени и постдокторанти”

Сътрудничество: Лаборатория по твърдотелна химия, Университет в Пардубице, Чехия

Целта на изследванията беше да се проследи влиянието на електронната обвивка на 5p – блок метали върху оптичните свойства при включването им в сплави със сребро и определяне на оптимални състави за възбуждане на локализиран повърхностен плазмонен резонанс в ултравиолетовата (УВ) спектрална област. Изследването е включено в проект на ФНИ на МОН – „Наноразмерни покрития от 5p – блок метали и сребро за приложение в плазмониката“ финансиран по договор КП-06-Н38/8.

През изтеклия период е проследена зависимостта от дебелината на микроструктурата, фазовия състав и оптичните свойства на тънки филми от системите Ag-In, Ag-Sn и Ag-Sb. Резултатите от предната година показват, че оптимални състави за възбуждане на локализиран плазмонен резонанс в УВ спектрална област са: 1) твърди разтвори на основата на сребро и съдържание на метал от V период на периодичната таблица (Cd, In, Sn, Sb и Bi) до 5-10 ат.%; 2) интерметални съединения, като Ag₃In, Ag₉In₄, AgIn₂, Ag₃Sb и др.; 3) хетерогени смеси със съдържание на сребро до 10 ат. % на основата на индий, антимон, калай и кадмий. Този резултат определи съставите, които бяха обект на изследване през тази година. Тънките слоеве от системата Ag-In, Ag-Sn и Ag-Sb са отложени чрез термично изпарение по два метода – съизпарение на два метала и чрез послойно отлагане на редуващи се слоеве от метал от V период на периодичната таблица и сребро, след което получената многослойна система се прогрява. За всеки изследван състав са отлагани тънки филми с дебелини в интервала 5-100 nm.

Съставът на тънките слоеве е определен чрез рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS) и рентгенов микроанализ (EDAX). Резултатите от двата метода показват, че съставът на тънките филми отговаря на предварително зададен състав. За тънки Ag-In филми, XPS спектрите показват, че се наблюдава изчезване на окисленото сребро и незначително окислен индий. Фазовият състав на тънките филми е определен чрез рентгенова дифракция (XRD). Фазовият състав на тънките слоеве съответства на фазовата диаграма на съответните двуметални системи. Повърхностната топология и морфологията на тънките филми е определена чрез сканираща електронна микроскопия (SEM) и атомно-силова микроскопия (AFM). Двата метода показват, че при дебелини ~ 30 nm на тънките слоеве се наблюдава преход от непрекъсната към островна структура.

Комплексната диелектрична функция, $\varepsilon(\omega) = \varepsilon'(\omega) + i\varepsilon''(\omega)$ на тънките слоеве с дебелини 5-200 nm е определена чрез елипсометрични измервания. Спектрите на $\varepsilon(\omega)$ на покрития с дебелина над 100 nm показват, че добавянето на индий, калай и антимон води до намаляване на стойностите на ε'' в УВ спектрална област, а стойностите на ε' са отрицателни. Чрез модела на Друде-Лоренц е установено, че в зависимост от състава на тънкослойните покрития, максимумът на функцията на диелектрични загуби от надлъжните трептения на електронната плазма или т.нар. обемен плазмон, е в спектралната област 7-12 eV.

В спектрите на тънкослойните покрития с дебелина под 30 nm се наблюдава появата на максимум в спектрите на ε'' във видимата спектрална област, дължащ се на напречните трептения на повърхността на металните зърна на електронната плазма и т.нар. локализиран повърхностен плазмонен резонанс. Позицията на този максимум се отмества към УВ областта до 5 eV с намаляване дебелината на покритията до 10 nm.

Многослойните покрития са изградени от подслоеове така, че след прогряване да бъдат отложени със състави, близки до следните интерметални кристални съединения – AgCd, Ag₅Cd₈, Ag₃In, AgIn₂, Ag₃Sn и Ag₃Sb. Елипсометричните измервания на свежоотложените покрития показват наличие на интересен ефект. Реалната част на диелектричната функция удовлетворява условията $\varepsilon'^{1/2} < 1$ и $\{2(1 - \text{Re}\{\varepsilon\})^{1/2} / \varepsilon''\} < 1$ в спектралната област 3 – 6 eV, което показва че те могат да се разглеждат като epsilon near zero (ENZ) материали с ниски оптични загуби.

През изтеклия период бяха започнати експерименти върху повърхностно стимулирана флуоресценция. Изследването е направено при различни концентрации на изследваните вещества във вода (от 1×10^{-2} до 1×10^{-13} %).

На основа на резултатите от елипсометричните измервания на тънки Ag-In филми е избран като оптимален състав Ag₆₆:In₃₄. За тестващо вещество е използван триптофан, като се измерваше интензитетът на флуоресцентния пик на 350 nm, при дължина на възбуждане 254 nm. Използването на тънки слоеве със състав Ag₆₆:In₃₄ показва усилване на флуоресцентния сигнал, като дава възможност за регистриране на концентрации от 5 $\mu\text{M/L}$ ($\sim 10^{-4}$ %) от триптофан, разтворен в 0.5 mL вода. В случай на използване на чиста стъклена подложка флуоресцентният сигнал изчезва още при концентрации по-големи от 500 $\mu\text{M/L}$.

От системата Ag-Sb, са изследвани възможностите за стимулиране на флуоресценцията за тънки слоеве със следните състави Ag₉₈Sb₂, Ag₇₅Sb₂₅ и Ag₆Sb₉₄. Минималната концентрация, която е регистрирана в случай на воден разтвор на Cu(II)-phthalocyanine (CuPc), е 1×10^{-5} %. При най-ниската изследвана концентрация се наблюдава разцепването на пика на емисия, причинено от чувствителността на съединението към разтворителя. При различни разтворители се забелязва и различно поведение на Q - и Soret - абсорбционните максимуми, както и на максимума вследствие на флуоресценция. Използването на биметални слоеве показва усилване на флуоресцентния сигнал на CuPc при дължина на вълната 430 nm, която е в областта на възбуждане на LSPR на тънките слоеве. По силен сигнал се наблюдава при слоя с 98 ат. % сребро. Постигната е висока чувствителност за метални наночастици от Ag, Sn и Ag₃Sn с размер между 10 и 30 nm. Те са тествани за усилване на флуоресцентен сигнал на tryptophan, godamine B и CuPc. Наблюдавана е флуоресценцията при концентрации 10^{-4} – 10^{-13} % на триптофан, като коефициентът на усилване е ~ 5 .

Разпространение на резултатите

Резултатите са публикувани и приети за печат в 2 статии в списания от категория Q1, 4 статии в списания от категория Q4 и 3 статии в материали от конференции, индексирани в базата данни Scopus. Резултатите от задачата са представени на 4 международни конференции (5 постера).

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

Финансиране: Бюджетно; ФНИ (проекти Н29/7 и Н29/10)
договор с Оптима-Електроник ЕООД –гр. Пловдив

Сътрудничество: Катедра „Органична химия и фармакология“ на СУ „Св. Климент
Охридски“

През годината са получени следните резултати:

1. Разработване на бели органични светоизлъчващи диоди

Изследвани са 3 двойки позиционни изомера на бензо- и нафто-диоксинови нафталимиди:

- 2-(naphthalen-1-yl)-5-octyl-4H-benzo[de]benzo[5,6][1,4]dioxino[2,3-g]isohinoline-4,6(H5)-dione (Ni1)
- 2-(naphthalen-1-yl)-5-octyl-4H-benzo[de]naphtho[2',3';5,6][1,4]dioxino[2,3-g]isohinoline-4,6(H5)-dione (Ni2)
- 2-(naphthalen-2-yl)-5-octyl-4H-benzo[de]benzo[5,6][1,4]dioxino[2,3-g]isohinoline-4,6(H5)-dione (Ni3)
- 2-(naphthalen-2-yl)-5-octyl-4H-benzo[de]naphtho[2',3';5,6][1,4]dioxino[2,3-g]isohinoline-4,6(H5)-dione (Ni4)
- 5-octyl-2(pyren-1-yl)-4H-benzo[de]benzo[5,6][1,4]dioxino[2,3-g]isohinoline-4,6(H5)-dione (Ni5)
- 5-octyl-2(pyren-1-yl)-4H-benzo[de]naphtho[5,6][1,4]dioxino[2,3-g]isohinoline-4,6(H5)-dione, (Ni6),

които са синтезирани в лабораторията по Органична фотохимия към Катедра «Органична химия и фармакология» на СУ „Св. Климент Охридски“. Веществата са охарактеризирани фотофизично (в разтвор и вакуумно изпарени тънки филми). Снети са техните адсорбционни спектри, спектри на възбуждане и фотолуминесценция и времена на живот. Посредством циклична волтаперометрия в разтвор, електрохимично са определени стойностите на техните HOMO/LUMO нива. Установено е

- батохромно отместване във фотолуминесцентните спектри на филмите по отношение на същите, снети в разтвор;
- хипсохромно отместване на пика на максимума на фотолуминесценция на нафто-диоксиновите в сравнение с тези на бензо-диоксинови нафталимиди;
- при позиционните изомери при преминаване от позиция “-1yl” в “-2yl”- в спектрите се наблюдава батохромно отместване при филмите и слабо хипсохромно отместване при разтворите.

