

ИНСТИТУТ ПО ОПТИЧЕСКИ МАТЕРИАЛИ И ТЕХНОЛОГИИ
„АКАД. ЙОРДАН МАЛИНОВСКИ“ –
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

ГОДИШЕН ОТЧЕТ ЗА 2024 ГОДИНА

1. ПРОБЛЕМАТИКА НА ИОМТ

Тематиките, по които активно работят учените в Институт по оптически материали и технологии „Акад. Йордан Малиновски“ (ИОМТ), са интердисциплинарни и са свързани с изследване на фотоиндуцираните процеси в микро- и наноразмерни слоеве и структури, оптична метрология, художествена, цифрова и поляризационна холография, разработване на високотехнологични материали, методи и технологии за оптични приложения и гъвкава прозрачна електроника, създаване на нови материали и регистриращи системи с приложение в екологията, биомедицинските изследвания, хранителната промишленост, неразрушаващия контрол и опазване на културното наследство. Научно-изследователската дейност е организирана в две основни направления („Оптични материали“ и „Оптична метрология и холография“) и е подкрепена от Научно-техническия отдел на института.

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

ИОМТ е научно звено с водеща роля в областта на оптичните материали и технологии. В ИОМТ се провеждат насочени фундаментални изследвания, обучават се висококвалифицирани кадри и при възможност научния продукт се реализира чрез иновационна дейност и трансфер на знания към индустрията. В научната си политика ИОМТ следва Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България (НСРНИ) 2017-2030, Стратегията на развитие на БАН 2018-2030 и Стратегията за научно развитие на ИОМТ „Акад. Йордан Малиновски“ – БАН 2018-2030. Изпълняват се стратегическите задачи, поставени пред ИОМТ, свързани с увеличаване на публикациите в реномирани списания с импакт-фактор и особено в такива от категория Q1 и Q2, засилване на участието в национални и европейски проекти, участие на престижни международни форуми и разширяване на сътрудничеството с чуждестранни научни групи, обучение на дипломанти и докторанти и тясно сътрудничество с университетите, както и привличане на специализанти от чужбина, разширяване на патентната дейност и др.

Публикационната активност на ИОМТ през 2024 г. се запазва висока (79 публикувани статии), със съвсем леко увеличение спрямо 2023 г. (78 публикувани статии). Процентът статии в списания от категории Q1 (27) и Q2 (22) е 62% от всички публикувани през 2024 г. статии (същият като през 2023 г.). По групи статии се оказва, че най-висок е броят статии в списания от категория Q1. Една от 27-те статии от тази група е в списание, което за 2023 г. е на второ място в ранглистата (*Applied Catalysis B: Environment and Energy*, Rank by Journal Impact Factor (JIF), категория ENGINEERING, ENVIRONMENTAL, 1/81) и с $IF^{2023}=20.3$. Забелязва се намаляване на броя статии в списания от категория Q1 с $IF \geq 5$ (общо 3 публикации в списанията *Applied Catalysis B: Environment and Energy*, *Ceramics International* и *International Journal of Hydrogen Energy*) поради наблюдаваното понижаване на IF на списанията, в които през последните години се публикуват статии с участие на учени от ИОМТ.

В края на 2024 г. 34 изследователи от ИОМТ получиха допълнително възнаграждение за авторство или съавторство на научни публикации в списания от категории Q1 и Q2, реферирани или индексирани в световните бази данни WoS/Scopus. Сумата, получена през

2024 г. по НП „Стимулиране на публикационната активност в авторитетни международни научни списания и отворен достъп до научна информация“ публикации от 2022 г. е 52 377.62 лв., което е с около 10% повече от миналата година (47 686.53 лв.). През 2024 г. няма заявени полезни модели и изобретения. Въведените в SONIX цитати за 2024 г. са 983, като 863 от тях (88%) са в световните бази данни *Web of Science* или *Scopus*. Процентът цитати в световните бази данни *Web of Science* или *Scopus* е същият като през 2023 г., но броят цитати през 2024 г. е по-висок (за сравнение – 923 цитата през 2023 г., от които 809 в световните бази данни *Web of Science* или *Scopus*). Научните резултати са представени на множество научни форуми като 87 доклада/постера (62 представяния на международни и 25 представяния на национални/международни форуми). Проведените изследвания са подкрепени от програмно и проектно финансиране. През 2024 г. са разработвани 12 бюджетно подкрепени планови задачи. Проектите, по които ИОМТ получава финансиране през 2024 г., са общо 23 (включително приключили през годината и нови), от тях 13 са с Фонд „Научни Изследвания“ (ФНИ). ИОМТ е партньор в Център за върхови постижения по програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, както и в 2 проекта от Националната пътна карта за научна инфраструктура 2020-2027 г. (НПКНИ) - ИНФРАМАТ (Разпределена изследователска инфраструктура) и „Национален център по биомедицинска фотоника“. ИОМТ участва като партньор в научно-изследователски проект ТОСНА, финансиран по програмата *Future and Emerging Technologies (FET)-Proactive* на Horizon 2020 (приключил през юли 2024 г.), проект по EU програмата *M-ERA (2D-SPIN-MEM „Functional 2D materials and heterostructures for hybrid spintronic memristive devices“)* и на проект в рамките на акция „Мария Склодовска-Кюри“ за съвместно обучение на докторанти с чужди университети, финансиран от програмата Horizon 2020. Два проекта са подкрепени от Центъра за развитие на човешките ресурси (програма „Еразъм“), а други два проекта са финансирани по НП „Млади учени и постдокторанти-2“ - един в модул „Млади учени“ и един в модул „Постдокторанти“. През 2024 г. се изпълняват 2 проекта за международно сътрудничество в рамките на междуакадемични договори и споразумения и грантова схема на БАН – с Националния Ян Минг Чао Тунг Университет (Тайван) и с Института по микроелектроника и микросистеми (*Istituto per la microelettronica e microsistemi*) (Италия) и един проект, финансиран от Изследователски институт по електроника и телекомуникации (*Electronics and Telecommunications Research Institute, ETRI*) (Южна Корея). В края на годината стартира проект по Плана за възстановяване и устойчивост (ПВУ-26 от 04.10.2024 BG-RRP-2.014-0004) за частично обновяване и модернизация на инфраструктурата на ИОМТ за подобряване на условията на труд и работната среда.

Провеждат се съвместни изследвания с научни групи от Гърция, Дания, Канада, Китай, Италия, Ирландия, Испания, Румъния, САЩ, Тайван, Чехия, Финландия, Франция, Южна Корея и Австралия. През 2024 г. ИОМТ е организатор на традиционния Пролетен семинар на докторантите и младите учени от институтите на БАН „Интердисциплинарна химия“ (XVII Пролетен семинар „Интердисциплинарна химия“, 23.04.2024 г. – 25.04.2024 г.). На 15 август в Центъра за върхови постижения „Мехатроника и чисти технологии“ – кампус „Гео Милев“ се проведе Българо-тайванска работна среща, а на 10-11 октомври - Българо-корейска работна среща. Учени от ИОМТ са изготвили 83 анонимни рецензии на статии в реномирани списания и поредици, като се наблюдава намаляване на броя изготвени рецензии спрямо предходната година (от 110 до 83).

Постигнатите резултати в научноизследователската дейност през 2024 г. са в съответствие с мисията и научните приоритети на ИОМТ и отговарят на утвърдените научни тематики по направления. За поредна година се отчита устойчиво развитие.

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

В изпълнение на НСРНИ, през 2024 г. в ИОМТ продължи провеждането на фундаментални научни изследвания в следните приоритетни направления за насочени фундаментални изследвания (ПННФИ) на НСРНИ:

- **ПННФИ 1 „Повишаване конкурентоспособността и продуктивността на икономиката в съответствие с тематичните области на ИСИС“**

В ИОМТ се провеждат фундаментални научни изследвания, които попадат в тематична област „Мехатроника и микроелектроника“ на Иновационната стратегия за интелигентна специализация 2021-2027 г. на Република България (ИСИС). През 2024 г. за първи път е демонстрирано приложение на нанослоевете от PtSe₂ като прозрачни проводими електроди в PDLC структури, работещи като светлинни превключватели в близката инфрачервена област, което ги прави обещаващи кандидати за интегриране в ITO-free оптоелектронни устройства, интелигентни прозорци и енергоспестяващи алтернативи. Получени са моно- или многослойни MoS₂ люспи с латерални размери над 10 μm чрез двуетапен процес на CVD техника за отлагане и е демонстриран фоторезист, поляризационно чувствителен при осветяване с 405 nm. Чрез атомно послойно отлагане (ALD) са получени високо хидрофобни AZO (ZnO, легиран с Al) слоеве с изключително ниска повърхностна свободна енергия и асемблирани в течнокристални (LC) дисплей устройства, като за първи път е установено, че AZO могат да функционират едновременно като електрод и ориентиращ слой в LC устройство, осигуряващ равномерна вертикална ориентация на LC молекулите, независимо от знака на диелектричната анизотропия.

За създадената в ИОМТ установка за електроспрей е проектирана и изработена тройна електростатична леща, която позволява фокусиране на заредения поток от частици на отлаганото вещество, подобрявайки по този начин функционалността на установката. Продължени са дейностите, свързани с разработване на импедансометрични сензори за био и физикохимични величини. Към конструирания прототип на портативен импедансметър е адаптиран сензор за регистриране на електрични сигнали от биологични обекти. С помощта на еталонен прибор с метода на импедансната спектроскопия са установени параметри на сензора. Съвместната работа на импедансметъра и сензора е демонстрирана чрез снемане зависимости на капацитета от напрежението. Импедансните измервания са високочувствителен и селективен метод за изследване на физични, химични, биологични обекти и материали – фотоволтаични и електрохимични клетки, тънки слоеве, живи организми, както и на процесите, протичащи в тях или при взаимодействието им с околната среда.

С оптична кохерентна томография (ОКТ) са изследвани тъкани и многослойни структури. Разработен е модел, основан на невронни мрежи, който позволява реконструирането на ОКТ изображенията от ОКТ данните линейни по дължина на вълната, без необходимостта от прекалибриране на сигнала по вълново число.

- **ПННФИ 3 „Подобряване на качеството на живот – храни, здраве, биоразнообразие, опазване на околната среда, градска среда и транспорт и др.“**

След предварително компютърно проектиране са отложени експериментално 3- и 5-слойни стекове от зол-гел Nb₂O₅ матрица и наночастици от SiO₂ с различна концентрация, които успешно са използвани за оптично детектиране на пари на ацетон.

Квантово-химичните методи са успешно приложени за изследване на структурата и свойствата на нови съединения с потенциално спазмолитично и противовъзпалително действие, както и за изследване на пептиди, изолирани от мляко. Моделирани са взаимодействията на биологични лиганди (протеини, нуклеинови киселини и др.) с нативни/чужди метални катиони и/или лекарствени молекули.

Съществена част от проведените в ИОМТ изследвания имат **научно-приложен характер**. Разработваните теми са в съответствие с три от седемте приоритетни направления за развитие на приложните научни изследвания (ПНПНИ), формулирани в НСРНИ:

- **ПНПНИ 3 „Здраве и качество на живот. Превенция, ранна диагностика и терапия. Зелени, сини и екотехнологии, биотехнологии, екохрани“**

В това научно направление са продължени дейностите по детектиране на биомолекулни реакции в конвенционалния спектрален диапазон и са извършени дейности по разработване и тестване на метод, базиран на SPR (Surface Plasmon Resonance) анализ в близката инфрачервена област (1 – 2.5 μm) и приложението му за детектиране на биомолекулни взаимодействия и кинетичен анализ на цитопролиферативна и антивирусна ефективност на химиотерапевтици. През 2024 г. е създадена експериментална установка за IR-SPR детекция, детектирани са биомолекулни реакции в IR диапазона и са установени точност и чувствителност на метода. Разработена е методика за подготовка на чиповете за отлагане на клетките: специфична обработка на повърхността с химични детергенти, стерилизация и автоклавиране.

Разработен е модел с невронни мрежи, който позволява едновременно намаляване на шума и времето на обработка на ОКТ изображения на различни биологични образци. Разработен е специализиран софтуер за динамичен спекъл метод в ОКТ за изследване на влиянието на различни екологични фактори върху развитието на растенията. Така предложените методи имат потенциал за приложение в био-медицинските изследвания.

Атомно-силова микроскопия (AFM) е приложена за определяне на топографията, повърхностната грапавост и модула на еластичност на лимфоцити, изолирани от пациент с хронична лимфоцитна левкемия (ХЛЛ) и здрави индивиди. Прилагането на AFM показва потенциал за разграничаване на неопластични клетки от нормални лимфоцити и оценка на ефикасността на анти-левкемичните лечения.

Изследвано е влиянието на различни фактори (химически и фазов състав на подложката, рН и концентрацията на водния разтвор на триптофан, време на потапяне на подложката) върху процеса на функционализация на триптофан върху подложки за повърхностно усилена Раманова и флуоресцентна спектроскопии. За подложки са използвани тънки поликристални слоеве от благородни метали (злато и сребро) и p-block метали и интерметалните съединения AgCd , AgIn_2 , Ag_3In , Ag_3Sn и Ag_3Sb . Установено е, че чрез използване на различни p-block метали в сплави със сребро и злато е възможно да се постигне контрол на взаимодействието на функционалните групи на аминокиселини с подложката.

