



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

---

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

Тел./Факсах: (+359-2) 872 00 73; e-mail: [iomt@iomt.bas.bg](mailto:iomt@iomt.bas.bg); <http://www.iomt.bas.bg>

---

# **Годишен отчет**

## **2018**

## 1. ПРОБЛЕМАТИКА НА ИОМТ

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

Институтът по оптически материали и технологии „Акад. Йордан Малиновски“ (ИОМТ) е създаден през 2010 г. Благодарение на осигуреното след 2010 г. проектно финансиране ИОМТ осъвремени материалната си база и постигна до голяма степен първата от поставените стратегически цели да изгради модерно научно звено. През 2018 колективът на ИОМТ продължи активно да работи по осъществяване на втората стратегическа цел - *„утвърждаване в областта на оптичните материали и технологии за решаването на важни проблеми с принос към българската наука и икономика“*.

В ИОМТ се провеждат насочени фундаментални и приложни изследвания. Решават се задачи, посветени на създаването на нови високотехнологични оптични материали за приложение във фотониката, нанофотониката и органичната оптоелектроника и на разработването на методи в оптичната метрология и холография за запис на информация за триизмерно визуализиране на обекти, неразрушаващ контрол и мониторинг на процеси. Изследователската работа е подкрепена от научно-технически отдел с лаборатория по електронна микроскопия, рентгенов анализ и фотолитография.

В научната си политика ИОМТ възприе изцяло Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030, в която се заявява подкрепа за насочените фундаментални изследвания чрез финансиране на програмен или проектен принцип. Следвайки стратегията, ИОМТ активно работи по многобройни проекти и участва в подаването на нови. През 2018 са разработвани общо **33** проекта, от които **8** са финансирани от бюджетната субсидия, **15** са по договори с ФНИ, като в **10** от тях ИОМТ е водеща организация, **3** проекта са по програмата COST и **2** проекта са подкрепени от Центъра за развитие на човешките ресурси (програма „Еразъм“). Два от изпълняваните проектите с ФНИ са младежки. Успешно се изпълняват **3** младежки проекта по *„Програмата за подпомагане на младите учени в БАН“* и един проект по ЕБР с Тайван. Продължава участието в съвместни изследвания с научни групи от Белгия, Ирландия, Словакия, Тайван, Чехия, Финландия, Франция и Южна Корея.

Като много добро постижение през годината следва да се отчете участието на ИОМТ в стартирания проект за създаване на Центрове за върхови постижения по програма *„Наука и образование за интелигентен растеж“*, както и одобряването на проект по програмата Хоризонт 2020, по който ИОМТ е съизпълнител. ИОМТ е съизпълнител в проекта ИНФРАМАТ за създаване на Национална Научна Инфраструктура. И тази година ИОМТ участва в подаването на **4** проектни предложения към ФНИ, като **3** от тях са одобрени за финансиране (ИОМТ е базова организация в **1** от проектите и съизпълнител в **2** от тях).

Публикационната активност през 2018 г. е с 12% по-висока от тази през предходната година. Общият брой на публикуваните и приетите за публикуване статии е **79**, от които **67** са в световните бази данни Web of Science и Scopus. Броят на статиите с импакт-фактор и импакт-ранг е **63**, като първите са **35**, а вторите са **28**. Съпоставено с предходната година се наблюдава 29% увеличение на публикациите с импакт-фактор и импакт-ранг. Издадени са 2 свидетелства за полезен модел и 1 заявка за изобретение е в процес на експертиза. Цитатите за 2018 са **511**, като **440** от тях са в Web of Science и Scopus. Разпространението на научните резултати на международни и национални

научни форуми обхваща **40** международни и **8** национални форума, на които са представени общо **118** доклада и постера. ИОМТ е съорганизатор на два международни форума, организатор на традиционния пролетен семинар на докторантите и младите учени от институтите на БАН по „Интердисциплинарна химия“ и на българо-тайванска работна среща.

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

Извършените в ИОМТ дейности през 2018 г. отговарят на целите и политиките на Националната стратегия. В научно отношение изпълнение на Стратегията е постигнато в няколко приоритетни направления в областта на насочените фундаментални и приложни изследвания.

В областта на **енергийно ефективните технологии** са изследвани и тествани три нови съединения в качеството им на електролуминесцентни материали за емитери и допанти в OLED структури, генериращи бяла светлина. Едно от съединенията може да се използва като самостоятелен емитер при производството на OLED-и. Изследвани са активни слоеве от нискомолекулни съединения на базата на разтворими “push-pull” багрила като донори и фулерен или дериват на фулерена като акцептор за повишаване на ефективността и времето на живот на фотоволтаични клетки.

Дейностите на ИОМТ за **опазване на околната среда и екологичен мониторинг** включват разработване на чувствителни и селективни порести материали за вграждане в многослойни системи с потенциал за оптично детектиране на летливи органични вещества и влага. Изследвани са нови плазмонни структури и нови био/газ разпознаващи елементи за създаване на био и газ сензори и са разработени поляриметрични методи за детекция с цел създаване на спектрален поляриметър.