Изработени са два типа OLED структури: Анод/HTL/EL/Катод, несъдържащи и съдържащи слой, провеждащ електрони (ETL) Анод/HTL/EL/ETL/Катод, където:

- EL е електролуминесцентен слой от нафталимид
- ETL е Цинк (II) бис (2- (хидроксифенил) бензотиазол (Zn(bt)₂).

Установено бе, че:

- Не се наблюдава отместване на пика на електролуминесценция при нафто-диоксиновите и бензо-диоксинови нафталимидни OLEDи, несъдържащи ETL.

OLED с ETL от $Zn(bt)_2$ имат от 2 до 5 волта по-ниско напрежение на запалване, 10 пъти по-висок интензитет на излъчване и 2 пъти по-висока ефективност в десет пъти по-широк диапазон от стойности на интензитета на излъчваната светлина. Техните CIE координати са изместени в посока на жълтата част на спектъра в сравнение с тези на OLEDи, несъдържащи ETL.

2. Синтез, структура и луминесцентни свойства на волфраматни стъкла, съдържащи Nb_2O_5

Изследван е ефектът на Nb_2O_5 върху стъклообразуването и луминесцентните свойства на Eu^{3+} йони в легирани с 0,5 mol % Eu_2O_3 стъкла от системата $ZnO-B_2O_3-WO_3$, получени по метода на закаляване на стопилка. Разработени са 3 състава:

- $50ZnO:40B_2O_3:10WO_3:0.5Eu_2O_3$,
- $50ZnO:40B_2O_3:5WO_3:5Nb_2O_5:0.5Eu_2O_3$
- $50ZnO:35B_2O_3:10WO_3:5Nb_2O_5:0.5Eu_2O_3$.

Първите два са прозрачни и хомогенни, докато в третия е установено наличието на две допълнителни кристални фази: ZnB_4O_7 и $ZnWO_4$. Този резултат показва, че добавянето на ниски концентрации (5 mol%) от ниобий към стъклото не влошава способността за стъклообразуване. Термичните параметри и плътността на получените аморфни проби са определени с DTA и гравиметричен анализ. В зависимост от състава, температурата на встъкляване (T_g) се движи в диапазона $510-550\text{ }^\circ\text{C}$, а плътността в диапазона $3,840 - 4,074\text{ g/cm}^3$. В емисионните спектри на синтезираните стъкла се наблюдават пет пика във видимата област, центрирани около 578, 591, 613, 652 и 700 nm. Те се характеризират с висок интензитет, дължащ се на преноса на енергия от волфраматните групи към Eu^{3+} .

Установено е, че добавянето на 5 mol% Nb_2O_5 към основното стъкло $50ZnO:40B_2O_3:10WO_3:0.5Eu_2O_3$ подобрява интензитета на излъчване, осигурявайки по-добра свързаност на матрицата в стъклото домакин. CIE координатите на пробите се намират в червената област на цветната диаграма, което прави стъклата подходящи за LED приложения и изработването на червени лазери.

3. Нови стъклокерамични материали, дотирани с редкоземни йони за LED приложения

Синтезирани са два различни стъклокерамични материала от система $CaO-GeO_2-Li_2O-B_2O_3$, легирани с йони на Tb^{3+} , Eu^{3+} и Dy^{3+} . Пригответените образци бяха термично обработени при условия подбрани въз основа на DTA анализ на първоначалните стъклокерамики. След проведената термична обработка като основна фаза кристализират Ca_2GeO_4 или $Ca_5Ge_3O_{11}$ и като допълнителни - кристални фази от Li_2GeO_4 и друга неизвестна фаза.

Установено е, че спектрите на възбуждане и излъчване на легираните стъклокерамики съдържат характерните преходи за йоните на Tb^{3+} , Eu^{3+} и Dy^{3+} , като в зависимост от кристализиращите фази се появяват и някои разлики. Луминесцентните спектри на стъклокерамиките, в които $Ca_5Ge_3O_{11}$ кристализира като основна фаза, са по-разцепени, тъй като има повече възможни кристалографски позиции за активния йон. CIE координатите на пробите легираните с:

- Eu^{3+} са разположени в много тясна област в червената част на цветната диаграма;
- Tb^{3+} заемат сравнително по-широка област в зеления регион на цветната диаграма;
- а на Dy^{3+} - в тясна област в жълта част на CIE диаграма.

Разпространение на резултатите

Резултатите са публикувани като 2 статии от категория Q1, 1 статия от категория Q3 и 1 публикация в международно издателство. Представени са 4 постера на две международни конференции.

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

Финансиране: Бюджетно; ФНИ (проекти Д18/8, Н33/6 и КП-06-Китай/1, Проект ДК1/10 29.03.2021 на ФНИ по обществени предизвикателства, свързани с пандемията от COVID-19 – 2020 г.)
Д01-392/18.12.2020 г „Национален център по биомедицинска фотоника“
НП “Млади учени и постдокторанти”

Сътрудничество: Институт по електроника, БАН

Работата по тази задача е свързана с изпълнението на договори от предходните години:

- Договор с ФНИ Д18/8 „Биочип, базиран на нови плазмонни структури и наноструктурирани био-разпознаващи елементи“
- Договор с ФНИ ПН33/6 от 2019 г. на тема „Сравнителни методи за диагностика на „*Helicobacter pylori* инфекция“

Към тези договори се добавиха още три договора:

- КП-06-Китай/1 20.11.2020 „Биосензор с подобрена ефективност, базиран на моментна поляриметрична детекция на повърхнинен плазмонен резонанс“
- ДК1/10 29.03.2021 „Проучване на взаимодействието на специфични структурни протеини на SARS-CoV-2 с биологично активни молекули и приложението им за създаване на бързи антигени тестове за ранна диагностика на COVID-19“
- Д01-392/18.12.2020 г „Национален център по биомедицинска фотоника“

1. Договор Д18/8

През годината бе извършена научно-изследователска работа по тематиката а/ „нови плазмонни структури“. Основните резултати са както следва:

- Теоретично е изследвано възбуждането на Повърхнинен Плазмонен Резонанс (ППР) в решетка чрез граничещия към нея слой от хирален течен кристалл. Разгледани са различните режими на разпространение в хиралния слой и възможностите за възбуждане на ППР.
- Експериментално е изследвана тази структура, като са потвърдени теоретичните изводи, че се възбуждат две плазмонни вълни на различни дължини на вълните.
- Създадена е структура, базирана на дифракционна решетка, покрита със сребро. Установени са технологичните параметри на отлагане на Ag слоеве, които гарантират много добра ефективност. Постигната е ширина на резонанса от 15 nm, което е три пъти по-малко от случая с Au покритие;
- За пръв път са възбудени едновременно две плазмонни вълни в дифракционна решетка. Създаден е нов начин на възбуждане на плазмонен резонанс, базиран на кръгова поляризация при което се възбуждат едновременно два спектрално независими поляризационни резонанса. Регистрацията е чрез поляризационно разделяне, независимо за всеки резонанс, което осигурява висока точност на детекция на молекулярните взаимодействия.

б/ Нови био/газ разпознаващи материали и сензори

Основните резултати са както следва:

- Създадена е нова диспергираща среда, в която се реализира хаотична генерация на лазерно лъчение (random lasing). За разлика от средата, изследвана предната година, тази среда е със структура, която може да бъде третирана като съставена от множество резонатори със средна дължина 45 μm .
- Подредеността на материала позволява уникално стимулирано каскадно четиривълново смесване, предизвикано от единичен напмпващ импулс.
- Създадени са разпознаващи молекулярни слоеве от мноклонални антители за детекция на SARS CoV-2, слоеве от кръвен антиген за детекция на бактерии, както и многослоеви от клетки за изследване кинетиката на вирусна инфекция и инхибиторен ефект.

2. Договор ПН33/1

Поради ограниченията, свързани с COVID-19, доставките на консумативи се забавиха, което забави и изпълнението на задачите. Извършената работа е по инфраструктурното обезпечаване на проекта – проведена е обществена поръчка и е доставен бокс с клас 2 на биосигурност.

3. Договор ДК1/10 29.03.2021

Извършената работа касае разработване на нови експериментални методи за имобилизация на клетки върху биочип и проследяване на циклите им на развитие чрез плазмонен резонанс. За първи път е доказано, че ППП може да проследява кинетиката на вирусното развитие и инхибиторното действие на лекарства.

За първи път експериментално е доказано, че SARS CoV-2 взаимодейства с хемоглобина. Предстои изясняване с кои функционални групи то се осъществява.

4. Договор Д01-392/18.12.2020 г

По този договор в създадена нова лаборатория са проведени изследвания, свързани с кинетиката на вирусно развитие.

Разпространение на резултатите

Резултатите са публикувани и приети за печат като 2 статии от категория Q1, 1 статия Q4, 1 публикация в Scopus, 2 публикации на международно издателство и 1 публикация на национално издателство. Представен е 1 постер на международна конференция.