- **ПНПНИ 5 „Материалознание, нано и квантови технологии“**

През годината са продължени изследванията на наноматериали чрез метода на електронната микроскопия. Определени са морфологията, микроструктурата и фазовият състав на наночастици, получени чрез „зелен“ синтез и чрез лазерна аблация от монометални и смесени мишени, на различни каталитични материали, проследено е влиянието на нативния SiO_2 върху синтеза на SiC . Чрез метода на електронна дифракция са доказани фази и фазови преходи в изследваните наноматериали, което е от съществено значение за обяснение на техните свойства и приложения, за изясняване на механизмите на някои процеси, в които участват наноматериали, както и за потвърждаване на технологиите им на синтез.

Синтезирани са висококачествени наноматериали от PdSe_2 и WTe_2 . Изследвана е анизотропната динамика на спинове в равнина при стайна температура в графен, индуцирана от близостта на PdSe_2 . Доказано е, че петогълният PdSe_2 , характеризиращ се с уникална анизотропия в равнината, индуцира безпрецедентен регулируем SOC в графен. Измерванията разкриват забележителна 10-кратна модулация на живота на спина за спинове, ориентирани в равнината на графена при стайна температура. Проведени са експерименти за характеризиране на транспортните свойства на WTe_2 и V:WTe_2 , наблюдавани са и ефекти на

магнитна близост (*proximity effect*), когато WTe_2 е в контакт с полупроводников феромагнетик $Cr_2Ge_2Te_6$.

Проследена е промяната на абсорбционния спектър на тънки слоеве от азополимера PAZO (poly[1-[4-(3-carboxy-4-hydroxyphenylazo)benzenesulfonamido]-1,2-ethanediyl, sodium salt) при повишаване на температурата от стайна до $300^\circ C$. Установено е, че при температура около $250^\circ C$ абсорбцията за $\lambda=532$ nm се повишава значително, което води до близо 70% повишаване на двулъчепречупването при тази дължина на вълната на термично обработените слоеве спрямо необработените. Систематично е изследвано образуването на комплекси между кукурбит[7]урил (CB[7]) като система-домакин и серия лазерни багрила и полимер PAZO като молекули-гости. Наличието на натриев йон се оказва критично важно за включването на страничната верига на PAZO в кухината на молекулата-домакин. Получените резултати дават ценни сведения за образуването на комплекси, което силно влияе върху свойствата на багрилата и полимера. Това има значение за проектирането на системи от типа багрило-CB[7] в различни разтворители или матрици, с потенциални приложения във фотониката и материалознанието. Получени са нанокмпозитни тънки слоеве от азополимера PAZO, дотиран с квантови точки (КТ) от InP/ZnS (7.5 nm) с три различни концентрации: 1, 2 и 10 wt. %. Установено е, че оптималната концентрация на КТ е 1% и при нея се постига 35% увеличение на Δn_{max} при 355 nm и 25% увеличение при 444 nm.

Динамичният спекъл анализ е използван за изследване на модерни композитни материали посредством удар с висока скорост. Проведен е уникален експеримент със свръхбърза камера, записваща 100 000 кадъра в секунда. Обработката на записаните данни е извършена с използване на алгоритми, базирани на две изображения и усредняване в пространството. Доказана е ефективността на динамичния спекъл анализ за проследяване на бързо протичащи процеси с променлива във времето статистика на спекъла. Въведена е кумулативна карта на активността за оценяване на настъпилите промени в образеца.

Квантово-химични методи са приложени за охарактеризиране на структурите и свойствата на нови органични съединения и комплекси; изследвани са механизмите на образуване на супрамолекулните структури и са определени основните физични фактори, обуславящи техните физикохимични/фотохимични свойства. Всички изследвани обекти (органични съединения и комплекси) са с потенциално приложение в нанотехнологиите, зелената химия, проектирането на катализатори и сензори, медицинската химия (доставка на лекарства, биомаркиране) и др.

- **ПНПНИ 6 „Информационни и комуникационни технологии“**

Продължени са изследванията в областта на цифровата поляризационна холография, свързани с анализ на поляризационните свойства на оптични елементи, записани чрез този метод, както и запис на по-сложни структури. Изградена е уникална за България оптична система за цифрова поляризационна холография, която позволява запис на сложни поляризационно-селективни оптични елементи. Получени са поляризационни структури (1D и 2D) едновременно със сравнително голяма площ и висока пространствена честота. Извършен е анализ на техните поляризационни свойства и е показано, че използвайки само 4 стъпки на стойностите на азимута: 0° , 45° , 90° и 135° е възможно да се постигнат характеристики, много близки до теоретичния модел на „идеална“ поляризационна решетка. Изградена е оптична схема за анализ на поляризационни дифракционни решетки чрез поляризационна камера. Установено е, че с наличните оптични елементи и обективи на поляризационната камера не е възможно да се постигне разделителна способност от порядъка на единици микрони, необходима за изследването на записваните поляризационни структури. Проведени са симулации на влиянието на шумовете при запис на четири фазово-отместващи холограми с пространствено-некохерентно осветяване и възстановяване на образа на обекта. Като основни източници на шум са разгледани дробовият шум при запис и квантуването на сигнала. С помощта на симулации и експерименти е установено, че

силното зашумяване на възстановения образ в цифровата холография с пространствено некохерентно осветяване се дължи преди всичко на дробовия шум.

1.3. Полза / ефект за обществото от извършваните дейности

- От полза за обществото са научните (фундаментални и приложни) изследвания и иновационните дейности на ИОМТ, свързани с разработването на съвременни високотехнологични материали, методи и технологии за оптични приложения и гъвкава прозрачна електроника, създаване на нови материали за сензорни системи с приложение в екологията и здравеопазването. Реализацията на научните знания, научните резултати и на иновациите спомага за задоволяване на нуждите на обществото от нови материали, процеси и услуги - както в неговите ежедневни потребности, така и за преодоляването на глобални предизвикателства във важни области като здравеопазване, цифрови технологии, климат, екология, енергетика, мобилност, храни и природни ресурси. ИОМТ провежда активна политика по отношение стимулиране на патентната дейност и трансфера на технологии, както и за широко разпространение на научните резултати, което се явява важен фактор за бърза реализация на научния продукт и съответно за извличане на полза/ефект за обществото.

- Подготовката на висококвалифицирани специалисти, включително студенти, млади учени, докторанти и постдокторанти, също е важно за обществото. В ИОМТ през 2024 г. са обучавани 8 докторанта (7 редовно и 1 задочно обучение), 4 от които са чужденци (от Индия, Руска федерация, Турция). По този начин се създават обучени кадри, които са конкурентноспособни на пазара на труда, както в България, така и в чужбина.

Изключително ползотворно е сътрудничеството със средните общообразователни училища и центрове за професионално обучение - ИОМТ активно организира прояви за популяризиране на науката и се стреми да привлича младите хора към науката. ИОМТ-БАН участва (в качеството си на образователна и научна институция и работодател) в организираната от Физически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ есенен ден на кариерата, проведен на 17 октомври 2024 г.



Фигура 1. Млади колеги от ИОМТ представят института на *Есенен ден на кариерата*, организиран от Физически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“.

Учени от ИОМТ участваха в четвъртото издание на форума „Наука за бизнес“ (11 юни 2024 г.), организиран от БАН и Изпълнителната агенция за насърчаване на малките и средните предприятия (ИАНМСП). Представените от д-р Георги Дянков и д-р Георги Маринов научно-приложни технологии бяха съответно „Биосензорна технология за детектиране на патогени/газове/пестициди“ и „3D принтер за микро- и наноразмерни обекти“. Бяха демонстрирани прототипи на биосензорното устройство и 3D принтера.



Фигура 2. Презентация на научни-приложни разработки и демонстрационен щанд на ИОМТ на форум „Наука за бизнес“.

1.4. Взаимоотношения с други институции

Изпълнението на договори по научно-изследователски проекти е свързано с провеждане на съвместни изследвания с други научни организации. През 2024 г. в ИОМТ са проведени съвместни дейности на национално ниво с институти на БАН, с висши учебни заведения и научни организации. ИОМТ има дългогодишно сътрудничество със средните общообразователни училища и центрове за професионално обучение. Ученици от три столични училища посетиха института през 2024 г. – ЧСУ „Наука за деца“ (27.02.2024 г.), НПГПТО „М. В. Ломоносов“ (26.04.2024 г.) и Британско училище в София (13.11.2024 г.) и се запознаха с работата на колегите в различните лаборатории, както и с възможностите на модерната апаратура в института. Студенти в ОКС „Магистър“, специалност „Електроника“ в Технически университет, посетиха ИОМТ на 11.12.2024 г. За тях бяха представени лекции и лабораторни демонстрации.



Фигура 3. Ученици от НПГПТО „М. В. Ломоносов“ (А), Британско училище в София (Б), и на студенти от ТУ (В) на посещение в ИОМТ.

През 2024 г. 6 хабилитирани учени от ИОМТ са участвали като експерти в научни журита по процедури за научни степени и академични длъжности в институти на БАН (ИФТТ и ИЕ), СУ „Св. Климент Охридски“, ХТМУ, Национален център по заразни и паразитни болести и University of Naples Federico II, Италия, като са изготвени 5 рецензии и 4 становища (общо 9 рецензии/становища). Учени от ИОМТ участват в експертни органи в областта на науката и висшето образование: Постоянна комисия по природни науки, математика и информатика към НАОА, Постоянни научно-експертни комисии по Химически науки и по Физически науки към ФНИ, Временна научно-експертна комисия по Химически науки, Комитет за мониторинг и оценка на процедура „Създаване на мрежа от изследователски висши училища в България“ към ПВУ, Научно-иновационен съвет „Ресурсна ефективност и кръгова икономика“ към ПВУ и др.

През 2024 г. са изготвени 19 експертни оценки за проектни предложения в конкурси на ФНИ и междинни/окончателни отчети на проекти, финансирани от ФНИ. Учени от института са участвали като външни оценители по проект на СУ „Маркер за иновации и технологичен трансфер (SUMMIT)“. Изготвени са 83 анонимни рецензии на статии в реномирани списания и поредици.

Учени от ИОМТ са членове на престижни научни организации: SPIE, European Physical Society, OPTICA (преди OSA), Academia NET, American Chemical Society, Materials Research Society, Women in Optics, European Peptide Society, Съюз на учените в България, Съюз на физиците в България, Съюз на химиците в България, Българско кристалографско дружество и др.

1.5. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата

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

Редица предприятия, научни и образователни институции са потребители на високоспециализирани аналитични изследвания и експертиза, предоставени от ИОМТ през 2024 г. Учени от ИОМТ са оценители по национални и международни програми, както и на проектни предложения, подадени в конкурси на ФНИ и отчети за изпълнение на проекти, финансирани от ФНИ. С експертния си опит сътрудници на Института са привлечени като членове в комисии и различни правителствени и национални организации:

- Постоянна комисия по природни науки, математика и информатика – НАОА – доц. д-р Димитрина Керина;
- Комитет за мониторинг и оценка на процедура „Създаване на мрежа от изследователски висши училища в България“ към ПВУ (учен - експерт, координиращ Пловдивски Университет) – проф. д-р Цветанка Бабева;
- ПНЕК по химически науки, ФНИ (зам. председател) – проф. д-р Даниела Карашанова;
- ПНЕК по физически науки, ФНИ (член) – проф. д-р Димана Назърова;
- ВНЕК по химически науки, ФНИ (зам. председател) – проф. д-р Даниела Карашанова.

Над 40 предмета от колекцията от уникални художествени холограми на исторически и културни артефакти са изложени в постоянната експозиция на ИОМТ, представяйки по уникален начин завладяващото историческо наследство на България. Изложбата включва холограми на обекти от Панагюрското съкровище, Рогозенското съкровище, Требенишкото



съкровище в Република Северна Македония, артефакти от Самуиловата крепост в гр. Петрич и от Перперикон, холограми на реликви на Васил Левски и други.

Фигура 4. Холограми от постоянната експозиция на ИОМТ.