Изследванията в приоритетното направление **материалознание, нано и квантови технологии** обхващат получаване на наноразмерни слоеве от цинков оксид, дотиран с алуминий, характеризиращи се с висока оптична пропускливост във видимия и близък инфрачервен спектрален диапазон, които могат да се използват за прозрачни електроди в дисплей устройства с течни кристали. Получени са и са характеризирани 2D халкогенидни материали и мултифероични кристали за обработка и съхраняване на цифрова информация. Изучени са условията за отлагане на наноструктурирани тънки слоеве и на техните оптични и структурни свойства в зависимост от условията им на получаване и вида на подложката за моделиране на композитни еднослойни и многослойни покрития от метал и полупроводник. Получени са хибридни тънки слоеве с различен състав на базата на азополимер и наночастици от титаниев двуоксид и злато за осъществяване на обратим поляризационен холографски запис и е изследвана кинетиката на формиране на фотоиндуцираното двулъчепречупване на слоевете. Синтезирани са нови азо-азометинови багрила

По приоритетното направление **информационни и комуникационни технологии** е демонстрирано действието на пространствен светлинен модулатор на основата на графен, фотопроводим материал и течен кристал за динамична обработка на изображения в реално време. Установени са приносите на релефната и обемната поляризационни решетки за общата дифракционна ефективност при поляризационен холографски запис и е извършена Монте Карло симулация на кинетиката на двулъчепречупването на азобензен-съдържащите полимери. В областта на холографското визуализиране на тримерни обекти са анализирани методите за компютърно генериране на холограми. Разработени са интерференчни структури на

базата на два или повече клина на Физо с повишен спектрален обхват. Доказана е приложимостта им като светоделители с контролируемо отношение между преминалата и отразената мощност и мултиплексори в оптичните комуникации. Осъществено е съществено компресиране на входните данни в динамичната спекъл метрология чрез превръщане на записаните 8-битови спекъл-изображения в бинарни изображения.

Съществен дял в научната дейност на ИОМТ е посветен на приоритетното направление **мехатроника и чисти технологии**. Стартира изграждането на нов тип национален Център за върхови постижения за мобилизиране на научно - изследователския потенциал с цел постигане на качествено ново ниво на познанието в няколко взаимно припокриващи се икономически сегмента: механика, роботика, енергийна ефективност, устойчиво използване на суровини и ресурси, редуциране на парникови емисии.

### **1.3. Полза / ефект за обществото от извършваните дейности.**

По проект, спечелен през 2013 г. по Оперативна програма „Развитие на конкурентоспособността на българската икономика”, ИОМТ придоби уникално за България оборудване и подготви високо квалифицирани специалисти за работа с него. В момента ИОМТ има възможност да подпомага разработването на иновативни продукти и да предоставя услуги в приоритетни области като създаване на ново поколение среди за оптичен запис и информационните технологии, развитие на еко и енерго-спестяващите технологии, разработване на високо чувствителни сензори за разнообразни приложения, провеждане на неразрушаващ контрол на индустриални образци и обекти от културното наследство. Научната дейност на ИОМТ е ориентирана към развитието на икономика, базирана на знанието. Участието на института в създаването на Център за върхови постижения е крачка в тази посока.

В съответствие с Националната стратегия основен принцип в дейността на ИОМТ е партнирането с други научни организации в страната на базата на съвместни проекти или при решаване на отделни задачи. През годината съвместни дейности се провеждаха с Института по полимери, Института по електроника, Института по физика на твърдото тяло, Института по физикохимия на БАН, Физическия факултет и Факултета по химия и фармация на СУ “Св. Климент Охридски”, Техническият университет – София, Химикотехнологичния и металургичен университет, Варненския Университет, Университета по хранителни технологии в Пловдив, Университета по телекомуникации и пощи, Университета по транспорт „Тодор Каблешков“ и други. Особено внимание се обръща на ефективното използване на научно-изследователската инфраструктура в самия институт и в други научни звена за обогатяване на провежданите изследвания. ИОМТ-БАН е партньор по проекта ИНФРАМАТ, част от националната пътна карта за научни инфраструктури. Проектът осигурява отворен достъп до разпределената инфраструктура за учени от партниращите институции и по този начин подкрепя изследвания върху дизайна и разработването на нови материали. Достъп до разпределената инфраструктура се осигурява за всички изследователи и промишлени ползватели на национално и регионално ниво като по този начин се стимулира устойчивото развитие на България и региона в областта на получаване на нови материали.