2.1.6. Получаване и оптимизиране на свойствата на тънкослойни покрития от ZrO_2 и ZnO , ръководител доц. д-р Константин Ловчинов

Финансиране: Бюджетно; ФНИ (проект КП-06-Н38/7)

Изследвани са структурните и оптичните свойства на слоевете ZrO_2 , електрохимично отложени върху различни подложки. XRD спектрите показват, че слоевете ZrO_2 се отлагат в различни кристалографски направления върху различните подложки. Увеличаването на времето за отлагане води до леко изместване на дифракционните максимуми към по-големи θ ъгли. Средната грапавост зависи повече от вида на субстрата и в по-малка степен от времето на отлагане, с изключение на слоевете, нанесени върху ИТО, поради по-бавното зърно-образуване върху този тип подложки. Фотолуминесцентните спектри на пробите, събрани при стайна температура и дължина на вълната на възбуждане от 235 nm, показват, че всички проби се характеризират с широки емисионни криви с пикове, центрирани в диапазона 410 –

430 nm, типични за ZrO_2 . Интензитетът на спектралните криви нараства с увеличаването на времето на отлагане, тъй като слоевете, отложени при по-дълго време на отлагане имат по-добра кристална структура, което води до по-висок отклик във фотолуминесцентните спектри. Слоевете с подобни свойства могат да се използват като фото-уловители в различни оптоелектронни и тънкослойни устройства.

Изследвани са чувствителността, средната грапавост, топографията на повърхността и морфологията на електрохимични слоеве от ZrO_2 и ZnO , отложени върху златните електроди на кварцови резонатори. Средната грапавост силно зависи от вида на слоевете, нанесени върху резонатора и е три пъти по-висока за слоевете от ZnO . SEM изображенията също показват разлики в отлагането на двата типа слоеве, като ZnO слоевете имат много по-развита повърхност от слоевете ZrO_2 . Чувствителността към различните изследвани летливи вещества зависи от активната повърхност на слоевете, като тези с по-развита повърхност са по-чувствителни към всичките изследвани вещества. Резонаторите възстановяват първоначалната честота след края на експерименталните изследвания, но относително бавно (около 24 часа). При нагряване времето, необходимо за връщане към първоначалната честота, се намалява значително. Наблюдаваната добра чувствителност и селективност на тези слоеве ги прави подходящи за използване като газови сензори.

Разпространение на резултатите

Резултатите са обнародвани като 2 публикации в списание с категория Q1 и Q4.

2.1.7. Синтез и изследване на 2D селениди и сулфиди на преходни метали и техните хетероструктури като компоненти на устройства в оптикоелектрониката, фотониката и сензориката, ръководител проф. д-р Димитър Димитров

Финансиране: Бюджетно; ФНИ (проект ДН 08/9)
НП “Млади учени и постдокторанти”

Сътрудничество: Институт по физика на твърдото тяло, БАН

За отчетния период е извършено следното:

- Синтезиране на нанослоевете от WSe_2 по метода TAC (thermal assisted conversion) върху подложки от Si/SiO_2 , топен кварц и сапфир. Термично-асистираната конверсия е контролируем, мащабируем и възпроизводим метод за синтез на 2D материали. Изследване на структурата, стехиометрията и свойствата на нанолъспи и непрекъснати слоеве от WSe_2 с XPS, AFM, TEM, спектрална флуоресценция, спектрофотометрия и елипсометрия.
- Окомплектоване на инфраструктурата (газови линии, отвеждане на отработените газове и странични продукти, електрозахранване) на установка за CVD- planarGROW-2S/2S TMD с два индивидуални тръбни реактора с по две независимо регулируеми температурни зони.
- Експерименти за получаване на 2D WSe_2 , $PtSe_2$ и обемни кристали (по метода CVT) от $NbSe_2$, $(W, Mo) Te_2$ и $WTe_2:V$.

Разпространение на резултатите

Резултатите са обнародвани като 2 публикации с импакт-ранг. Представени са 4 постера на международни конференции.

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

2.2.1. Пренастройваеми оптични елементи на базата на холографски,
компютърно генерирани и хирални структури,
ръководител доц. д-р Лиан Неделчев

Финансиране: Бюджетно; ФНИ (проекти КП-06-М38/2, КП-06-Н35/15)
0.02.2021 ETRI-IOMT 2021, Южна Корея
НП “Млади учени и постдокторанти”

Сътрудничество: ХТМУ
Университет на Виго, Испания
Технологичен университет на Дъблин, Ирландия
Университет на Версай, Франция

Оптимизирани са условията за отлагане на тънки слоеве от азополимери, азополимерни нанокompозити и азобагрила в полимерна матрица. Използвани са методите на центрофужно отлагане и нанасяне чрез електроразпръскване. Синтезирани са две нови азобагрила, а също е установена възможността за пренос на протон на далечно разстояние (карго пренос) в молекулни машини от два нови ацилхидразона, съдържащи 7-хидроксихинолинов статор. Определени са оптичните свойства на азополимерни композити, съдържащи халкогенидни наночастици от системата GeTe₄Cu.

Получени са пренастройваеми дифракционни структури с висока ефективност – над 50% общо за двата дифракционни порядъка и период от 0.86 μm до 2.51 μm . Чрез поставяне на покривно стъкло върху азополимерния слой са подобрени над 10 пъти поляризационните свойства на поляризационни холографски решетки, което позволява приложението им като кръгово-поляризационни светоделители.

Измерени са параметрите както на фотоиндуцираното двулъчепречупване, така и на поляризационни холографски решетки (дифракционна ефективност и височина на повърхностния релеф) в тънки слоеве от нанокompозитни образци, съдържащи азополимер и златни наночастици с размери 10, 20, 30, 40 и 50 nm. Предложена е хипотезата, че при тези образци по-голямо влияние за подобряване на фотоанизотропния отклик има свободният обем около наночастиците, отколкото разсейването от тях.

Извършено е числено моделиране на параметрите на повърхностно-релефни решетки в азополимер в зависимост от пространствената честота, височината и профила на релефа. Получените резултати съответстват на експерименталните данни. Също така е разработен числен модел за оценка на оптичния отклик на нанокompозитна система от азополимер и златни наночастици с различни размери и концентрации.

Определени са важни параметри на хиралните структури, индуцирани в четири различни азополимера. Показано е влиянието на дължината на вълната и интензитета на напompващото лъчение. Демонстрирана е обратимостта на посоката на хиралните структури, с възможни приложения за изцяло оптични превключватели. Установено е, че хиралните структури се формират по-бързо от линейното двулъчепречупване – факт, който може да има важна роля за изясняване на процесите на молекулно ниво при азополимерите.

Разпространение на резултатите

Резултатите са обнародвани като 9 публикации, от тях 3 в списания с категории Q1, 1 публикация с Q2, 1 публикация с Q3, 3 публикации в списания с категория Q4 и 1 в WoS/Scopus. Една публикация е приета за печат в списание с категория Q3. Резултатите са представени като 1 устен доклад и 3 постера на международни конференции и 1 доклад и 2 постера на национални конференции.

2.2.2. Теоретични изследвания на електронна структура и оптични (линейни и нелинейни) свойства на органични съединения и комплекси, ръководител доц. д-р Силвия Ангелова

Финансиране: Бюджетно
НП “Млади учени и постдокторанти”

Сътрудничество: Университет на Алкала, Алкала де Енарес (Мадрид), Испания
Софийски университет "Св. Климент Охридски", Факултет по химия и фармация
ХТМУ
Пловдивски университет "Паисий Хилендарски".

През 2021 г. са осъществени планираните теоретични изследвания на структурата и свойствата на органични съединения и комплекси. Голям обем резултати са получени при изследването на супрамолекулни системи от типа молекулен контейнер/метален катион, молекулен контейнер/багрило и молекулен контейнер/багрило/метален катион с биомиметични молекулни контейнери (кукурбитурили) с различен размер на кухината и различен афинитет към флуоресцентни багрила и моно-, ди- и тривалентни метални катиони. Проведено е систематичното изследване на термодинамиката на свързване на абиогенни тривалентни метални катиони от интерес за медицината/екологията (Al^{3+} , Ga^{3+} , In^{3+} , La^{3+} и Ln^{3+}) с кукурбит[5–8]урили (CB[5-8]) като продължение на изследването на комплексообразуването с биологично важни (моно- и дивалентни) метални катиони (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}), проведено през 2020 г. Систематизирано е влиянието на различни фактори (размер на кухината на системата - домакин, специфични характеристики на металния катион - радиус, заряд, способност за приемане на заряд и хидратация) чрез моделиране на съответното взаимодействие между макроцикъла и металните катиони. Получените резултати показват ясно изразено предпочитание на кукурбитурилите към малки и силно заредени метални катиони. Основните взаимодействия в комплексите имат електростатичен характер, следователно структурни характеристики като дължини на връзки и валентни ъгли са важен индикатор за стабилността на комплекса. Възникващият пренос на заряд от карбонилните групи към металните катиони също оказва влияние. Отчитането на хидратната обвивка (неутрална или йонизирана) е от решаващо значение за надеждно предсказване на термодинамичните характеристики на процеса на комплексообразуване. Процесът на комплексообразуване с Al^{3+} , Ga^{3+} , In^{3+} зависи от рН, което ги отличава от лантанидите, където такава зависимост не е установена.