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



ИОМТ-БАН е партньор по Модул I (Синтез и изследване на нови материали) по проект ИНФРАМАТ - разпределена инфраструктура от центрове за производство и изследване на нови материали и техните приложения,

както и за консервация, достъп и е-съхранение на археологически и етнографски артефакти, част от Националната пътна карта за научна инфраструктура, финансирана от Министерството на образованието и науката. На територията на ИОМТ се намират 13 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 доц. д-р Катерина Лазарова. През 2024 г. са изпълнявани два договора по проект ИНФРАМАТ. Във връзка с възникнала повреда на елипсометър с променлив ъгъл, който е част от инфраструктурата на ИНФРАМАТ, е извършено сервизно обслужване на апарата от фирмата доставчик. Благодарение на това апаратът отново е в експлоатация след дълго прекъсване. Периодично са осигурявани необходимите газове за дейността на всички инфраструктурни единици, работещи с този консуматив. За нуждите на атомно-силов микроскоп MFP-3D (AFM) са закупени необходими за неговото функциониране консумативи. В периода януари - декември 2024 г. с помощта на изследователско оборудване, част от ИНФРАМАТ инфраструктура в ИОМТ-БАН, са изпълнявани задачи и измервания по над 20 проекта/договора, голяма част от които са на други научни организации, институти на БАН и др. Извършени са изследвания по заявки за външни потребители за над 15 публични и държавни организации, както и за множество партньори от ИНФРАМАТ. По двата договора са отчетени над 35 участия в научни форуми (постерни и устни доклади с изказана благодарност към проекта), както и около 30 статии с резултати, получени с помощта на ИНФРАМАТ оборудване в ИОМТ. Дейността на ИНФРАМАТ инфраструктура, и в частност апаратурата, която е част от инфраструктурата на ИОМТ, е популяризирана чрез представяне на възможности за анализ, измервания и предлагани услуги, на четвъртото издание на форума „Наука за бизнес“ с нетуъркинг, проведено в Интер Експо Център на 11 юни 2024 г.



ИОМТ-БАН участва в 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. Националният център по мехатроника и чисти технологии се състои от консорциум от 17 научни организации: 12 института на БАН, СУ,

ТУ – София, ТУ – Варна, ТУ – Габрово, ХТМУ, като водеща организация за изминалия първи етап беше Институтът по обща и неорганична химия – БАН. Ръководител за ИОМТ е проф. д-р Цветанка Бабева.

Изминалата година беше преходна за проекта и въпреки, че нямаше финансиране, дейностите бяха продължени. През месец март 2024 г. беше създадено Сдружение Национален център за върхови постижения, мехатроника и чисти технологии, в което ИОМТ е съучредител. Екипът от ИОМТ се включи в разработването на програмата с бизнес план за следващия период. ИОМТ ще разработва функционални материали и структури за фотониката и оптоелектрониката и ще бъдат провеждани съвременни безразрушителни тестове. В края на месец септември 2024 г. беше внесено проектното предложение на Сдружението по процедура BG16RFPR002-1.014 - Устойчиво развитие на Центрове за върхови постижения и Центрове за компетентност, в т.ч. и на конкретни инфраструктури или техни обединения от НПКНИ от Оперативна програма „Научни изследвания, иновации и дигитализация за интелигентна трансформация“ (ПНИИДИТ). През годината бяха изготвени кратки инструкции за техническа експлоатация на всички апарати, разположени в двете лаборатории на ИОМТ в кампус „Гео Милев“, блок 29, както и кратки инструкции за безопасна работа. Продължи също и научно-изследователската работа. Резултатите са представени в 14 публикации (7 в списания с импакт фактор и 7 в списания с импакт-ранг).



Проект BG-RRP-2.014-0004: „Частично обновяване и модернизация на инфраструктурата на ИОМТ за подобряване на условията на труд и работната среда“, ръководител проф. д-р Цветанка Бабева.

Проектът е финансиран от Процедура BG-RRP-2.014 „Частично обновяване и модернизация на инфраструктурата на научни звена на БАН“ за директно предоставяне на средства на конкретни крайни получатели за изпълнение на инвестиция С2I2: „Повишаване на иновационния капацитет на Българската академия на науките в сферата на зелените и цифровите технологии“ по Националния план за възстановяване и устойчивост. Проектът стартира на 04.10.2024 г. и е с продължителност до 30.08.2025 г., а полученото финансиране е 301 833.09 лв.

Проектът е насочен към частично обновяване и модернизация на обособена част от ИОМТ, включваща 2 лаборатории, 1 склад, 3 кабинета, 2 сервизни помещения и прилежащите фойета и коридори с обща площ от 355 кв. м. Целта е подобряване на условията на труд и вътрешния микроклимат в изброените помещения за извършване на НИРД в областта на зелените и цифрови технологии. Целевите групи са научни работници, докторанти и студенти, с различна степен на експертиза и ниво в йерархията, извършващи НИРД в областта на зелените и цифрови технологии. Предвидените дейности включват строително-монтажни работи за вътрешно реновиране, както и доставка и инсталиране на лабораторно и офис обзавеждане и съоръжения за създаване на безопасни и здравословни условия на труд. Като резултат от проекта се очаква да се подобрят условията на труд в изброените обекти на интервенция, което от своя страна да мотивира допълнително целевите групи и да привлече още студенти, докторанти и млади учени. Това ще открие възможност за интензифициране на НИРД, привличане на допълнителни средства чрез нови проекти, както и привличане на вниманието на индустриални партньори.

През 2024 г. са извършени подготвителни работи, които включват изработване на количествено-стойностни сметки за помещенията, обект на интервенцията, провеждане на пазарна консултация за определяне на индикативните цени и подготовка на документацията за провеждане на обществена поръчка.



ИОМТ участва като партньорска организация в проект по НПКНИ 2020-2027 „Национален Център по Биомедицинска Фотоника – НЦБФ“, ръководител за ИОМТ е д-р Георги Дянков.

През 2024 г. по договор Д01-352/13.12.2023 г. „Национален център по биомедицинска фотоника – НЦБФ“, са изпълнени следните дейности:

- Доставена е апаратура за изграждане на експериментална установка за спектрален плазмонен резонанс в инфрачервената област.
- Изградена е установката и са направени първите експерименти;
- Продължи работата по детекция на патогени, като основните резултатите са:
 - За първи път е доказано, че реакцията BabA-Leb, извършена от биосензор, може да бъде приложена за откриване на *H. pylori* в слюнка, което показва нейната висока специфичност и ефективност за откриване на патогена в слюнката. Тъй като тестът открива директно цели бактериални клетки, той има потенциала да преодолее някои недостатъци на използваните в момента диагностични методи. Резултатите са публикувани в списание от категория Q3;
 - Постигната е рекордна чувствителност при детектирането на *H. Pylori*;
 - от 200 CFU/ml чрез нов начин на детектиране на реакцията BabA–Leb. Постижението е публикувано в пълен текст от материали на конференция на Institute of Physics.

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2024 г.

Научноизследователската дейност в ИОМТ се провежда от две основни тематични направления със съдействието на Научно-техническия отдел. През 2024 г. изследванията обхващат изпълнението на 12 планови задачи с бюджетно финансиране, които включват частично и резултати от работа по договори, финансирани от ФНИ към МОН и по линия на международното сътрудничество. Описанието на постигнатите резултати в отчета е дадено по тематични направления и по отделни планови задачи.

Тематично направление „Оптични материали“, ръководител проф. дфн Вера Маринова

ЗАДАЧА 1: Разработване на материали за сензорни и фотокаталитични приложения, ръководител проф. д-р Цветанка Бабева

Финансиране:

- бюджетно;
- ИНФРАМАТ;
- „Национален център по мехатроника и чисти технологии“ BG05M2OP001-1.001-0008.

Цел на проекта е разработването на тънкослойни материали, получени с помощта на мокри методи на отлагане, и тяхното приложение като чувствителни среди за сензори и фотокатализатори. През втората година на изпълнение на проекта са получени следните основни научни резултати:

- Разработена е методология за нанасяне на четвърт-вълнови стекове от нанокмпозитни слоеве, изградени от зол-гел ниобиево-оксидна матрица и наночастици от SiO₂ и са отложени 3 и 5-слойни стекове, които са използвани успешно за детектиране на пари на ацетон. Оказва се, обаче, че с времето порите се запушват и чувствителността намалява значително.

- Продължени са изследванията върху дотиране на композитните ($\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2$) зол-гел слоеве с метални наночастици от Au (10 nm, 20 nm и 40 nm). Установено е, че за оптично детектиране на пари на ацетон за предпочитане е използване на Au частици с размер от 10 nm като допант. Предстои оптимизиране на концентрацията.
- Определена е оптималната дебелина на тънки полимерни слоеве, изградени от PVA с присаден N,N-диметилакриламид за получаване на висока чувствителност и най-малък хистерезис при промяна на относителната влажност в диапазона от 5 до 95 %. Оптимизираните слоеве са дотирани с метални частици от Pt с размер 5 и 30 nm, но не беше получено подобрение на оптичните сензорни свойства.
- Направено е проучване на литературата и са проведени първоначални експерименти за определяне на количеството абсорбирана вода в полимерен тънък слой с помощта на наличната кварцова микровезна. Резултатите са обещаващи и се планира продължаване на експериментите през следващата година.
- Продължени са изследванията за оптимизиране на температурата на отлагане на тънък слой от ZnO чрез електроспрей. Слоевете от ZnO са отложени върху кварцови резонатори при ниска температура (115°C), след което са загрявани при 75°C, 150°C и 300°C, като е следен сензорният им отклик. При излагане на пари на амоняк най-голяма промяна на честотата е получена при слоя без отгряване, но при измерване веднага след отлагане. За съжаление, във времето се наблюдава влошаване на сензорните свойства.
- През годината започна провеждането на експерименти за получаване на тънки слоеве от порест TiO_2 чрез зол-гел метод. Установено е, че методологията на псевдо твърд темплейт, използвана за порести тънки слоеве от Nb_2O_5 не е приложима за TiO_2 , поради което се премина към използване на „мек“ темплейт. Чрез използване на Pluronic 9400 като темплейт са получени успешно порести TiO_2 слоеве, които са характеризирани оптично. Посредством вариране на концентрацията на темплейта и режима на загряване на слоевете, е оптимизиран сензорният им отклик. Предстои по-нататъшно подобряване на свойствата им чрез дотиране с метални наночастици.
- През годината продължи работата по установката за електроспрей, като е калибрирана скоростта на помпата, проверена е точността на задаване/измерване на температурата на плочата и равномерността на загряване по повърхността ѝ. Продължи също работата по дизайн на електростатични лещи, като през годината е проектирана и изработена тройна леща.

Разпространение на резултатите: Резултатите са публикувани в 1 публикация и са представени чрез 8 доклада: 1 пленарен доклад, 2 поканени доклада, 1 доклад и 4 постера.

ЗАДАЧА 2: Наноматериали и хетеро/хибридни структури за приложения в оптиката и фотониката, ръководител проф. дфн Вера Маринова

Финансиране:

- бюджетно;
- ФНИ (КП-06-Н-68/1 от 12.2023 г., КП-06-Н-58/12 от 11.2021 г., КП-06-КОСТ/15 към КОСТ Акция СА 20116, КП-06-ДО 02/2 М-ERA-NET, 24.10.2019-24.06.2024);
- EU (ТОСНА - H2020-FETPROACT-01-2018, КП-06-ДО 02/2 М-ERA-NET, 24.10.2019-24.06.2024);
- ЕБР-БАН (Тайван и Италия).

През 2024 г. са получени следните основни резултати:

- Успешно са синтезирани равномерни и хомогенни нанослоевете от PtSe_2 върху стъклени подложки по метода „термично асистирана конверсия“ (ТАС), при атмосферно налягане и ниски температури. XPS и Raman анализите доказват наличието на висококачествени

2D PtSe₂ слоеве, като оценката на дебелината е съвместима с тази, определена чрез елипсометрия и AFM. За първи път е демонстрирано приложението на PtSe₂ като прозрачни проводими електроди в PDLC структури, които работят като светлинни превключватели в близката инфрачервена област, което прави PtSe₂ обещаващ кандидат за интегрирането му в ITO-free оптоелектронни устройства, интелигентни прозорци smart windows и енергоспестяващи алтернативи.

- Получени са MoS₂ нанолюспи чрез двуетапен процес на CVD техника за отлагане: първоначално е синтезиран слой от MoS₂ върху сапфир, който впоследствие се изпарява повторно при по-висока температура, за да се образуват моно- или няколко слоя MoS₂ люспи с латерални размери над 10 μm и височина приблизително 1.3 nm. Демонстриран е фоторезист на основата на MoS₂, поляризационно чувствителен при осветяване с 405 nm.
- Чрез техника на атомно послойно отлагане (ALD) са получени високохидрофобни AZO слоеве с изключително ниска повърхностна свободна енергия и с конкурентни оптични и електрични свойства на комерсиално достъпните FTO и ITO слоеве. Успешно са асемблирани течно кристални (LC) дисплей устройства, като измерените стойности на управляващото напрежение и времето за отклик потвърждават потенциала на AZO. За първи път (доколкото ни е известно) е установено, че AZO могат да функционират едновременно като електрод и ориентиращ слой в LC устройство, осигуряващ равномерна вертикална ориентация на LC молекули, независимо от знака на диелектричната анизотропия.
- Изследвана е проводимостта на получените нанослоеви чрез терагерцова времева спектроскопия (THz-TDS) в режим на отражение, като е демонстрирано, че само измервания на амплитудата са достатъчни за точното характеризиране на листовото съпротивление, благодарение на високата чувствителност на предлаганата техника към образци с нанометрична дебелина. Предложената техника е проста, неразрушаваща и не изисква отлагане на електроди или директен контакт с пробата, което може да компрометира измерването или доведе до повреда на пробата, особено в случай на слой с дебелина няколко nm.
- Успешно са синтезирани монокристали от паладиев диселенид (PdSe₂) по метода на високотемпературните разтвори (флюсов метод) в област, където наличието на обемни образци с високо качество и голяма площ все още е предизвикателство. Доказана е силно зависещата от броя на слоевете ширина на забранената зона и високи стойности на анизотропията. Установен е модел на 2D слоеста структура със силно анизотропни свойства с помощта на поляризирана Raman спектроскопия.