Същата методология е използвана за изследване на взаимодействията между неутрален/протониран митоксантрон (багрило със син цвят, сега използвано като лекарство средство) и CB[7-8]. Установено е, че двойно и четворно зареден митоксантрон спонтанно образува комплекси във водна среда. Кукурбитурилите CB[7] и CB[8] показват

свойства, които могат да бъдат използвани при контролирано доставяне на лекарства/багрила. Теоретичните методи позволиха да бъде определена предпочетената ориентация на лекарството напроксен в циклодекстрини с различен размер на кухината.

Предложен беше метод за определяне на афинитета на халидни аниони към бамбусурили (макроциклични системи, подобни на кукурбитурилите), включващ отчитане на експлицитната солватация на анионите.

Методологията беше успешно приложена и за оценка на взаимодействието на лекарствени молекули и пептиди с активен център на ангиотензин I - превръщащ ензим (angiotensin I-converting enzyme, ACE): трипептидът Val-Pro-Pro се свързва с активния център по-слабо от лекарствата каптоприл и лизиноприл.

Детайлното изследване на електронното спрежение и разпределението на зарядите в *para*-заместени фенилхидразони обясни експериментално наблюдавания необичаен ефект на заместителите върху вътрешномолекулната водородна връзка в тези системи, изследвани като молекулни превключватели.

Извън планираните дейности по проекта, са извършени и други изследвания на молекулно и супрамолекулно ниво, съответно на антиоксиданти (производни на куркумин, салицил бензоилхидразон, и др.), и на биологични обекти.

Разпространение на резултатите

Обнародвани са 5 публикации, от които 1 в списание с категория Q1, 3 – с категория Q2, и 1 в списание на международно издателство. Представени са 4 устни доклада на национални конференции.

2.2.3. Кохерентни методи за холографско визуализиране, формиране на снопове и мониторинг на процеси, ръководител проф. д-р Елена Стойкова

Финансиране: Бюджетно; ФНИ (проекти ДН 17/7, КП-06-Русия/6) SRA-C3/10.02.2021 ETRI-IOMT 2021, Южна Корея

Сътрудничество: Технически университет – София
Университета на Дейтън, САЩ
Институт по електронни технологии на Южна Корея
Изследователски институт по електроника и телекомуникации на Южна Корея

Тази бюджетна задача продължава изследванията в областта на кохерентните методи за холографско визуализиране, формиране на светлинни снопове и динамична спекъл-метрология. През 2021 г. тези изследвания са подкрепени от проектите ДН 17/7 и КП-06-Русия/6 с ФНИ. Част от изследванията са проведени в рамките на международното сътрудничество с групата по цифрова холография от Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI) в Дежан, Южна Корея и Департамента по цифрова холография и оптоелектроника на Университета на Дейтън, Охайо, САЩ. С групата от ETRI бе сключен договор за спонсориране на изследванията в ИОМТ за 2021 г. Изпълнени са следните задачи:

1. Холографското визуализиране

В тази областта е изследвана система за цифрова холография с пространствено некохерентно осветяване с цел запис на холограми с бяла светлина. Направено е моделиране

на системата, при което обектът се разглежда като съвкупност от точкови източници на сферични вълни. Всяка сферична вълна се разделя на две сферични вълни с различни радиуси, които интерферират в равнината на холограмата. Осъществява се некохерентен запис на интензитетите на интерференчните картини от всички точкови източници и с въвеждане на фазово отместване се извлича комплексната амплитуда на вълновия фронт от обекта, позволяваща тримерното му визуализиране. Съставени са програмни кодове на MatLab за моделиране на работата на системата и пресмятане на статистическите параметри на флукуациите на интензитета в експерименталните изображения, записани със система за некохерентна холография.

2. Формиране на светлинни снопове

В тази област е разработен алгоритъм за пресмятане на пропускането на композитна структура от два клина на Физо със съгласувани параметри. Алгоритъмът сумира многократно отразените вълни в двата клина, като пресмятането се ограничава с отчитането на лъчите, претърпяли 3 и 5 пропускания в композитната структура. Отчитат се всички възможни комбинации на пропускане и отражение в двата клина на структурата и се пресмятат оптичните пътища на лъчите, напускащи дадена точка на задната повърхност на структурата. За ускоряване на пресмятането се извършва предварително пресмятане на тригонометричните функции в комплексната амплитуда на пропуснатия вълнов фронт.

3. Динамична спекъл метрология

В тази област е изследвана възможността за компресиране на записаните спекъл изображения с използване на стандартите JPEG и JPEG2000, които променят пространствената корелация на данните за интензитета при компресираните изображения. Влиянието на компресията е анализирано за двете основни задачи на динамичния спекъл анализ: 1) визуализиране на областите с различна активност върху повърхността на изследвания обект чрез статистическа обработка; 2) проследяване на промяната на активността във времето. Показано е, че успешно визуализиране на областите с различна активност е налице дори при многократно намаляване на обема от информация в записаните изображения. Компресията е приложима и към изображения, записани при неравномерно осветяване на обекта, когато спекъл статистиката варира в границите на изображението и се налага използване на нормиране. Предложени са алгоритми с различно нормиране. Анализиран е случаят на откриване на области с малки размери сред спекъл фон с различен времеви радиус на корелация.

Разпространение на резултатите

Публикувани са общо 10 статии, от които 4 статии в категория Q1, 1 статия в категория Q4, 3 статии с импакт-ранг и 2 доклада в индексирани бази данни (WoS и Scopus). Представени са 1 пленарен доклад, 4 устни доклада и 2 постера на международни конференции и работни срещи.

2.2.4. Хибридни неорганични-органични материали за приложение в слънчеви клетки и оптичен запис, ръководител доц. д-р Деян Димов

Финансиране: Бюджетно; ФНИ (проект ДН18/5)
Сътрудничество: ХТМУ
Химически факултет към Технологичния университет на Бърно,
Чехия.

Представено е фотоиндуцирано изследване на двойно пречупване на две 4-заместени фталимидни 2-хидрокси-Шифови-бази, съдържащи салицилова (4) и 2-хидрокси-1-нафтилова (5) части в РММА матрица като нанокompatитни филми. Връзката структура-свойства беше оценена чрез комбинирано използване на DFT квантово-химични изчисления (основно и възбудено състояние) и експериментална оптична спектроскопия (UV-Vis и флуоресценция), като кристални твърди вещества и нанокompatитни филми. Резултатите показват обратимо превключване в твърдо състояние от двата механизма, а именно енол/кетотавтомеризация и Z/E изомеризация. Изследването на двойното лъчепречупване на основите на Шифови бази е извършено в РММА нанокompatитни филми чрез лазерно напompване при $\lambda_{\text{лес}} = 355 \text{ nm}$ (4) и $\lambda_{\text{лес}} = 442 \text{ nm}$ (5). Бързата реакция в рамките на 2 минути и стабилност на анизотропията след изключване на лазерното възбуждане бяха оценени и установени на 58 % (4) и 95 % (5), което прави тези материали подходящи кандидати в най-новите оптични информационни технологии. Стабилността на двойното лъчепречупване на 5 беше оценена чрез оптичен запис и изтриване с пет цикъла с $\lambda_{\text{лес}} = 442 \text{ nm}$. Получените резултати показват, че максималната стойност на двойното пречупване е близка до характеристиките на най-често използваните азо фотоанизотропни материали.

Представено е изследване на дифракционната ефективност на поляризационни холографски решетки, записани в тънки филми на азополимера PAZO (поли[1-[4-(3-карбокси-4-хидроксифенилазо) бензенсулфонамидо]-1,2-етандиил, натриева сол]) легиран с Cu(II) 3-амино-5,5'-диметилхидантоин (CLP) и Ni(II) 3-амино-5,5'-диметилхидантоин (NLP) в три различни концентрации, а именно 1, 2 и 5 тегл. %. Обсъдено е влиянието на състава и концентрацията на добавките върху параметрите на поляризационните холографски решетки, записани в тънките композитни филми. Решетките се записват с He-Cd газов лазер с дължина на вълната 442 nm. Поляризацията на записващите лъчи беше кръгова лява и дясна поляризация, а ъгълът на запис беше 20°. Наред с анизотропната решетка в обема на средата се образува и повърхостен релеф. Кинетиката на дифракционната ефективност се изследва при 635 nm и височината на релефните решетки се определя чрез AFM. Дифракционна ефективност (η) по-висока от 30% е постигната за хибридните проби, както и 585 nm височина на релефа на повърхността.

Разпространение на резултатите

Публикувани са 2 статии в списания от категория Q1 и Q2.

2.2.5. Изследване на тъкани и многослойни структури с оптична кохерентна томография, ръководител доц. д-р Виолета Маджарова

Финансиране: Бюджетно; ФНИ (проект КП-06-Русия/6)

Сътрудничество: Университета на Тампере

Тази задача се осъществява от 01.05.2021 г. За този период е извършено следното:

1. Проведено е детайлно литературно проучване на методите и моделите за филтриране на изображения при едновременно наличие на няколко вида шум с цел сегментиране и класифициране на структури в ОКТ изображенията. Въз основа на проучването са подбрани методи за намаляване на шума, които работят в честотната област и модели за сегментиране на изображения на вени, получени с оптична кохерентна томография (ОКТ).

2. Оптимизирани са параметрите за снемане на обемни ОКТ данни с цел прилагане на методите на динамичен спекъл анализ.

3. Разработени са MATLAB програми за:

- Филтриране на шума в ОКТ изображенията;
- Сегментиране на ОКТ изображения на вени;
- Монте-Карло моделиране на ОКТ сигнал.

4. Извършени са експерименти върху различни образци – (а) подкожни вени от пациенти с венозни заболявания, които са подложени на оперативни интервенции за отстраняване на засегнатите вени; (б) ларви на муха „Черен войник“; (в) запълнен и незапълнен коренов канал на зъб.

5. Изготвени са сегментирани ОКТ изображения на вени с цел определяне на дебелината на стените на вените и изчисляване на напрежението при едноосен опън. Резултатите от сегментираните обемни ОКТ изображения на вени са обобщени и е подготвена статия за публикуване в списание Journal of Theoretical and Applied Mechanics.

6. Използван е контрастен метод с поляризирана светлина за визуализация на патологични промени в чернодробни тъкани (amyloid degeneration)

Разпространение на резултатите

Публикувани е 1 статия в списание от категория Q4.

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; ФНИ (проект ДН 17/22)

Сътрудничество: ХТМУ, Институт по молекулярна биология – БАН, Институт по електроника – БАН, УХТ- Пловдив

С помощта на трансмисионна електронна микроскопия (ТЕМ), електронна дифракция от избрана област (SAED), както и високо разделяне в ТЕМ (HRTEM) са изследвани морфологията, микроструктурата и фазовият състав на синтезирани сребърни и златни наночастици чрез редуция на сребърен нитрат и хлорзлатна киселина с водни екстракти от отпадъчни суровини на етерично-маслената индустрия. Използван е екстракт от отпадъчните цветове на *Rosa Damascena*, от който чрез Адсорбционна хроматография (ADC) предварително са отстранени част от веществата (въглехидратите) за да се получат пречистени полифеноли, които са едни от основните редуциращи агенти на сребърните и златните йони. Този експеримент дава възможност за сравнение с резултатите от синтеза в предходната година и по-конкретно на получените наночастици от двата екстракта (с и без въглехидрати) и оценка на влиянието на въглехидратите върху тяхната форма и разпределението им по размер. През периода са използвани също така и среди за екстракция от отпадъчните продукти на различни материали от етерично-маслената индустрия – маточина, лавандула, *Rosa Alba* и др., които освен, че редуцират сребърните и златните йони, също и стабилизират суспензиите на получените наночастици, поддържат частиците разделени и не позволяват слепването им в по-големи агрегати. Всички тези сравнения са направени с оглед на бъдещите приложения, в които е необходимо наночастиците, освен да са в някакъв конкретен диапазон от размери, и да са разделени една от друга.

През годината са изследвани също метални и композитни наночастици, получени по метода на импулсната лазерна аблация (PLD). С помощта на ТЕМ е проследена промяната в размера и разпределението на частиците по размери за AgNPs, получени за основната дължина на вълната на Nd-YAG лазер и третиранни впоследствие с различни дължини на вълните на същия лазер, както и при различни въздействия по енергия и продължителност. Крайният резултат е получаването на стабилна суспензия с наночастици, чиито размери са по-малки от 10 nm, за които са проведени експерименти с цел доказване на възможността за прилагане като антибактериална компонента в капки за очи.

Доказано е също и получаването на композитни наночастици от Fe_3O_4 и Ag, резултат от прилагането на PLA върху мишена от сплав на желязо и сребро, като е идентифициран съставът на отделните частици от двата типа и е визуализирано тяхното конфигуриране.

Изследвани са композитни материали на основата на редуциран графенов оксид (RGO) и ZnO с цел да се установи степента на редуциране на графеновия оксид, морфологията на ZnO частиците и изграждането на композитния материал при смесването на изходните компоненти в определени съотношения.

Суспензията, получена в резултат на облъчване с лазер на мишена от микрокристален графит във вода при определени условия, е изследвана с цел установяване на

съществуващите морфологии. Идентифицирани са различни типове структури – от аморфни частици до многослоен графен.

Изследвани са и различни типове нанесени каталитични материали – цинково-кобалтови ферити върху подложка от активен въглен, приложени в реакцията за разлагане на метанол, както и кобалтово-манганови оксиди върху подложка от мезопорьозен силициев диоксид за редукция на СО и летливи органични вещества. И в двата случая активните фази са доказани и илюстрирани с ТЕМ в режима на високо разделяне, като е установено формирането и на смесени съединения между кобалта и мангана.

Разпространение на резултатите

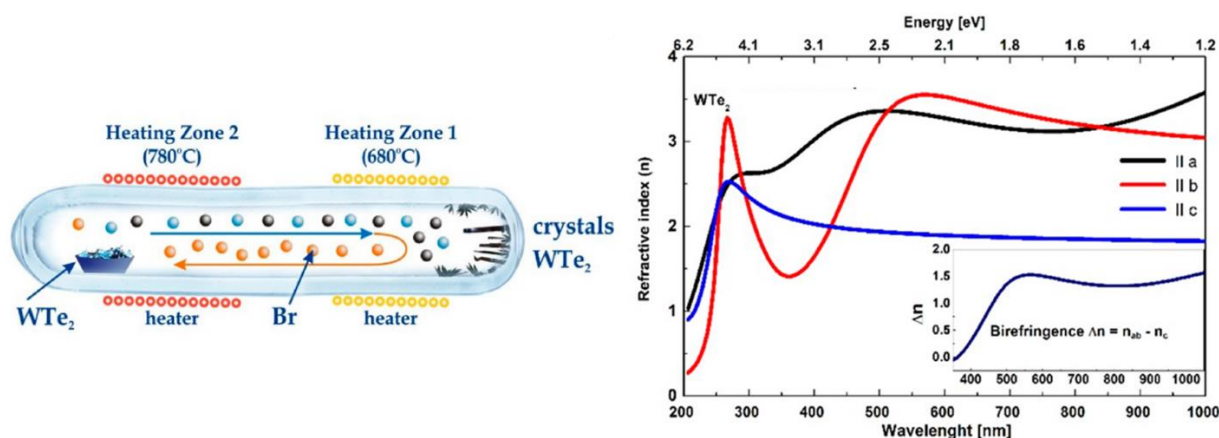
Обнародвани са 8 публикации, като 4 статии в списания от категория Q1, 3 – от категория Q2 и 1 статия – от категория Q3. Представени са 1 поканена лекция, 3 устни доклада и 1 постер на международни конференции, както и 1 поканена лекция, 1 устен доклад и 1 постер на национални конференции

2.4. Най-значимо научно постижение на ИОМТ: Елипсометричен анализ на анизотропния оптичен отклик на монокристален WTe_2 , ръководители проф. дфн Вера Маринова и проф. д-р Димитър Димитров

Дихалкогенидите на преходни метали са иновативна група материали, предлагащи множество предизвикателства за фундаменталната и приложна наука. Това е свързано с възможността да бъдат получавани и изследвани в двуизмерна (2D) моноатомна структурна форма (подобно на графена). Сред тях важно място заема системата волфрамов дителурид (WTe_2) с редица комплексни свойства: титанично магнитно-съпротивление, наличие на квантов-спин Хол ефект при температура от порядъка на 100K, проява на фероелектрични, полуметални свойства при стайна температура и много други.

Нашите изследвания са фокусирани върху WTe_2 - материал с изключително силна анизотропия, изразяваща се в различни свойства по различните направления на кристалната структура. Монокристалните образци от WTe_2 са получени по CVT метод.

Чрез елипсометрични методи (фиг.5) е изследвана триосната оптична анизотропия и поведението на оптичните константи, като са измерени изключително високи стойности на показателя на пречупване ($n \sim 4$) и двулъчепречупването ($\Delta n > 1.6$), индикация за наличието на повърхнинни плазмонни ефекти. Получените резултати разкриват потенциала на WTe_2 за разработка на перспективни 2D устройства за модулация на светлината с ниски загуби.

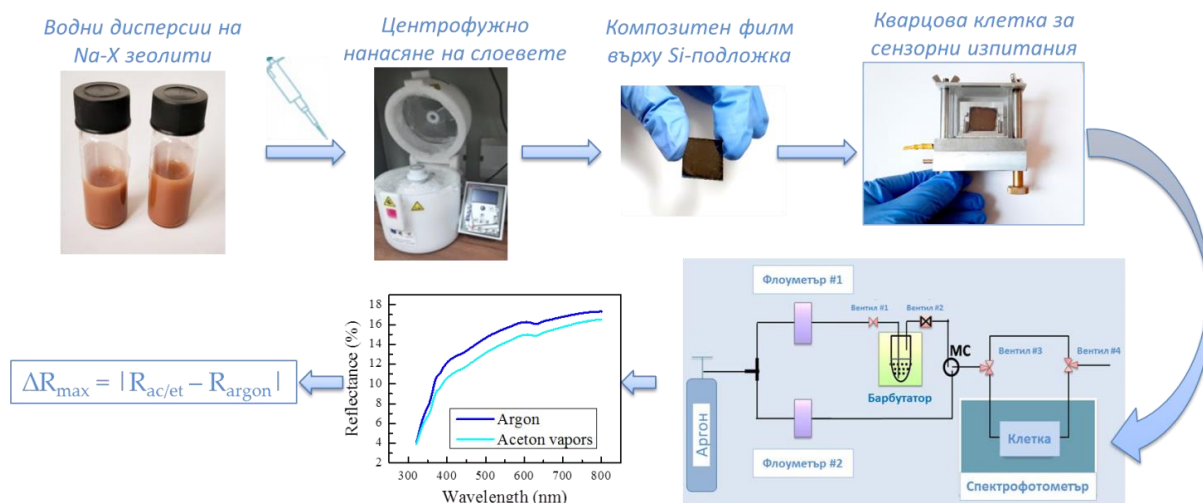


Фиг.5. CVT процес за израстване на монокристални образци и комплексното спектрално поведение на WTe_2 - триосната оптична анизотропия на показателя на пречупване (n) и двойното лъчепречупване (Δn).