Разпространение на резултатите: Резултатите са публикувани в 11 статии, от които 9 в списания с импакт фактор и 2 с SJR, както и 6 статии от конференции, рецензирани и отпечатани в пълен текст. Представени са 35 доклада/постерни съобщения на национални и международни конференции (в това число 6 поканени доклада, 8 доклада и 21 постера).

ЗАДАЧА 3: Наноструктуриране на тънки филми и многослойни покрития от благородни метали и p-block елементи, ръководител доц. д-р Росен Тодоров

Финансиране:

- бюджетно;

Целта на задачата е да се установят условия за отлагане на тънки слоеве от метали и биметални сплави на базата на сребро, злато и химични елементи от p-block на Периодичната система, да се изследват техните структури и оптични свойства в зависимост от условията на получаване и вида на подложката. През 2024 г. е изследван процесът на функционализация

на триптофан върху подложки за повърхностно усилен Раманова и флуоресцентна спектроскопии в зависимост от химическия и фазов състав на подложката, рН и концентрация на водния разтвор на триптофан, време на потапяне на подложката. За подложки са използвани тънки поликристални слоеве от благородни метали (злато и сребро) и p-block метали и интерметалните съединения AgCd, AgIn₂, Ag₃In, Ag₃Sn и Ag₃Sb.

Елипсометрични измервания са използвани за определяне на комплексната диелектрична функция на металните покрития, използвани като подложки, както и за определяне на дебелината на формирания слой от триптофан върху тях в зависимост от концентрацията на триптофан във водния разтвор (в експериментите са използвани концентрации от 0.1 до 10⁻¹⁰ wt %), рН и време на потапяне (от 5 min до 72 h). Резултатите показват, че 5 min са достатъчни за формиране на тънък слой от триптофан с различна дебелина в зависимост от концентрацията на разтвора.

Ултравиолетова повърхностно-усилен флуоресцентна спектроскопия на основата на LSPR. Проследена е зависимостта на максимума на емисия на триптофан при възбуждане с дължина на вълната 254 nm от концентрацията и рН на водния разтвор. Установено е, че в зависимост от вида на p-block метала в сплави със сребро може да се контролира енергията на преход на електроните от 4d нивото на среброто и съответно енергийният и електрон-енергийният трансфер между молекулите на триптофана и металните наноструктури, които определят времето на затихване или усиление на флуоресцентната емисия. Позицията на пика на емисията при 347 nm показва, че при рН = 2, триптофанът основно взаимодейства чрез аминокислотната си група с подложката, докато при рН = 7 максимумът на емисия се отмества батохромно, което показва взаимодействие както с аминокислотната, така и с карбоксилна група.

Повърхностно-усилен Раманова спектроскопия. За проверка на усиляването на сигнала и установената възможност за селективно свързване на металните и интерметалните тънки слоеве с аминокислотната група на триптофана е използвана повърхностно-усилен Раманова спектроскопия. Установено е влияние на състава на подложката върху симетричните и асиметричните модове на карбоксилната група, линията на аминокислотната група при ~ 1600 cm⁻¹, и отместване на NH₃⁺ свободните трептения при 1065 cm⁻¹ и поява на Me-N трептения при 1132 cm⁻¹ или пикове на метал-комплекс при ~ 1080 и 1157 cm⁻¹.

За проверка на получените резултати са снети Рамановите спектри на смес от бетаметазон и гентамицин върху чисти подложки, върху метални слоеве и върху слоеве от същия метал/съединение, предварително функционализирани с 10⁻⁸ % триптофан. За целта е използван медицинският препарат Гентазон, съдържащ 0.1 mg/ml Betamethasone и 0.3 mg/ml Gentamicin, разтворени в дестилирана вода. Тази комбинация е подходяща, тъй като Рамановите спектри на тези 2 вещества не се припокриват със спектъра на триптофана.

Двете вещества са използвани за различни цели на изследването:

- Усилване на сигнала – поради сравнително ниската концентрация на бетаметазон (стероиден препарат) и добре изразеният Раманов спектър, може да се наблюдава и анализира ясен сигнал. Резултатът от изследването е, че при пробите без метал няма сигнал - среброто и индийят усилват добре, съединението и функционализираните слоеве „гасят“ сигнала.
- Функционализация/химично свързване на аминокислотни групи – гентамицинът е аминогликозиден антибиотик, съдържащ много свободни аминокислотни групи, които могат да се свържат с металната подложка. При функционализираните с триптофан подложки, изчезването на сигнала на триптофана предполага заместване на триптофана с гентамицин върху подложката и обратно, ако се наблюдават линиите както на триптофана, така и на гентамицина, то триптофанът остава свързан с метала чрез карбоксилните си групи. Такъв спектър е наблюдаван в случай на подложки от сребро и индий, докато при тънък AgIn₂ слой липсват всички линии на триптофана. Проблем е, че такъв вид подложка няма много добри усиляващи свойства.

Разпространение на резултатите: Резултатите са публикувани в 1 статия в списание с SJR. Резултатите са представени на 2 научни форума като 1 поканен доклад, 1 устен доклад и 1 постер.

ЗАДАЧА 4: Изследване и анализ на морфометричните и механичните характеристики на формените елементи с помощта на атомно силов микроскоп, ръководител доц. д-р Величка Стрижкова

Финансиране:

- бюджетно;
- ИНФРАМАТ.

Топографията, повърхностната грапавост и модулът на еластичност на лимфоцити, изолирани от пациент с хронична лимфоцитна левкемия (ХЛЛ) и здрави индивиди, определени с помощта на атомно силова микроскопия (AFM) разкриват значителни разлики в механичните характеристики на левкоцитите, изолирани от пациент с ХЛЛ и здрав индивид. Коефициентът на еластичност на мембраната на лимфоцитите, получени от пациент с ХЛЛ при поставяне на диагнозата в сравнение със данните за здрави индивиди на същата възраст, е двойно по-висок. След прилагане на терапия с Obinutuzumab/Venetoclax, се наблюдават две клетъчни популации, като стойностите на коефициента на еластичност са близки и по-ниски от тези на здрав индивид. Следователно с напредване на болестта се забелязват промени в биофизичните свойства на лимфоцитите и в стойностите на модула на Юнг, които могат да се разглеждат като биофизични маркери за хронична лимфоцитна левкемия. Приложението на комбинацията Obinutuzumab+Venetoclax възстановява до голяма степен механичните свойства на CLL клетките спрямо тези на здравите лимфоцити. Прилагането на AFM показва потенциал за разграничаване на неопластични клетки от нормални лимфоцити и оценка на ефикасността на антилевкемичните терапии.

Разпространение на резултатите: 1 постер и 1 статия в списание от категория Q2.

ЗАДАЧА 5: Повърхнинен плазмонен резонанс в близката инфрачервена област (1-2.5 μm), базиран на дифракционни решетки, ръководител д-р Георги Дянков

Финансиране:

- Бюджетно;
- ФНИ (КП-06-ПН78/9);
- Д01-352/13.12.2023 г. „Национален център по биомедицинска фотоника“.

Получени основни научни резултати през 2024 г.:

1. Създадена е експериментална установка за IR SPR детекция.
2. Детектирани са биомолекулярни реакции в IR диапазона и са установени точност и чувствителност.
3. Разработена е методика за подготовка на чиповете за отлагане на клетките: специфична обработка на повърхността с химични детергенти, стерилизация и автоклавиране.
4. Продължена е работата по детектиране на биомолекулярни реакции в конвенционалния спектрален диапазон.

Разпространение на резултатите: Резултатите са публикувани в 6 статии – 1 в списание от категория Q1, 2 в списания от категория Q3 и 3 в списания с SJR. Докладвани са на 1 международен научен форум като 1 доклад и 1 постер.

**ЗАДАЧА 6: Импедансометрични сензори на био- и физикохимични величини,
ръководител доц. д-р Ивайло Живков**

Финансиране: Бюджетно

През 2024 г. са получени следните основни резултати:

- Към конструирания от работния колектив преносим импедансметър е адаптиран сензор за регистриране на електрични сигнали от биологични обекти. С помощта на еталонен прибор с метода импедансна спектроскопия са установени параметри на сензора. Съвместната работа на импедансметъра и сензора е демонстрирана чрез снемане зависимости на капацитета от напрежението.
- В разработвания импедансметър е добавен конструиран от колектива модул – индикатор за препълване на уреда. Това позволява автоматизиране, както и повишава стабилността на измерванията. Снети са характеристики на органичен електрохимичен транзистор - сензор за регистриране на електрични сигнали от биологични обекти.

Разпространение на резултатите: Резултатите са представени на 1 конференция в чужбина с 2 постера.

Тематично направление „Оптична метрология и холография“,
ръководител проф. д-р Димана Назърва

ЗАДАЧА 7: Фотоанизотропни материали за приложения в поляризационната холография и фотониката, ръководител проф. д-р Лиан Неделчев

Финансиране:

- бюджетно;
- ФНИ (проекти КП-06-Н38/15, КП-06-КОСТ/19)
- SRA-C2 ETRI – IOMT, Южна Корея (2024);
- програма „Млади учени и постдокторанти“, модул „Млади учени“ (ПМС 206/07.04.2022).

Научните изследвания по проекта през 2024 г. могат да бъдат групирани в следните основни направления, отговарящи на плана за работа по проекта:

- Определяне и анализ на оптичните и по-специално фотоанизотропните характеристики на нанокompозити, азополимери и азобагрила в полимерна матрица:** Проследена е промяната на абсорбционния спектър на тънки слоеве от азополимера PAZO при повишаване на температурата от стайна до 300°C. Установено е, че при температура около 250°C абсорбцията за $\lambda=532$ nm се повишава значително, което води до близо 70% повишаване на двулъчепречупването на термично обработените слоеве спрямо необработените при тази дължина на вълната. Систематично е изследвано образуването на комплекси между кукурбит[7]урил (CB[7]) като система-домакин и серия лазерни багрила и полимер PAZO като молекули-гости. Наличието на натриев йон се оказва критично важно за включването на страничната верига на PAZO в кухината на молекулата-домакин. Получените резултати дават ценни сведения за образуването на комплекси, което силно влияе върху свойствата на багрилата и полимера. Това има значение за проектирането на системи от типа багрило-CB[7] в различни разтворители или матрици, с потенциални приложения във фотониката и материалознанието. Получени са нанокompозитни тънки слоеве от азополимера PAZO, дотиран с квантови точки (КТ) от InP/ZnS (7.5 nm) с три различни концентрации: 1, 2 и 10 wt. %. Установено е, че оптималната концентрация на КТ е 1% и при нея се постига 35% увеличение на Δn_{\max} при 355 nm и 25% увеличение при 444 nm.
- Изследвания в областта на цифровата поляризационна холография, свързани с анализ на поляризационните свойства на оптични елементи, записани чрез този метод, както и запис на по-сложни структури:** Изградена е уникална за България оптична система за цифрова поляризационна холография, която позволява запис на сложни поляризационно-селективни оптични елементи. Получени са поляризационни структури (1D и 2D) едновременно със сравнително голяма площ и висока пространствена честота. Извършен е анализ на техните поляризационни свойства и е показано, че използвайки само 4 стъпки на стойностите на азимута: 0, 45, 90 и 135° е възможно да се постигнат характеристики, много близки до теоретичния модел на „идеална“ поляризационна решетка.
- Подготовка на оптична схема за анализ на композитни и фотоанизотропни материали чрез поляризационна камера:** Изградена е оптична схема за анализ на поляризационни дифракционни решетки чрез поляризационна камера. Установено е, че с наличните оптични елементи и обективи на поляризационната камера не е възможно да се постигне разделителна способност от порядъка на единици микрони, необходима за изследването на записваните от нас поляризационни структури. Проведено е проучване и са поръчани подходящи обективи, които биха могли да осигурят нужната за нашите цели разделителна способност. В допълнение към планираните дейности, през 2024 г. са проведени още изследвания върху разпространението на светлина през вече индуцирани хирални структури в азополимерни слоеве, лазерна спекъл фотометрия с двоични структури, както и поляриметричен анализ при дължина на вълната на записващия лазер на поляризационни решетки със и без повърхостен релеф. Също така са определени кинетиките на дифракционната ефективност на поляризационни решетки, записани в нанокompозитни слоеве, съдържащи азополимер, дотиран с наночастици от метали и метални комплекси.

Разпространение на резултатите: Резултатите са представени в 4 публикации, от тях 1 в списание с категория Q1 и 2 публикации в списания от категория Q2. Резултатите са представени на 8 научни форума с 10 постера/доклада (включително 3 доклада по покана).