Резултати от изследването са публикувани в списание “Nanomaterials” от категория Q1 с импакт-фактор: 5.076:

Buchkov, K., Todorov, R., Terziyska, P., Gospodinov, M., Strijkova, V., Dimitrov, D. and Marinova, V. Anisotropic Optical Response of WTe₂ Single Crystals Studied by Ellipsometric Analysis. *Nanomaterials*, 11, 9, MDPI, 2021, <https://doi.org/10.3390/nano11092262>.

2.5. Най-значимо научно-приложно постижение на ИОМТ: Тънки композитни слоеве, изградени от зол-гел Nb₂O₅ матрица и Na-X зеолити от въглищни пепели за оптично детектиране на пари на ацетон, ръководител проф. д-р Цветанка Бабева



Фиг. 6. Схематично представяне на процесите на отлагане и тестване на тънките композитни слоеве

Изследвани са тънки композитни слоеве (фиг.6), изградени от зол-гел матрица от ниобиев пентаоксид (Nb₂O₅) с инкорпорирани Na-X зеолити, синтезирани от въглищни пепели. Слоевете са отложени чрез метода на центрофужно нанасяне (spin-coating). Като суровина за синтеза на зеолитите са използвани летящи пепели, уловени от утаителите на комините на ТЕЦ “Гълъбово”, получени от изгарянето на лигнитни въглища. Зеолитите са синтезирани чрез хидротермален синтез с предварително високо температурно загряване (550°C, 1 час) и ултразвуково разбъркване. За да се получат композитни слоеве с добро оптично качество и да се подобри сензорния им отклик, преди да се инкорпорират в оксидната матрица, зеолитите се смилат в топкова мелница за различно време: 60, 120 и 540 секунди. Установено е, че продължителността на мелене оказва влияние върху обема на порите и специфичната им повърхност, размера и морфологията на частиците, както и на оптичните и сензорни свойства на слоевете. Получено е оптимално време на смилане от 120 секунди, при което се постига максимална порьозност на зеолитите. Това улеснява кондензирането на парите на детектираното вещество в порите на зеолитите и подобрява сензорния отклик. Получена е много добра селективност за парите на ацетона: сензорният отговор е 20 пъти по-силен при излагане на пари на ацетон, отколкото при излагане на пари на етанол. Разработените композитни слоеве могат да се използват като среди за “цветно” детектиране. Компютърното моделиране показва, че чрез враждането на композитните слоеве в стекове на Браг ще се получи значително подобряване на чувствителността.

Изследването е в колаборация с групата на доц. Бойчева от ТУ-София и е финансово подкрепено от ФНИ чрез договор ДН 17/18 (2017). Резултатите са публикувани в списание “Nanomaterials” от категория Q1 с импакт-фактор: 5.076: K. Lazarova, S. Boycheva, M. Vasileva, D. Zgureva-Filipova, B. Georgieva and T. Babeva, Acetone-sensitive thin films

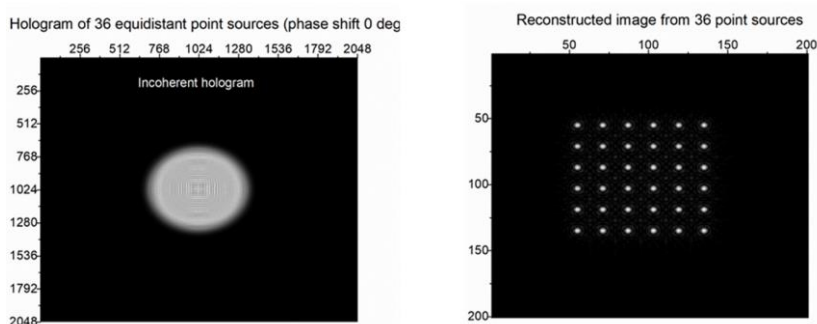
comprising coal fly ash Na-X zeolites and sol-gel Nb₂O₅ matrix, *Nanomaterials*, 11, 2399, (2021).
<https://doi.org/10.3390/nano11092399>

3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ИОМТ.

ИОМТ активно използва възможностите на програмата COST за осъществяване на международно сътрудничество, като през 2021 г. участва в 3 акции: 1) CA17123 “Ултра бърза опто-магнито-електроника за неразсейващи информационни технологии”; 2) CA18823 “Future Communications with Higher Symmetric Engineered Artificial Materials” - SYMAT; 3) CA20116 - European Network for Innovative and Advanced Epitaxy. Успешно се изпълняват европейският проект „Dissipationless topological channels for information transfer and quantum metrology“ ТОСНА 824140 по програма Хоризонт 2020 и 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 Националният институт по физика на материята, Румъния. През 2021 г. стартира проект по Хоризонт 2020 Plenoptic Imaging (PLENOPTIMA) H2020 Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Network No 956770 за съвместно обучаване на докторанти, в който съизпълнители освен ИОМТ са изследователски групи от Университета на Тампере – Финландия, INRIA – Франция, Университета на Средна Швеция, Техническият университет в Берлин, Германия. През 2021 г. успешно се изпълняват два проекта към ФНИ за провеждане на съвместни изследвания с изследователски групи от Китай и Русия. През 2021 г. се проведе работно посещение на координатора на проекта с Русия от страна на Руската Академия на науките с изнасяне на онлайн лекция пред Колоквиума на ИОМТ. Изпълнява се проект по програма „Петър Берон“ на ФНИ, по който се провеждат съвместни изследвания от висококвалифициран изследовател от Института по нанонаука и нанотехнология в Атина, Гърция. ИОМТ осъществява активно сътрудничество с Националния Ян Минг Чао Тунг Университет в Тайван в рамките на проект „Многофункционални оптични и магнитоелектрични материали и приложения” по линията на ЕБР. Като резултат от съвместната работа по ЕБР с Института по микроелектроника и микросистеми в Рим, Италия са проведени изследвания по проект “Мултифункционални течно-кристални устройства с алтернативни прозрачни електроди”.

През 2021 г. бе сключено споразумение за съвместни изследвания в областта на холографията и оптичната метрология с Изследователския институт по електроника и телекомуникации на Южна Корея. В рамките на споразумението е 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. Получени са резултати в областта на поляризационния холографски запис, динамичната спекъл метрология и цифровата холография с пространствено некохерентно осветяване. Представени са два устни доклада на международна конференция на OSA и са публикувани две статии в списание от категория Q1 и 2 доклад в сборник, реферирани в WoS и Scopus. В областта на поляризационната холография по този проект са анализирани параметрите на хирални структури в тънки слоеве от азополимери, синтезирани в ИОМТ. Изследвани са изходната елиптичност и ъгълът на само-завъртане на поляризационния азимут в зависимост от елиптичността на входното лъчение. Изучено е влиянието на интензитета на лазерното лъчение върху параметрите на хиралността и времето на отклик. В областта на динамичния спекъл анализ е предложено компресиране на спекъл изображения на ниско и високо контрастен спекъл при равномерно и неравномерно осветяване чрез прилагане на стандартите JPEG и JPEG2000. Моделирана е работата на цифрова холографска система с пространствено некохерентно осветяване и са анализирани параметрите на шума

във възстановените образи от експериментални холограми.



Фиг.7. Некохерентно записана холограма (отляво) и възстановения от холограмата образ на набор от точкови светлинни източници (отдясно).

Продължава съвместната работа на учени от ИОМТ с научни групи от LCS-Saen, Франция, Технологичен Университет - Дъблин, Ирландия, Лабораторията по твърдотелна химия към Университета на Пардубице и Химически факултет към Технологичния университет на Бърно, Чехия, Университета на Дейтън, Охайо, САЩ. През годината са проведени многобройни онлайн срещи с научни групи от Европа, Азия и Америка.

4. УЧАСТИЕ НА ИОМТ В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

През 2021 г. от 22 до 24 юни ИОМТ с финансовата подкрепа на Ръководството на БАН проведе поредния, четиринадесети Пролетен семинар на докторантите и младите учени под формата на уебинар, поради пандемията от корона-вирусна инфекция. В него взеха участие 18 докторанти, млади учени и постдокторанти от 7 института на БАН и един университет. Въпреки че директният контакт между участниците липсваше, тази форма позволи за втори път Семинарът да се проведе в условията на пандемия и да бъдат изпълнени поставените цели, което допринесе за устойчивото развитие на инициативата. Представените доклади обхващаха актуални области на съвременната наука и предизвикаха интерес и дискусии с темите, които поставиха.