ЗАДАЧА 8: Изследване на термодинамика на реакции на асоциация и изомеризация с методите на изчислителната химия, ръководител доц. д-р Силвия Ангелова

Финансиране:

- бюджетно;
- ФНИ № КП-06-Н58/12;
- ФНИ: КП-06-М69 (ръководител гл. ас. д-р Николета Кирчева);
- ФНИ: КП-06-Н79/8 от 15.12.2023 г. „Биоинспириран дизайн на изкуствени водни канали (BioTIARA)“;
- МОН (Програма за подпомагане на млади учени и постдокторанти).

През третата (последна) година на изпълнение на проекта са проведени планирани в плана за работа дейности, свързани с изследване с методите на изчислителната химия на термодинамика на реакции на асоциация и изомеризация.

Като продължение на множеството проведени през първата и втората година на проекта изследвания на супрамолекулни комплекси на базата на кукурбитурили са проведени теоретични изчисления за серия лазерни багрила и полимер PAZO и техни комплекси на включване в кукурбит[7]урил (CB[7]) като система-домакин. Същата методология е използвана за детайлно изследване на термодинамиката на взаимодействие на друга система-домакин, γ -CD, с водни молекули.

Част от изследванията е посветена на изучаване на взаимодействието на биологични лиганди (протеини, нуклеинови киселини, ензими и др.) с нативни/чужди метални катиони и/или лекарствени молекули. През 2024 г. са проведени изследвания на метал-съдържащия активен център на карбон-анхидрази, на конкуренцията между желязо и галий с цел изучаване на процесите и идентифициране на възможностите за разработване на нови галий-базирани стратегии за преодоляване на антибактериална/антимикробна резистентност.

През 2024 г. започнаха изследванията по финансирания от ФНИ проект „Биоинспириран дизайн на изкуствени водни канали (BioTIARA)“, като са извършени дейности по моделиране на представители на двата типа изкуствени водни канали - самоасемблиращи се канали и синтетични едномолекулни трансмембранни канали.

Получените резултати от проведените изследвания през годината са от интерес за фундаменталната наука: охарактеризирани са структурите и свойствата на нови органични съединения и комплекси; изследвани са механизмите на образуване на супрамолекулните структури и са определени основните физични фактори, обуславящи техните физикохимични/фотохимични свойства. Всички изследвани обекти (органични съединения и комплекси) са с потенциално приложение в нанотехнологиите, зелената химия, проектирането на мембрани, катализатори и сензори, медицинската химия (доставка на лекарства, биомаркиране) и др.

Разпространение на резултатите: Публикувани са 8 статии (от които 6 в списания от категория Q1, 1 в списание от категория Q2, 1 в списание от категория Q3). Представени са общо 12 доклада/постера на 6 национални и международни конференции.

ЗАДАЧА 9: Запис и обработка на сигнали в цифровата холография с пространствено некохерентно осветяване и динамичната спекъл метрология, ръководител проф. дфн Елена Стойкова

Финансиране:

- Бюджетно;
- ФНИ (КП-06-КОСТ/19);
- COST Action CA 21155 HISTRATE;
- SRA-C2 ETRI – IOMT 2024 Южна Корея;
- Проект № 956770 „Plenoptic Imaging“ – PLENOPTIMA.

През третата година на проекта в областта на холографията са проведени симулации на влиянието на шумовете при запис на четири фазово-отместващи холограми с пространствено-некохерентно осветяване и възстановяване на образа на обекта. Като основни източници на шум са разгледани дробовият шум при записа и квантуването на сигнала. Дробовият шум е поасоново или гаусово разпределен в зависимост от силата на сигнала. Симулациите включват обработка на серия от холограми за различни нива на шума и определянето на показатели като SSIM и PNSR. Симулацията е проведена с използване на разработения през 2023 г. алгоритъм за ускорено пресмятане. Установено е, че дробовият шум съществено влияе върху качеството на възстановения образ, като това влияние зависи от интензитета. Този резултат не е тривиален, защото шумът от всеки пиксел във всяка от четирите холограми влияе върху всеки пиксел на възстановеното изображение поради използването на глобална трансформация. Този резултат се потвърждава експериментално, като е обработена серия от изображения, записана с холографска система, използваща геометрична леща за модулиране на снопа, идващ от обекта.

В областта на динамичния спекъл анализ бе проведен уникален експеримент със свръх бърза камера, записваща 100 000 кадра в секунда. Експерименталните данни са записани за тест на композитни материали посредством удар с висока скорост. Експериментът е проведен в рамките на сътрудничеството по програмата COST. Обработката на данните е извършена с използване на алгоритми, базирани на две изображения и усредняване в пространството. Доказана бе ефективността на динамичния спекъл анализ за проследяване на бързо-протичащи процеси с променлива във времето статистика на спекъла. Въведена е кумулативна карта на активността за оценяване на настъпилите промени в образеца.

Разпространение на резултатите: 3 публикации в списание с импакт ранг; 5 участия на конференции.

ЗАДАЧА 10: Холографска интерферометрия и безразрушителна оптична метрология, ръководител доц. д-р Бранимир Иванов

Финансиране:

- Бюджетно.

През 2024 г. са постигнати следните основни научни резултати:

- В областта на холографската интерферометрия са проведени експерименти за безразрушителен контрол на обекти чрез динамичен спекъл анализ. Създадената цифрова спекъл-интерферометрична установка позволи да бъдат изследвани динамично механично-натоварени обекти в широк честотен диапазон на повторение на механичните сили.
- Успешно е потвърдена възможността да бъдат разпознавани скрити дефекти в непрозрачни обекти. За целите на безконтактната и безразрушителна дефектоскопия е създадена изпитателна установка за лазерна спекъл фотометрия. Системата позволява контролируемо статично и/или динамично механично-натоварване на материали и обекти с произволна форма и предварително недефинирана структура. Лазерната спекъл фотометрия показва голяма чувствителност при малки изменения във формата на обекта (изменения от порядъка на няколко единици от микрометъра).
- В областта на холографската интерферометрия и цифровата холография са проведени експерименти за създаване на цифрово-виртуални оптични системи (квантова-леща) за едновременна работа на 3 различни дължини на вълните във видимия спектрален диапазон и на 3 различни фокални равнини. Корекционният цифров холографски елемент (квантова-леща), подобрява значително работата на фазовото SLM-устройство, работещо на кадрова честота от 90 fps при размер на изображенията от 4K. Постигнатото

подобрене позволява създаването на цифрови холографски визуализиращи системи, способни да работят в реално време.

- Реализирана е (и подложена на изследвания) ученическа холографска установка. Експериментите се провеждат в напълно неподходящи условия за конвенционалната холография. Успешно е тествана работата на установката и са определени необходимите корекции при работа на ученици без задълбочени познания по квантова физика. В рамките на учебната програма по физика за гимназиалното средно образование и без специални изисквания към параметрите на околната среда, е изцяло проектирана и изпълнена холографска сцена. Проектирано и реализирано е програмно осигуряване за 3D принтер, с чиято помощ е изграден 3D реален обект. Реализирана е аналогова отразителна дебелослойна холограма на пластмасови макетни фигури, върху фото-полимерен информационен носител с дифракционен максимум в желаната спектрална област.

Разпространение на резултатите: 5 публикации в списания с импакт ранг; 5 участия на конференции.

ЗАДАЧА 11: Анализ на изображения от оптична кохерентна томография (ОСТ) с цел изследване на тъкани и многослойни структури, ръководител доц. д-р Виолета Маджарова

Финансиране:

- Бюджетно;
- BG05M2OP001-1.001-0008 „Национален център по мехатроника и чисти технологии“;
- PLENOPTIMA;
- SRA-C2 ETRI – IOMT 2024 Южна Корея.

Целта на проекта в областта на оптичната кохерентна томография е анализ на изображения от ОСТ с цел намаляване на шума, сегментиране на изображенията и прилагане на биоспекъл методите (динамичен спекъл анализ) за анализ на динамични явления и процеси. През 2024 г. са получени следните основни научни резултати:

- **Разработване на специализиран софтуер за динамичен спекъл метод в оптичната кохерентна томография (ОСТ):** По тази задача са проучени статистическите оценки за динамичен спекъл в лазерната спекъл фотометрия и е избрана нормираната времева корелационна функция за обработка на резултатите, получени от биоспекъл ОСТ данните. Анализирани са данните, получени при изследване на влиянието на въглеродни нанотръбички върху развитието на третирани с тях грахови зърна. Два вида данни са снети по време на четиридневен период – обемни изображения, проследени във времето (за генериране на карти на активността в различни дълбочини на образеца с ниска разделителна способност) и напречни сечения, проследени във времето (за генериране на карти на активността с висока разделителна способност). Генерираните карти на активността показваха, че по-високите концентрации на въглеродните нанотръбички водят до увеличаване на активността във вътрешността на граховите зърна, сравнено с контролните групи, третирани с вода.
- **Разработване на методи, базирани на машинното самообучение с цел намаляване на шума в ОСТ изображенията:** По тази задача е разработен модел, основан на невронни мрежи, който позволява реконструирането на ОСТ изображенията от ОСТ данните линейни по дължина на вълната, без необходимостта от прекалибриране на сигнала по вълново число. Методът представлява модифициран UNET с attention gating (насочващо изчакване) и residual connections (остатъчни връзки). Моделът се състои от две невронни

мрежи, всяка от които оптимизира реконструирането на ОСТ изображенията в различна област – в пространствената област (spatial domain) и Фурие областта (Fourier domain).

Разпространение на резултатите: 1 публикация в списание от категория Q2, 1 публикация в списание с SJR и 2 доклада на международни конференции.

Научно-технически отдел,
ръководител проф. д-р Даниела Карашанова

ЗАДАЧА 12: Анализ на морфологията, микроструктурата и фазовия състав на наноматериали, ръководител доц. д-р Биляна Георгиева

Финансиране:

- Бюджетно;
- ФНИ - КП-06-Н58/2.

През отчетния период, с помощта на „зелен“ метод са синтезирани метални наночастици (Pd, Pt, Ag и Au) чрез редукция съответно на паладиев хлорид, хлорплатинова киселина, сребърен нитрат и хлорзлатна киселина с различни инулини (фрутафит – търговски инулин, инулин от растението Козя брада и инулин от растението артишок). Паладиевите и платиновите наночастици са синтезирани съответно с търговски инулин Фрутафит и инулин от растението артишок. За първи път е изолиран инулин от растението Козя брада, определен е съставът и молекулното му тегло и е потърсено приложение като редуциращ агент на златни и сребърни съединения за синтез на наночастици. Резултатите през годината показват, че успешно са синтезирани сребърни и златни наночастици с инулин от растението Козя брада и платинови наночастици с инулин от артишок. Синтезът на паладиеви наночастици с търговски инулин Фрутафит беше неуспешен, като експериментите ще продължат и в следващия период. Получените наночастиците са изследвани с трансмисионна електронна микроскопия (ТЕМ), като е определена морфологията, микроструктурата и фазовият им състав. Направено е също така разпределение на наночастиците по размер. Индексването на електронните дифрактограми, получени от съответните проби с наночастици, доказва наличие на двете фази на среброто - кубична стеноцентрирана и хексагонална, кубична стеноцентрирана фаза на златото и кубична фаза на платината. Установено е, че синтезираните златни наночастици за първи път с инулин от растението Козя брада притежават фунгицидни свойства.

С ТЕМ е изследвана морфологията и микроструктурата и е определен фазовия състав на метални композитни наночастици, получени чрез импулсна лазерна аблация на Fe мишена и мишена от Fe/Au, както и от тънки слоеве от Fe или FeAu сплав.

Микроскопията даде възможност за установяването на експерименталните параметри на два вида лазерно лъчение – наносекундно и пикосекундно, за успешното синтезиране на Fe и Fe-Au наночастици при използването на съответния вид мишена – обемна или тънък филм. По отношение на фазовия състав беше уточнено, че при аблацията на Fe, поради въздушната среда, се формират железни оксиди, като при наносекундния лазер това е преимуществено магнетитна фаза (Fe₃O₄), а при използването на пикосекунден лазер – магхемит (Fe₂O₃ tetragonal). При използването на смесената мишена под формата на тънък слой от сплав FeAu, се открива наличие както на монометални (Au), така и на наночастици от типа „сърцевина – обвивка“, при които сърцевината е изградена от Au, а обвивката от оксид на Fe, чийто състав зависи отново от типа на приложеното лазерно лъчение и е магнетит (Fe₃O₄) при наносекундната аблация и магхемит (Fe₂O₃ tetragonal), при пикосекундната.

През годината е изследван каталитичен материал, състоящ се от носител от анодизиран алуминий и активни фази от Pd и Pd-Co, насочен към неутрализиране на летливи органични съединения. При монометалния катализатор е установено формирането на наночастици от Pd и PdO, диспергирани върху повърхността на наночастиците на подложката. При смесеният катализатор са идентифицирани както метална фаза на Co, така и оксидни на двата метала, съответно Co₃O₄ и PdO. Визуализирано е наличие на наночастици PdO, разположени в непосредствена близост до наночастици от Co, което подкрепя изградената хипотеза в това изследване за трансфер на кислорода от кобалта към паладия през подложката от Al₂O₃ в процеса на каталитичната реакция.

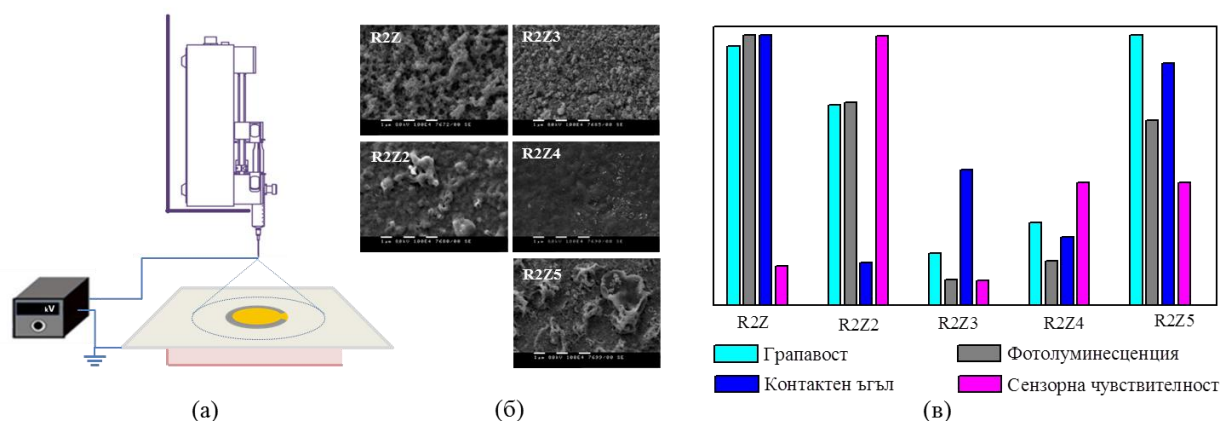
През периода продължи работата по проект ФНИ - КП-06-Н58/2 „Изследване на възможностите за отлагане на дву- или повече слойни структури от типа графен-буферен слой-монокристална силициева подложка“. Целта на проучването през годината беше да се изследва влиянието на нативния SiO₂ при образуването на SiC, чрез директна карбонизация на (111) Si подложка. Представени са първоначални резултати за формирането на различни фази, продукти от реакции, протичащи на повърхността на Si-подложка по време на процеси на термично стимулирано химическо отлагане на пари (CVD), свързани с разлагането на въглеродороден прекурсор - CH₄ при около 1150°C и останалите малки количества от нативен SiO₂. Резултатите, получени от ТЕМ и електронната дифракция за филми с дебелина около 16 nm и 66 nm, показват поликристална структура на филмите и наличието на фази на SiC, SiO₂ и смесен оксид Si-O-C за тънкия филм и само фаза на SiC за дебелите филм. В дебелите филм в режим на високо разделяне се наблюдават локални зони, в които междуплоскостните разстояния съвпадат много добре с тези на смесения оксид C₈O₈Si. Проведените изследвания потвърждават важността на предварителното елиминиране на нативния оксид от силициевата подложка.

Разпространение на резултатите: 21 публикации (9 в списания от категория Q1, като 1 от тях оглавява ранглистата; 9 в списания от категория Q2; 2 в списания от категория Q3; 1 в списание от категория Q4) и 7 постера/доклада.

2.1. Най-значимо научно постижение на ИОМТ: Тънки слоеве от ZnO, отложени чрез електро-спрей за приложение като QCM сензори за амоняк, ръководител на екипа проф. д-р Цветанка Бабева

Експерименталните условия за отлагане на тънки слоеве от ZnO чрез електроспрей са оптимизирани с цел приложението им за функционализиране на QCM сензори за амоняк. Постигната е чувствителност на сензора от 0.12 Hz/ppm с дебелина на слоя само 200 nm. Варирани са температурата на подложката (150, 170 и 200°C), напрежението на емитера (15 и 18 kV) и скоростта на подаване на прекурсора (10 и 15 μL/min). Показано е, че най-чувствителните слоеве се получават при температура на подложката от 150°C, напрежение на емитера от 18 kV и скорост на подаване на прекурсора от 10 μL/min. Установено е, че за максимална чувствителност на QCM сензора е необходимо тънките слоеве от ZnO да удовлетворяват едновременно три условия: 1) висока грапавост, която показва силно развита повърхност; 2) силна фотолуминесценция във видимата област, която е свързана с дефекти в решетката и 3) малък контактен ъгъл с водата, което означава слоевете да са хидрофилни.

Като се вземат предвид химичната и механична стабилност на отложените с електроспрей метода слоеве, както и ниската им себестойност, получените резултати откриват нови възможности за приложение на електроспрей ZnO слоеве като газови и био-сензори.

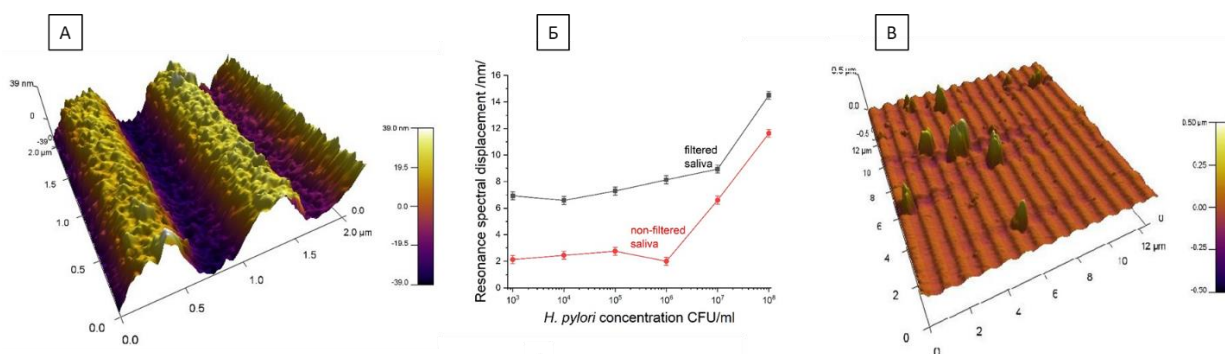


Фигура 5. Отлагане на ZnO тънки слоеве чрез електроспрей (а), SEM изображения на повърхността на отложените тънки слоеве (б) и нормализирани данни за повърхностна грапавост, фотолуминесценция, контактен ъгъл и сензорна чувствителност (в).

Резултатите са публикувани в статия с отворен достъп (Marinov, G., Alexieva, G., Lazarova, K., Gergova, R., Ivanov, P., Babeva, T. (2024). Optimization of Electro-spray Deposition Conditions of ZnO Thin Films for Ammonia Sensing. *Nanomaterials*, 14(12) и са част от дисертацията на д-р Георги Маринов, защитена в ИОМТ през юли 2024 г.

2.2. Най-значимо научно-приложно постижение на ИОМТ: Детекция на *Helicobacter pylori* в слюнка чрез сензор, базиран на повърхностен плазмонен резонанс, ръководител на разработката: д-р Георги Дянков

Helicobacter pylori (*H. pylori*) засяга около половината от населението по света. Ето защо е необходима навременна и надеждна диагностика на заболяването. Неинвазивното откриване на *H. pylori* е един методите за контрол на инфекцията. Въпреки че количеството бактерии в човешката слюнка е ниско, получаването на проби от слюнката е лесно и удобно в сравнение с вземането на проби от стомаха, кръвта и изпражненията. Следователно, необходим е метод за детекция на бактерията в слюнка с висока специфичност и чувствителност. Целта на тази разработка е да се оцени приложимостта на биосензора за повърхностен плазмонен резонанс (SPR), базиран на свързването на антигена на кръвната група на Lewis b (Leb) към специфичния адхезин BabA на *H.pylori*, за детекцията му в слюнка. Изследванията върху слюнка, изкуствено инфектирана с *H. pylori*, показаха високата специфичност на реакцията на свързване BabA - Leb. Получените резултати показват, че има два механизма, които инхибират жизнеспособността на *H. Pylori* в слюнка. Първият включва директното взаимодействие между *H. pylori* и оралните антагонистични бактерии, а вторият включва бактерицидния ефект на определени протеини, произведени от оралната фонова бактериална флора. Въпреки че чувствителността на откриване на предложения метод трябва да бъде увеличена, получените резултати доказват неговата приложимост за откриване на *H. pylori* в слюнката и добрите перспективи, които предлага както за клинично приложение, така и като бърз тест на място.



Фигура 6. AFM микрография на молекулярен слой от *Leb*, отложен върху позлатена дифракционна решетка (А); Отместване на резонанса като функция на концентрацията на *H. pylori* при проби, инкубирани със зарамена филтрирана (0.2 μm) и нефилтрирана слюнка (Б); AFM микрография на SPR биочип с имобилизирани *H. Pylori* в коковидна форма (В).

Научното изследване е финансово подкрепено от ФНИ, проект №КП-06-ПН78/9.

Резултати, свързани с постижението, са публикувани в следните статии: Dyankov, G., Genova-Kalou, P., Najdenski, H., Kassovski, V., Mankov, V., Kisov, H., Hikova, E., Strijkova, V., Veselinov, P., Malinowski, N.. Detection of Helicobacter pylori in saliva based on surface plasmon resonance by binding of Lewis b (*Leb*) blood group antigen to specific adhesin BabA. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 38, 1, 2024, 2379828, DOI:10.1080/13102818.2024.; Dyankov, G., Najdenski, H., Kasovski, V., Zaharieva, M., Kisov, H., Hikova, E., Dimitrova, T., Malinowski, N. Is Reliable Helicobacter Pylori Detection in Saliva Possible? *AIP Conference Proceedings*, 2924, 2024, 020001, DOI:10.1063/5.0183331.

3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ИОМТ



Европейски проект по програма Хоризонт 2020 FET Proactive TOCHA 824140 „Dissipationless topological channels for information transfer and quantum metrology“, ръководител за ИОМТ: проф. дфн Вера Маринова

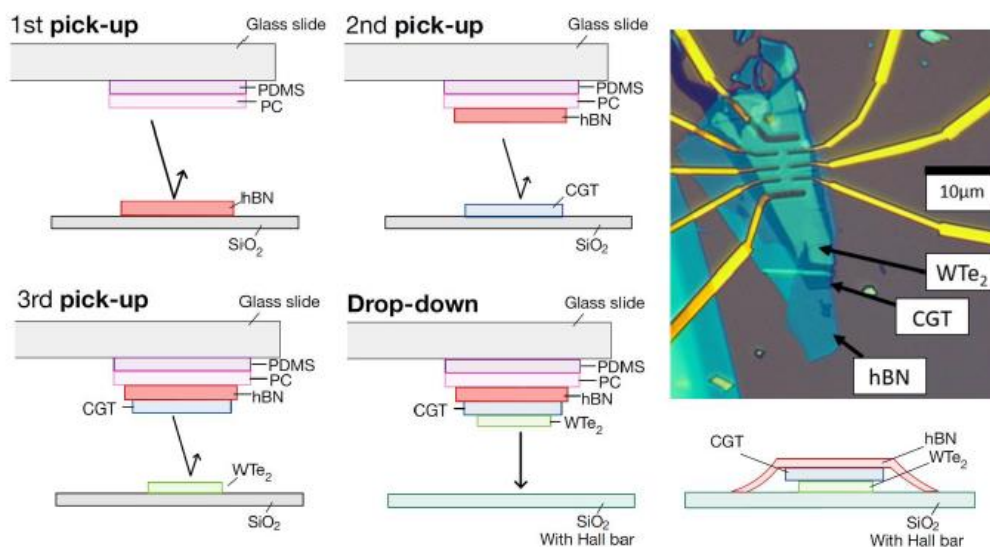
Проектът стартира в началото на 2019 г. и приключи в средата на 2024 г. Партньори по проекта са: 1) Каталонски институт по нанонауки и нанотехнологии, ICN2, Испания – водеща организация; 2) Юлиус-Максимилиан-университет, Вюрцбург, Германия; 3) Университет на Копенхаген, Дания; 4) Комисариат по алтернативни електрическа и атомна енергия (CEA), Франция; 5) Национален център за научни изследвания (CNRS), Париж, Франция; 6) Национална лаборатория по стандартизация, Брауншвайг, Германия; 7) Технологичен телекомуникационен изследователски научен център, Финландия; 8) SIMUNE, Сан-Себастиан, Испания. Научно-изследователската дейност на екипа от ИОМТ по този проект е по РП1 „Технология, Материали и Структури, разработване на магнитни топологични изолатори и устройства; Магнитни TMDCs (халкогениди на преходни метали) с 1T’ кристална структура, направа на устройства“, РП3 „Магнитни свойства на легирани TMDCs“, РП5 „Хибридни структури (топологични изолатори+фотонно/фононни структури)“.