Традиционно, в програмата се включиха с научно-образователни лекции от областта на химията, физиката и материалознанието водещи наши учени от ИМикробиология, ИК, ИФТТ, Физически факултет на СУ и ИОМТ. Отразяването на горещи теми като COVID-19 - от природата на вируса, предизвикал инфекцията, през индивидуалното му взаимодействие с човешкия организъм, до знанията ни една година по-късно, както и теми, свързани с възможностите, които науката предоставя за почистване на въздуха от летливи органични съединения и опазване на околната среда чрез рециклиране и повторно използване на критични суровини, породиха безспорен интерес сред участниците.

В пролетните семинари на докторантите и младите учени от БАН до момента са взели участие 304 млади учени, докторанти, студенти и постдокторанти, а 60 изявени български учени, работещи в актуални области на съвременната наука с повече от 100 научни доклада са допринесли за утвърждаването на Семинара като важно събитие в научния календар.

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

- Югозападен Университет "Неофит Рилски", инженерна физика I част (30 часа), инженерна физика II част (30 часа), електротехнически материали (30 часа), нанотехнологии и наноелектроника (30 часа), биофизика (15 часа), теория на инженерния експеримент (30 часа);

- Химикотехнологичен и металургичен университет – София, органична химия I и II част (330 часа лекции и упражнения);
- Висше училище по телекомуникации и пощи, основи на електрониката (30 часа лекции и 90 часа упражнения);
- Технически университет – София, холография (40 часа).

Продължават да се изпълняват договорите за партньорство за провеждане на практическо обучение на студенти между ИОМТ и ТУ–София и между ИОМТ и ХТМУ. През 2021 г. са проведени 4 стажа в ИОМТ на студенти от СУ, ХТМУ и ТУ-София.

Специалисти от ИОМТ са осъществили ръководство на 7 дипломанти:

- 1 дипломант магистър от Югозападния университет „Неофит Рилски“ и 3 дипломанти магистри от СУ „Кл. Охридски“;
- дипломант бакалаври от СУ „Кл.Охридски“ и 2 дипломанти бакалаври от Югозападния университет „Неофит Рилски“.

През 2021 г. ИОМТ участва в обучението на докторанти по програми, утвърдени от Центъра за обучение към БАН, като е изнесен специализиран курс „Електронната микроскопия и електронната дифракция в структурния и фазов анализ на материалите“ (45 часа).

През 2021 г. в ИОМТ се обучаваха 7 докторанти. От тях 2 редовни и 2 задочни докторанти по докторска програма 4.1. Физически науки (Електрични, оптични и магнитни свойства на кондензираната материя) и 1 задочен докторант по 4.2 Химически науки (Физикохимия). През 2021 г. след проведени два кръга от интервюта с международно участие са зачислени 2 редовни докторанти от Индия и Русия по докторска програма 4.1. Физически науки (Физика на вълновите процеси) по член 5а от ЗВО в рамките на проекта PLENOPTIMA на ЕС. Те се обучават съвместно от ИОМТ, Университета на Тампере, Финландия и Техническият университет на Берлин. Няма защитени дисертации за ОНС „доктор“ през годината.

През 2021 г. са проведени 3 успешни конкурса за редовни докторанти по докторска програма 4.1. Физически науки (Електрични, оптични и магнитни свойства на кондензираната материя). Приетите докторанти ще започнат своето обучение през 2022 г.

През 2021 г. е получена акредитация за 6 години за 3 докторски програми в ИОМТ от НАОА: 1) програма „Физикохимия“ с оценка 9.77, 2) програма „Електрични, оптични и магнитни свойства на кондензираната материя“ с оценка 9.62 и 3) програма „Физика на вълновите процеси“ с оценка 9.59. Получените високи оценки са свидетелство за високото качество на провежданото в ИОМТ обучение за получаване на ОНС „доктор“.

Специалист от ИОМТ е ръководител на докторант в Националния Ян Минг Чао Тунг университет, Тайван.

Специалисти от ИОМТ са участвали в изпитни комисии в ИОМТ и СУ.

5. ИНОВАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ИОМТ И АНАЛИЗ НА НЕЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

5.1. Осъществяване на съвместна иновационна дейност с външни организации и партньори, вкл. поръчана и договорена с фирми от страната и чужбина;

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 и/или подготовка за трансфер на технологии по договор с фирми; данни за полученото срещу това заплащане; данни за реализираните икономически резултати във фирмите (работни места, печалба, производителност, дял на новите продукти в общия обем на продажбите и т.н.).

През 2021 г. е получен патент за изобретение с участието на специалист от ИОМТ и заявител ИЕ –БАН. Издадено е свидетелство за полезен модел със заявител ИОМТ.

6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНТО

6.1. Осъществяване на съвместна стопанска дейност с външни организации и партньори

През 2021 г. от такава дейност са постъпили общо 14 079 лв.

6.2. Отдаване под наем на помещения и материална база.

През 2021 г. като получен наем за предоставеното на ИОМТ за стопанисване недвижимо имущество са отчетени 8 300 лв. Съгласно нормативните изисквания, половината от тази сума е издължена на БАН – Администрация по Партида „Развитие”.

6.3. Сведения за друга стопанска дейност.

През изтеклата година от дължимите сервизни такси на наемателите (СКА ООД и АРВИ ПРИНТ ЕООД) са получени 3600 лв.

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ИОМТ ЗА 2021 г.

Полагаемата се за ИОМТ бюджетна субсидия за 2021 г. е в размер на 1 788 163 лв., а получената в отчетната година – 1 792 502 лв. след гласуване на корекция за 2021 г. от ОС на БАН. Основните пера, по които тя е разходвана са:

- 1 419 603 лв. за плащания към персонала, нает по трудови правоотношения;
 - 4 182 лв. за възнаграждения по болнични листове съгласно КСО;
 - 8 379 лв. изплатени обезщетения по чл.224, ал. 1 от КТ за неизползван отпуск;
 - 0.00 лв. изплатени обезщетения по чл.222, ал. 3 от КТ при пенсиониране;
 - 7 783 лв. за изплащане на стипендии на редовните докторанти;
 - 1 733 лв. за възнаграждения по проведени защиты за научно израстване на персонала;
 - 1 400 лв. за консултантски услуги и изготвяне на документация, свързана с провеждането на обществени поръчки съгласно ЗОП;
- Върху всички изброени по-горе плащания изцяло са поети законово дължимите осигурителни вноски за сметка на работодателя;
- закупени са ДМА – 1 720 лв.;
 - от субсидията са платени данък сгради и такса битови отпадъци на стопанисваните от ИОМТ недвижими имоти – 4 429 лв;
 - с остатъка от субсидията е покрита регламентираната част от издръжката на звеното.

От класираните във ФНИ МОН през 2018 г. договори, ИОМТ участва в два от тях като партньорска организация – Н29/7 и Н29/10 (координатор за ИОМТ доц. Р. Томова) и през м. януари 2021 г. проектите бяха финансирани за 2-рите си етапи.

Продължи работата по 2-ри етап на договор ДН 08/9 (ръководител за ИОМТ като партньорска организация проф. В. Маринова). Проектът бе отчетен пред базовата организация и ФНИ през м.02.2021 г.

1-ви етап по договор Н 28/8 от 2018 г. с ръководител проф. В. Маринова (базова организация) продължи да се изпълнява. Представи се отчет на 02.2021 г. и на 05.2021 г. се получи финансиране за 2-ри етап.

ИОМТ е партньорска организация по договор КП-06-Н33/1 с ръководител проф. Н. Малиновски, продължи изпълнението на етап 1.

През м. юли 2021 г. бе отчетена работата по международната програма „Хоризонт 2020” (ТОСНА) за периода от 01.01.2020 г. до 30.06.2021 г., в резултат на което на 02.12.2021 г. е получен трансфер в размер на 315 422 лв. (от тях са възстановени на БАН – Администрация 95 000 лв., получени съгласно договор за заем). Водещи учени: проф. В. Маринова и проф. Д. Димитров.

На два транша през м.март и м.август на 2021 г. бяха получени 48 159 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 през м.11.2021 г.

Продължи да се изпълнява и Договор КП-06-ДО02/2 по Програма М-ЕРА, етап 1, с ръководител проф. В. Маринова. Предстои отчитане пред ФНИ през януари 2022 г.

През 2021 г. паралелно с изброените по-горе, продължи работата по вторите етапи на договорите, стартирали в края на 2017 г., за които Институтът е партньорска организация (ДН 17/7- проф. Е. Стойкова, ДН 18/5 – проф. Д. Назърва, ДН 17/22 – гл. ас. Б. Георгиева и ДН 17/18 – проф. Ц. Бабева). Всички те бяха приключени и отчетени пред базовите организации през м. декември 2021г.

През цялата отчетна година продължи изпълнението на втори етап по договор ДН 18/8 от 2017 г. с ръководител проф. Г. Дянков (ИОМТ е базова организация), който е предаден във ФНИ през м.01.2022 г.

Приключен и отчетен през м. ноември бе и договор КП-06 COST/1 от 2018 г. на проф. В. Маринова.

Активен бе и договор ИНФРАМАТ с контактното лице от страна на ИОМТ гл. ас. К. Лазарова, поредният етап на който бе отчетен в края на м. ноември.

Предсрочно през месец август 2021 г. приключи договор КП-06-М38/2 с ръководител гл. ас. Н. Берберова – Бухова.

Изпълняваха се и 1-вите етапи на следните договори: КП-06-Н38/7 с ръководител доц. К. Ловчинов, КП-06-Н38/8 с ръководител доц. Р. Тодоров и КП-06-Н35/15 с ръководител доц. Л. Неделчев. Всички те бяха отчетени през годината и два от тях получиха финансиране за 2-ри етап.

Продължават да се изпълняват: КП-06 Китай/1 с ръководител проф. Г. Дянков (финансиран за 2-ри етап), КП-06 Русия/7 с ръководител проф. Е. Стойкова (финансиран за 2-ри етап), КП-06-ДБ/3 Петър Берон с ръководител проф. В. Маринова и КП-06-М 48/3 на д-р Росен Георгиев.

През м.април 2021 г. стартира изпълнението на Договор ДК1/10, в който ИОМТ е партньор, ръководител проф. Н. Малиновски.

От м.ноември и м.декември са зачислени двама чуждестранни докторанти, чиято съвместна докторантура е финансирана от проект „Мария Склодовска–Кюри” на Европейския съюз, част от Рамкова програма за наука и иновации „Хоризонт 2020”. Определени за научни ръководители са проф. Е. Стойкова и доц. В. Маджарова.

Успешно приключиха обществени поръчки за закупуване на ДМА, касаещи работата на Национален център по мехатроника и чисти технологии, в който ИОМТ е партньор.

В края на 2021 г. започнаха два нови проекта: КП-06-Н58/2 с ръководител Д. Карашанова и КП-06-Н58/12 с ръководител проф. В. Маринова, в които Институтът е партньор.

През 2021 г. се осъществяваха дейности по споразумение за партньорство Д01-392/18.12.2020 г. за осигуряване на поддръжане, модернизирани и устойчиво развитие на обекта „Национален център по биомедицинска фотоника“, включен в НПКНИ. Координатор за ИОМТ е проф. Г. Дянков.

В изпълнение на условията, залегнали в упоменатите договори с външно финансиране значима част от закупените дълготрайни активи, всички командировки в страната и чужбина, по-голямата част от материалите и външните услуги, основната част

от възнагражденията на наетия извън щатното разписание персонал по трудови правоотношения и на лицата по извънтрудови правоотношения са за сметка на средствата, получени по тези договори:

- изплатени извънщатни трудови възнаграждения – 175 913 лв.
- извънтрудови възнаграждения в размер на 109 340 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:

- придобити дълготрайни материални активи (апаратура и оборудване) на стойност 836 330 лв.;
- придобити компютри и хардуер на стойност 27 996 лв.;
- програмни продукти и лицензи за програмни продукти – 2 424 лв.;
- за материали с общо и специализирано предназначение, компютърни компоненти, принадлежности и тонер са изразходвани 81 793 лв.;
- за външни услуги, от които значителна част са таксите правоучастие – 41 721 лв.;
- за участие в различни научни прояви са осъществени командировки в страната за 17 445 лв. и в чужбина за 7 810 лв.

През 2021 г. ИОМТ продължи да води последователна финансова политика, съобразена с икономическата обстановка в страната и с бюджетните ограничения, наложени на БАН през изминалите години. Оптимизъм внася нарастналият брой проекти, получили финансиране през последните 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 дейност на ИОМТ през 2021 г. е въведена в системата SONIX на БАН. Списъкът на излезлите от печат публикации през 2021 г. и списъкът на цитиранията през 2021 г. са приложени към настоящия отчет във вида им, генериран от системата SONIX. Общият брой публикации за 2021 г. е 110, като 98 са излезли от печат и 12 публикации са приети 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 2021	98
Публикации в WoS и Scopus	90
Публикации с импакт-фактор (IF) и импакт-ранг (SJR)	83
Q1 (оглавява ранглиста)	1
Q1	33
Q2	18
Q3	3
Q4	19
Публикации с импакт-ранг (SJR)	9
Публикации в WoS и Scopus без IF и SJR	7
Реферирани научни публикации в издания, неиндексирани в WoS, Scopus	5
Други	3
Приети за публикувани трудове за 2021	12
Публикации в WoS и Scopus	12
Публикации с импакт-фактор (IF) и импакт-ранг (SJR)	12

Q1 (оглавява ранглиста)	0
Q1	6
Q2	0
Q3	2
Q4	4
Публикации с импакт-ранг (SJR)	0
Публикации в WoS и Scopus без IF и SJR	0

За 2021 г. са забелязани 751 цитата, които са разпределени както следва:

В WoS и Scopus	631
В други международни издания и патенти	96
В национални издания	6
В дисертации в чужбина	18
В материали от депозитни бази (не влизат в отчета)	6

ИОМТ активно използва представянето на конференции като механизъм за разпространение на научните резултати. Участието в международни конференции през 2021 г. се осъществи отново предимно в онлайн формат поради пандемичната обстановка в света. През 2021 г. специалисти от ИОМТ са участвали в 24 международни конференции, включително конференции на OSA (понастоящем OPTICA), SPIE и конференции с публикуване в IOP и 8 национални конференции, на които са изнесли 96 доклада. На международните конференции са изнесени 2 поканени лекции, 29 устни доклада и са представени 35 постера. Общият брой представяния на международни конференции е 66, което е много добър резултат в условията на световна пандемия. На националните конференции са изнесени 4 поканени лекции, 12 устни доклада и са представени 14 постера. Общият брой представяния на национални конференции е 30. Получена е награда за представяне на национална конференция. Специалисти от ИОМТ са членове на организационни комитети и съпредседатели на 2 международни и 2 национални конференции.

Информационната дейност на ИОМТ включва и поддържането на уебсайта на института <http://www.iomt.bas.bg>. Уебсайтът предоставя актуална информация относно научната дейност, образователната дейност, текущите събития, обявените процедури и конкурси, промените в личния състав, изпълняваните от ИОМТ проекти и обществени поръчки. Информацията се обновява своевременно и се извършва текуща поддръжка, сервиз и бекъп на всички сайтове на ИОМТ, което включва ежеседмична актуализация на системния софтуер, ежеседмичен бекъп на съдържанието на сайтовете, ежемесечно архивиране на съдържанието на сайтове на отдалечен носител, текуща корекция на забелязани бъгове в софтуера на бекенда и фронтенда, периодично рефакториране на кода на сайтовете. Извършени са около 50 промени през годината. Общият брой посещения от създаването на уебсайта през 2011 г. е над 540 000 пъти от над 70 000 уникални адреса.

Учени от ИОМТ са изготвили 133 анонимни рецензии на статии в реномирани списания и поредици в световните бази данни Web of Science и Scopus като Applied Optics, Journal of Applied Physics, Optik, Optics Communications, Coatings MDPI, Applied Science, Biomolecules, RSC Advances, Materials MDPI, Optics Letters, OSA Technical Digest, Sensors, Polymers, Crystals, J. Crystal Growth, Thin Solid Films, Journal of Molecular Structure и други. Специалист от ИОМТ е член на редакционния съвет на международното списание Molecules от категорията (Q1).

9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ЗВЕНТО

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. Проф. д-р Димана Назърова (ИОМТ)
8. Доц. д-р Лиан Неделчев (ИОМТ)
9. Доц. д-р Силвия Ангелова (ИОМТ)
10. Доц. д-р Виолета Маджарова (ИОМТ)
11. Проф. д-р Георги Дянков (ИОМТ)
12. Доц. д-р Константин Ловчинов (ИОМТ)
13. Доц. д-р Росен Годоров (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 No 31/24.01.2020). На 25.01.2022 г. за член на Научния съвет на ИОМТ бе избран от ОСУ на ИОМТ доц. д-р Лиан Неделчев на мястото на доц. д-р Юлита Дикова, отстранена по чл.41 от Устава на БАН (протокол No 45/25.01.2022).

10. КОПИЕ ОТ ПРАВИЛНИКА ЗА РАБОТА В ЗВЕНТО – посочва се линк към сайта на звеното, където е качен правилника.

През 2021 г. са направени промени в Правилника за работа на ИОМТ относно зачисляването на чуждестранни докторанти по член 5а от ЗВО. 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
ЗВО – Закон за висшето образование

ИЕЕС –Институт по електрохимия и енергийни системи
ИОМТ –Институт по оптически материали и технологии
ИОНХ –Институт по обща и неорганична химия
ИОХЦФ - Институт по органична химия с център по фотохимия
ИП –Институт по полимери
ИК –Институт по катализ
ИФТТ –Институт по физика на твърдото тяло
ИЧ – инфрачервен
КТ – Кодекс на труда
МОН – Министерство на образованието и науката
OLED – органични светоизлъчващи диоди
ОСУ – Общо събрание на учените
СУ – Софийски университет
ТУ – Технически 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