През 2024 г. по РП3 напълно е разработено израстването на легиран с ванадий BiSbTe (V-BST) чрез молекулярно-лъчева епитаксия (МВЕ) и производството на устройства. Устройството с Corbino геометрия за изследване на QANE (Quantum anomalous Hall effect), има за цел да установи високотоков квантов метрологичен стандарт. Усъвършенстванията в устройствата и техниките за измерване доведоха до нов световен рекорд за най-точно квантуване на стандарта за съпротивление без магнитно поле. Изследвани са материали като Mn(Bi,Sb)₂Te₄ и ван дер Ваалсови хетероструктури, които показват потенциал за

преодоляване на ограниченията на V-BST. Изследванията в ИОМТ са фокусирани върху израстването на обемни и 2D легирани WTe_2 материали, а ICN2 отговаря за структурно и електронно характеризиране и изследва ефекта на магнитна близост.

Проведен е синтез на 2D WTe_2 и V: WTe_2 чрез APCVD метод с помощта на сол (NaCl), при използване на прекурсори в твърдо състояние от непосредствена близост и подход с двойна хоризонтална тръба. За демонстриране на растежа на коректните фази са използвани XRD и Raman спектроскопски измервания.

Изработените устройства се състоят от предварително монтирани Ti/Pd електроди в конфигурация на Hall bar и трансферирана хетероструктура WTe_2 /CGT. Тънките WTe_2 и CGT люспи се ексфолират от обемни кристали върху SiO_2/Si подложки. Тъй като CGT, и особено WTe_2 са чувствителни към окисидане, са направени устройства, капсулирани с hBN. Процесът на производство е описан на Фигура 7.



Фигура 7. Страничен изглед на процеса на производство на устройството и микроскопско изображение на устройството. Предварително шаблонирани Pd контакти се произвеждат чрез електронно-лъчева литография и отлагане, върху което трислойният стек се прехвърля чрез полимерен печат.

Потвърдени са сигнатури за магнетизъм в WTe_2 в близост до $Cr_2Ge_2Te_6$ на множество устройства. В допълнение съвместните усилия между NBI, ИОМТ и ICN2 доведоха до създаването на платформа, свързваща спиралните фотони с повърхностните електрони на топологичен изолатор (ТИ), използвайки кръгов фотогальваничен ефект (CPGE) за индуциране на спинови токове. ИОМТ и ICN2 ще продължат да изследват ефектите от редкоземно магнитно легиране в (други) топологични изолатори от фамилията Bi_2Te_3 за наблюдение на QАНЕ в транспортни експерименти.



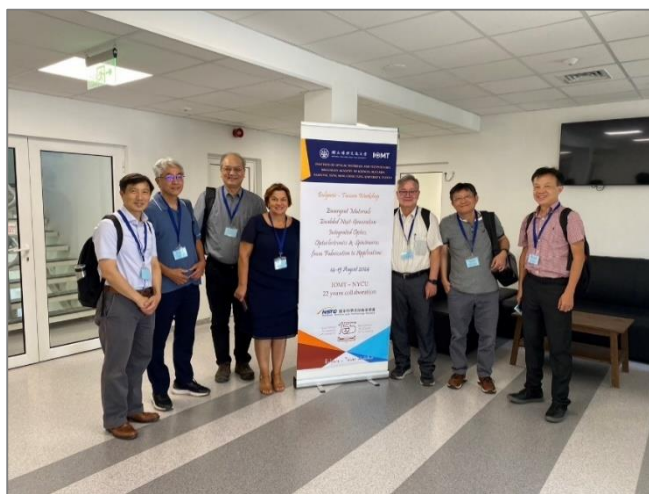
Европейски проект по програма Хоризонт 2020 Plenoptic Imaging (PLENOPTIMA) H2020 Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Network No 956770, ръководител за ИОМТ: дфн Елена Стойкова

Бенефициенти по проекта са пет научни групи в областта на нанофотониката, визуализирането на обекти и машинното обучение съответно от Университет на Тампере – Финландия (водеща организация), INRIA – Франция, Университет на Средна Швеция,

Технически 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. ИОМТ-БАН е основна организация (home institution) на 2 докторанти (Мариам Викар от Индия и Михаил Левченко от Руската федерация) и втора (приемаща) организация (host institution) на други двама (Мехмет Угур Гюделек и Айтач Йозкан от Турция). Проектът беше удължен с 13 месеца, считано от 01.01.2025 г. до 31.01.2026 г. През 2024 година ИОМТ участва като съорганизатор в заключителната международна конференция “2nd European Light Field Imaging Workshop” – ELFI 2024, която се проведе в Созопол, България. На тази конференция взеха участие 50 участника от България, Германия, САЩ, Финландия, Франция, Швейцария, Швеция, с 3 поканени лектори, представяне на различни индустрии в областта на пленоптиката, както и провеждане на школа за подобряване на създаването на кодове при програмирането за целите на пленоптиката. Докторантът Михаил Левченко проведе индустриалния си стаж в Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI), Южна Корея, партньор по проекта. Докторантът Мариам Викар проведе индустриалния си стаж в Бизнес Тампере, Финландия, партньор по проекта. Докторантът Мехмет Угур Гюделек проведе част от своя академичен стаж в ИОМТ-БАН. През 2024 г. Мариам Викар, Михаил Левченко и Айтач Йозкан бяха отчислени с право на защита, като Михаил Левченко премина и на предзащита. Докторантурата на Мехмет Угур Гюделек беше удължена с една година.

ИОМТ участва в проекти по международно сътрудничество в рамките на междуакадемични договори и споразумения (ЕБР) с Istituto per la Microelettronica e Microsistemi (CNR-IMM) (“Мултифункционални течно-кристални устройства с алтернативни прозрачни електроди”) и с Националния Ян Минг Чао Тунг Университет в Тайван (проект „Многофункционални оптични и магнетоелектрични материали и приложения“, ръководител от българска страна е проф. дн Вера Маринова, а за Тайван - проф. Шиуан Лин (prof. Shiuann Huei Lin). На 15 август 2024 г. в Центъра за върхови постижения „Мехатроника и чисти технологии“ – кампус „Гео Милев“ се проведе работна среща на екипите на проект „Многофункционални оптични и магнетоелектрични материали и приложения“. Срещата беше на тема „Нови материали за следващо поколение интегрирана оптика, оптоелектроника и спинтроника: синтез и приложения“. Събитието отбеляза 22 години официално научно-изследователско сътрудничество между партньорите, с цикъл от лекции на български и тайвански учени. Специален гост на срещата беше д-р Суанг-Дзин

Понг (Dr. Suang-Jing Pong) от отдела за наука и технологии на представителството на Тайпе в Берлин, Германия. Беше отбелязано, че в резултат на дългогодишните ползотворни съвместни изследвания на учените от двете страни, резултатите са публикувани в две глави от книги, над 60 статии в престижни научни списания, изнесени са множество поканени и постерни доклади на международни конференции, като непрекъснато се осъществява и размяна и обучение на студенти, докторанти и изследователи в двете институции.



Фигура 8. Работна среща „Нови материали за следващо поколение интегрирана оптика, оптоелектроника и спинтроника: синтез и приложения“, 15 август 2024 г.

Активно се използват възможностите на програмата COST за осъществяване на международно сътрудничество, като през 2024 г. учени от ИОМТ са участвали в следните акции: CA17123 „Ултра бърза опто-магнито-електроника за неразсейващи информационни технологии“, CA20116 „European Network for Innovative and Advanced Epitaxy“ и CA21155 „Advanced Composites under High STRAin raTEs loading: a route to certification-by-analysis (HISTRATE)“. Учен от ИОМТ (дфн Елена Стойкова) е председател на Работна група 1 на COST акция CA21155.

По програма M-ERA.NET „Функционални 2D материали и хетероструктури за хибридни спинтронно-мемристивни устройства“ се работи с партньори от ИФТТ-БАН, Каталонски институт по нанонаука и нанотехнологии, ICN2, Испания и Националният институт по физика на материята, Румъния.

През 2024 г. успешно се изпълнява един проект към ФНИ за провеждане на съвместни изследвания с изследователски групи от Китай (КП-06 Китай/1), както и проект с Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI), Южна Корея - „Visualization quality in digital incoherent and polarization holography, speckle imaging and OCT“. През месец октомври (10 и 11 октомври 2024 г.) в Центъра за върхови постижения „Мехатроника и чисти технологии“ – кампус „Гео Милев“ се проведе българо-корейска работна среща. На нея бяха представени



изследвания, проведени в областта на фотониката и сензориката в ИОМТ и ETRI. Работната среща беше посветена на научното сътрудничество (2019 – 2024 г.) между ETRI и ИОМТ, подкрепено от Института за планиране и оценка на информационните и комуникационни технологии (ИПТ) и финансирано с грант от правителството на Република Корея (Министерство на науката и информационните технологии) № 2019-0-00001, „Разработка на основните технологии на HoloTV за холограмни медийни услуги“. Програмата на работната среща включваше поканени лекции, устни презентации и посещение на лаборатории на ИОМТ.

Фигура 9. Работна среща „Photonics and Sensorics“, 10 и 11 октомври 2024 г.

Продължава съвместната работа на учени от ИОМТ с научни групи от LCS-Caen, 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.

В обобщение може да се каже, че международното сътрудничество стимулира развитието на научните изследвания на ИОМТ и поддържането им на високо ниво; перспективите за съществуващите сътрудничества са позитивни, налице са и предпоставки за реализиране на нови сътрудничества с водещи научни групи.

4. УЧАСТИЕ НА ИОМТ В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

През 2024 г. ИОМТ организира 17-тото издание на традиционния Пролетен семинар на докторантите и младите учени „Интердисциплинарна химия“, който беше проведен в залата на Националния център за върхови постижения „Мехатроника и чисти технологии“, кампус



„Гео Милев“ на 23 - 25 април 2024 г. В него взеха участие 27 млади учени, докторанти и студенти от 8 института на БАН (ИОМТ, ИОНХ, ИОХЦФ, ИП, ИЕЕС, ИФТТ, ИМБ, ИМикробиология и ИЕ) и 2 университета (ХТМУ и МУ-София). Представените доклади в актуални области на съвременната наука предизвикаха интерес и дискусии сред присъстващите. В пролетните семинари на докторантите и младите учени от БАН до момента са взели участие 359 млади учени, докторанти, студенти и постдокторанти, а над 70 изявени български учени, работещи в актуални области на съвременната наука с повече от 130 научни доклада са допринесли за утвърждаването на Семинара като важно събитие в научния календар на ИОМТ.

Фигура 10. Участници в семинара, Национален център за върхови постижения „Мехатроника и чисти технологии“, кампус „Гео Милев“ на 23 - 25 април 2024 г.

Специалисти от ИОМТ са провеждали лекционно обучение по бакалавърски и магистърски програми в ЮЗУ „Неофит Рилски“: Инженерна физика I част (30 часа), Инженерна физика II част (30 часа), Електротехнически материали (30 часа), Биофизика (15 часа), Теория на инженерния експеримент (30 часа), Пречистване на флуиди (30 часа) и са участвали в изпитни комисии на докторанти и главни асистенти в ИОМТ, Национален център по заразни и паразитни болести, Dublin Institute of Technology, Dublin, Ireland.



Дипломна работа за ОКС „Бакалавър“, разработена в ИОМТ от Мария Младенова от направление „Оптични материали“, е защитена с отлична оценка.

Фигура 11. Презентация на Мария Младенова - защита на дипломни работи във ФзФ-СУ.

През 2024 г. ИОМТ участва в обучението на докторанти по програми, утвърдени от Центъра за обучение към БАН, като са изнесени следните специализирани курсове - „Електронната микроскопия и електронната дифракция в структурния и фазов анализ на материалите“ (45 часа) и „Компютърно моделиране на молекулна структура и оптични свойства на единични молекули и надмолекулни агрегати“ (30 часа).

През 2024 г. в ИОМТ са обучавани 8 докторанта в професионално направление „4.1. Физически науки“ по 2 докторски програми: „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“ и „Физика на вълновите процеси“:

- 3 редовно обучение (държавна поръчка);
- 4 редовно обучение (в рамките на проекта PLENOPTIMA);
- 1 задочно обучение.

Към момента 6 от тези докторанти са отчислени с право на защита. Проведени са две предварителни защиты на дисертационни трудове – на Блага Благоева и Михаил Левченко.

През 2024 г. е защитена една дисертация за ОНС „Доктор“ - докторант Георги Цветанов Маринов, област на висше образование: 4. „Природни науки, математика и информатика“, професионално направление 4.1 Физически науки, докторска програма „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“. Публичната защита е проведена на 08.07.2024 г.

През 2024 г. млади учени (гл. ас. д-р Николета Кирчева и гл. ас. д-р Георги Матеев) са продължили разработването на проекти по Националната програма „Млади учени и постдокторанти“ към МОН (един по модул „Млади учени“ и един по модул „Постдокторанти“) и по проект „Конкурс за финансиране на фундаментални научни изследвания на млади учени и постдокторанти“ към ФНИ.

Младите учени и докторантите успешно представят своята работа пред международната академична общност, което се доказва от получените награди: гл. ас. д-р Николета Кирчева - 27th Congress of SCTM, Ohrid, Best Poster Award – 2nd place; докторант Благовест Наполеонов – 23th International Conference and School on Quantum Electronics: „Laser Physics and Applications“ 23-27 Sept 2024 Ravda, Bulgaria – най-добър доклад на млад учен. Участието на Мария Младенова и Благовест Наполеонов в DFG Spring meeting 2024 е спонсорирано от DFG. Благовест Наполеонов е стипендиант на *NATO Advanced Study Institute* за участие в школа *Nanotechnological Advances in Environmental, Cyber and CBRN Security*, 14-22.09.2024, Sozopol, Bulgaria.



Млад учен от ИОМТ е отличен през 2024 г. за научната си дейност: Владислава Петкова се класира на 2 място в надпреварата за Студент на годината на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ за академичната 2023-2024 година в категория „Природни науки“.

Фигура 12. Владислава Петкова (официална церемония за връчване на наградите в СУ „Свети Климент Охридски“).

За постиженията си в областта на природните и инженерните науки проф. дфн Вера Маринова и гл. ас. д-р Николета Кирчева бяха номинирани за награди за принос в науката „Питагор“, съответно за утвърден и млад учен. Гл. ас. д-р Николета Кирчева получи награда за млад учен „Питагор“.



Фигура 13. Проф. дфн Вера Маринова и гл. ас. д-р Николета Кирчева (официална церемония за връчване на наградите „Питагор“).

През 2024 г. са проведени 2 конкурса за заемане на академични длъжности: 1 конкурс за заемане на академична длъжност „Главен асистент“ и 1 конкурс за заемане на академична длъжност „Асистент“.

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 договорирана с фирми от страната и чужбина;

През 2024 г. няма заявени патенти за интелектуална собственост.

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.).

-

6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНТО

6.1. Осъществяване на съвместна стопанска дейност с външни организации и партньори /продукция, услуги и др., които не представляват пряка научна дейност за звеното/, вкл. поръчана и договорирана с фирми от страната и чужбина.

През 2024 г. от такава дейност са постъпили общо 39 167 лв.

6.2. Отдаване под наем на помещения и материална база.

През 2024 г. като получен наем за предоставеното на ИОМТ за стопанисване недвижимо имущество са отчетени 10 869 лв. Съгласно нормативните изисквания, половината от тази сума е издължена на БАН – Администрация по партията „Развитие“.

6.3. Сведения за друга стопанска дейност.

През изтеклата година от дължимите сервизни такси на наемателите (СКА ООД и АРВИ ПРИНТ ЕООД) са събрани 3 600 лв.

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ИОМТ ЗА 2024 г.

За 2024 г. бюджетната субсидия за ИОМТ е в размер на 2 736 691 лв., а получената в отчетната година – 3 069 792 лв. след гласуване на корекция за 2024 г. от ОС на БАН. Основните пера, по които тя е разходвана, са:

- 2 539 685 лв. за плащания към персонала, нает по трудови правоотношения;
- 7 758 лв. за възнаграждения по болнични листове съгласно КСО;
- 1 572 лв. изплатени обезщетения по чл.224, ал. 1 от КТ за неизползван отпуск;
- 17 520 лв. изплатени обезщетения по чл.222, ал. 3 от КТ при пенсиониране;
- 42 129 лв. за изплащане на стипендии на редовните докторанти;
- 4 315 лв. за възнаграждения по проведени защиты за научно израстване на персонала.

Върху всички изброени по-горе плащания изцяло са поети законово дължимите осигурителни вноски за сметка на работодателя. От субсидията са платени данък сгради и такса битови отпадъци на стопанисваните от ИОМТ недвижими имоти – 3 875 лв., с остатъка от субсидията е покрита регламентираната част от издръжката на звеното и на докторантите.

През 2024 г. ИОМТ-БАН участва в следните финансирани от Фонд научни изследвания проекти:

- партньорска организация по договор КП-06-Н33/1 с ръководител проф. д-р Никола Малиновски, продължи изпълнението на етап 2 и бе отчетен през юни 2024 г.
- договор КП-06-ДО02/2 по Програма М-ЕРА, етап 2, с ръководител проф. д-р Вера Маринова, отчетен през юли 2024 г..
- договор ИНФРАМАТ с ръководител от страна на ИОМТ проф. д-р Цветанка Бабева и контактното лице доц. д-р Катерина Лазарова, поредните етапи на който бяха отчетени в края на м. юни /Споразумение Д01-172 окончателно приключен/ и м. ноември /Споразумение Д01-322 за 1-вата година от изпълнението/.
- 2-ри етап на договор от 2019 г.: КП-06-Н38/15 ръководител проф. д-р Лиан Неделчев /отчетен през юли 2024 г./.
- два проекта от 2021 г.: КП-06-Н58/12 с ръководител проф. д-р Вера Маринова и КП-06-58/2 с ръководител проф. д-р Даниела Карашанова, в които Института е партньор. През м. август се получи финансиране за вторите им етапи.
- споразумения за партньорство Д01-183 и Д01-352 за осигуряване на поддръжане, модернизация и устойчиво развитие на обекта „Национален център по биомедицинска фотоника“, включен в НПКНИ. Координатор за ИОМТ е д-р Георги Дянков.
- Изпълняваха се финансираните през 2022 г. от ФНИ четири договора: КП-06-КОСТ/15 на проф. д-р Вера Маринова, КП-06-КОСТ/19 на д-р Елена Стойкова /приключил декември 2024 г./, КП-06-Н68/1 на проф. д-р Вера Маринова /първи етап отчетен през ноември 2024 г./ и КП-06-М69/1 на гл. ас. д-р Николета Кирчева /окончателно приключил през декември 2024 г./.

Продължи финансирането от програмата на МОН за подпомагане на „Млади учени и постдокторанти“ в която участват гл. ас. д-р Георги Матеев и гл. ас. д-р Николета Кирчева.

Осъществено бе участие в съвместен проект, включен в Спогодбата за международно сътрудничество между БАН и Националния съвет за научни изследвания на Италия /CNR/. Участници: проф. д-р Вера Маринова, д-р Димитър Димитров и доц. д-р Димитрина Керина.

Приключи работата по международната програма „Хоризонт 2020“ /ТОСНА/. Водещи учени: проф. д-р Вера Маринова и д-р Димитър Димитров.

На два транша през 2024 г. бяха получени 61 460 лв (50 000 USD) по съвместен проект с Electronics and Telecommunications Research Institute /ETRI/, Южна Корея, с ръководител д-р Елена Стойкова. Договорът бе отчетен пред партньорите от корейска страна през ноември 2024 г.

През годината продължи обучението на зачислените 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“. Научни ръководители са проф. д-р Елена Стойкова и доц. д-р Виолета Маджарова.

Изпълняваха се 1-вите етапи на два проекта от конкурсите за фундаментални научни изследвания - 2023 г.: КП-06-Н78/9 с ръководител д-р Георги Дянков и КП-06-Н79/8 ръководител доц. д-р Силвия Ангелова.

В самият край на годината се получи финансиране от ФНИ за два нови проекта от конкурсната сесия за 2024 г.: КП-06-КОСТ/29 на проф. д-р Цветанка Бабева и КП-06-88/2 на доц. д-р Наталия Берберова – Бухова.

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 възнагажденията 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 – 212 141 лв.
- извънтрудови възнаграждения в размер на 190 169 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 136 749 лв.;
- придобити компютри и хардуер на стойност 10 332 лв;
- за материали с общо и специализирано предназначение, компютърни компоненти, принадлежности и тонер са изразходвани 93 676 лв.;
- за външни услуги, от които значителна част са таксите правоучастие – 47 837 лв;
- за участие в различни научни прояви са осъществени командировки в страната за 21 998 лв. и в чужбина за 72 422 лв.

През 2024 г. ИОМТ продължи да води последователна финансова политика, съобразена с икономическата обстановка в страната и с бюджетните ограничения, наложени на БАН през изминалите години. Броят проекти, финансирани през последните години, е стабилен, което създава предпоставка за нормалното развитие и изпълнение на научно-изследователската дейност на Института.

8. ИЗДАТЕЛСКА И ИНФОРМАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ИОМТ.

ИОМТ не осъществява собствена издателска дейност. Поддържат се интернет страница (<https://iomt.bas.bg/>) и facebook страница (<https://www.facebook.com/IOMT.BAS/>). 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.

9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ИОМТ.

Научният съвет е избран на 11.01.2023 г. от ОСУ на ИОМТ (протокол № 35/11.01.2023) и е допълнен на 30.06.2023 г. (протокол № 37/30.06.2023). Списъчният състав на НС е:

1. проф. д-р Цветанка Бабева (ИОМТ)
2. проф. д-р Лиан Неделчев (ИОМТ)
3. проф. д-р Вера Маринова (ИОМТ)
4. проф. д-р Димана Назърва (ИОМТ)
5. проф. д-р Даниела Карашанова (ИОМТ) - председател
6. доц. д-р Силвия Ангелова (ИОМТ)
7. доц. д-р Виолета Маджарова (ИОМТ)
8. доц. д-р Деян Димов (ИОМТ)
9. доц. д-р Росен Тодоров (ИОМТ)
10. доц. д-р Ивайло Живков (ИОМТ)
11. доц. д-р Катерина Лазарова (ИОМТ)
12. доц. д-р Биляна Георгиева (ИОМТ) - заместник-председател
13. доц. д-р Величка Стрижкова (ИОМТ)
14. проф. д-р Оля Стоилова (ИП)
15. чл.-кор. дн Николай Недялков (ИЕ)

- 16. доц. д-р Наталия Берберова - Бухова (ИОМТ)
- 17. доц. д-р Бранимир Иванов (ИОМТ)
- 18. докторант Благовест Наполеонов, представител на младите учени (ИОМТ)

Списъкът на 18-членния състав на НС е публикуван на страницата на ИОМТ: <https://iomt.bas.bg/структура/>.

10. КОПИЕ ОТ ПРАВИЛНИКА ЗА РАБОТА В ЗВЕНТО

<https://iomt.bas.bg/нормативни-документи>

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

БАН – Българска академия на науките
 ВНЕК – Временна научно-експертна комисия
 ИЕ – Институт по електроника
 ИЕЕС – Институт по електрохимия и енергийни системи
 ИМБ – Институт по молекулярна биология „Акад. Румен Цанев“
 ИМикробиология – Институт по микробиология
 ИОМТ – Институт по оптически материали и технологии
 ИОНХ – Институт по обща и неорганична химия
 ИОХЦФ – Институт по органична химия с Център по фитохимия
 ИП – Институт по полимери
 ИФТТ – Институт по физика на твърдото тяло
 ИЧ – инфрачервен
 КСО – Кодекс за социално осигуряване
 КТ – Кодекс на труда
 МОН – Министерство на образованието и науката
 МУ – Медицински университет
 НАОА – Национална агенция за оценяване и акредитация
 НИРД – научно-изследователска и развойна дейност
 НП – Национална програма
 НПГПТО – Национална професионална гимназия по прецизна техника и оптика „Ломоносов“
 НПКНИ – Национална пътна карта за научна инфраструктура
 НС – Научен съвет
 НСРНИ – Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България
 НЦБФ – Национален център по биомедицинска фотоника
 ОКТ – оптична кохерентна томография
 ОСУ – Общо събрание на учените
 ПВУ – План за възстановяване и устойчивост
 ПНЕК – Постоянна научно-експертна комисия
 ПНИИДИТ – Оперативна програма Програма "Научни изследвания, иновации и дигитализация за интелигентна трансформация"
 ПННФИ – приоритетни направления за насочени фундаментални изследвания
 ПНПНИ – приоритетни направления за приложни научни изследвания
 ПУ – Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“
 РП – работен пакет
 СУ – Софийски университет „Св. Климент Охридски“
 ТЕМ – трансмисионен електронен микроскоп
 ТУ – Технически университет
 УВ – ултравиолетов
 ФНИ – Фонд „Научни изследвания“
 ХЛЛ – хронична лимфоцитна левкемия
 ХТМУ – Химикотехнологичен и металургичен университет
 ЧСУ – Частно средно училище

ЮЗУ – Югозападен университет „Неофит Рилски“

AFM – atomic force microscopy
 ALD – atomic layer deposition
 APCVD – atmospheric pressure CVD
 CDW – charge density wave
 CVD – chemical vapor deposition
 DFG –Deutsche Forschungsgemeinschaft
 IR – infrared
 ITO – Indium tin oxide
 FTO – Fluorine-doped tin oxide
 LSPR – localized surface plasmon resonance
 MBE – molecular-beam epitaxy
 OCT – optical coherence tomography
 OSA – Optical society of America
 PAZO – poly[1-[4-(3-carboxy-4-hydroxyphenylazo)benzenesulfonamido]-1,2-ethanediyl, sodium salt
 PDLC – polymer dispersed liquid crystal
 PNSR – peak signal-to-noise ratio
 QCM – quartz crystal microbalance
 SLM – spatial light modulator
 SSIM – structural similarity index measure
 SOC – spin orbit coupling
 SPIE – Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers
 SPR – surface plasmon resonance
 TAC – thermal assisted conversion
 TEM – transmission electron microscopy
 TMDC – transition metal dichalcogenides
 XPS – X-ray photoelectron spectroscopy
 XRD – X-ray powder diffraction