Проведените през 2018 г. изследвания са обнародвани в престижни международни списания и поредици, индексирани в световните бази данни Web of Science и Scopus. Резултатите са представени на **40** международни конференции, сред които конференции, организирани от OSA, SPIE, IOP и AIP. В 21% от публикациите за

2018 г. са представени изследвания с чуждестранни научни групи при водещо участие на специалистите от ИОМТ. През годината учени от ИОМТ са били поканени лектори на международни форуми в САЩ, Тайван, Южна Корея и Япония. Разпространението на научните резултати чрез публикации в реномирани списания и представяне на престижни конференции е от огромна полза за българското общество, защото издига престижа на България в целия свят. Редно е да се очаква, че добрите резултати на ИОМТ ще допринесат за подобряване на обществените нагласи към българската наука като цяло и Българската Академия на науките в частност и ще доведат до положителна промяна в статута на българския учен, както се посочва в Националната стратегия.

#### **1.4. Взаимоотношения с други институции**

ИОМТ има дългогодишно сътрудничество със средните общообразователни училища и центрове за професионално обучение. И тази година са проведени практически занятия (лекции и демонстрации) по договор за провеждане на учебна и производствена практика на ученици от Националната професионална гимназия по прецизна техника и оптика, "М. В. Ломоносов", гр. София. Изнесена е популярна лекция по холография за ученици от горните класове по време на „Климентовите дни” във Физическия факултет на СУ „Кл. Охридски”.

С участието на специалист от ИОМТ са издадени от издателство Анупис 6 учебни помагала по физика и астрономия на български и английски език за ученици от 7 и 9 клас на средно образователни училища и за профилирано и професионално образование.

През 2018 г. специалисти от ИОМТ са участвали като експерти в Научни журита по конкурси за присъждане на научни степени и звания в София, Пловдив и Варна, както и при изготвяне на експертни оценки по проекти към ФНИ.

#### **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. (относими към получаваната субсидия).**

През 2018 г. в курорта Боровец се проведе международна конференция, посветена на перспективни оптични материали и технологии (фиг.1). Конференцията бе организирана от ИОМТ с подкрепата на Института по физика на твърдото тяло към БАН и Химикотехнологичния и металургичен университет в София с финансиране по проект Т 02/26 на ФНИ, в който ИОМТ е водеща организация. В конференцията взеха участие 32 учени, като бяха изнесени 17 лекции и устни доклада. Отличителна особеност на конференцията бяха проведените специализирани образователни курсове от 5 специалиста от ИОМТ. Като поканени лектори гостуваха признати учени от България и чужбина. По време на конференцията се дискутираха теми, свързани с оптични материали и структури за сензорни приложения и електро-оптични устройства, свръхпроводими материали, наноструктури с приложение в екологията и други, както и с експерименталните методи за изследване на тези материали.



Фиг.1. Плакат на международната конференция по перспективни оптични материали и технологии в Боровец и снимка по време на една от презентациите.

ИОМТ от години развива дейности в областта на опазване на културното наследство, които се изразяват в поддържането на постоянна изложба на холограми (фиг.2) на ценни исторически обекти и запис на аналогови холограми на такива обекти за други институции и за обновяване на изложбата. Сред своите експонати изложбата представя холограми на обекти от Панагюрското съкровище, Рогозенското съкровище, Требенишкото съкровище в Македония, артефакти от Самуиловата крепост в гр. Петрич и от Перперикон, холограми на реликви на Васил Левски и други. Като всяка година, изложбата бе посетена от ученици, студенти и учени от България и чужбина. Разглеждането на изложбата винаги се съпровожда от специалист от лабораторията по холография, който отговаря на въпроси и дава разяснения.



Фиг.2. Постоянна холографска изложба в ИОМТ-БАН

През последните години ИОМТ въведе практика да провежда кратко обучение на студенти и специализанти от страната и чужбина, като обучението включва запознаване с лабораториите по електронна и атомарно-силова микроскопия, холографската лаборатория, бокса за работа в инертна атмосфера и други. Снимките по-долу (фиг.3) показват моменти от изнасянето на лекция по аналогова и цифрова

холография на английски език и от посещението на холографската лаборатория от група студенти от Факултет за френско обучение по електроинженерство на Технически университет –София.



Фиг.3. Обучение на студенти от Факултет за френско обучение по електроинженерство, Технически университет – гр.София в ИОМТ-БАН

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

*Проект BG05M2OP001-1.001 – 008 „Национален център по мехатроника и чисти технологии”, Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж”.*

Изпълнението на проекта стартира през 2018 г. Целта на проекта е изграждането на нов тип национален Център за върхови постижения по Мехатроника и чисти технологии. Координатор на проекта е Институтът по обща и неорганична химия към БАН. ИОМТ е един от 18-те партньора. В рамките на Центъра е предвидено изграждането на специфична инфраструктура, включваща конструирането на три уникални за страната апаратурни комплекси.

Научната програма е структурирана в рамките на 4 работни пакета:

- РП1. Компютърно моделиране и развитие на технологии и нови материали за инженеринг и реинженеринг;
- РП2. Електронни, оптични, сензорни и био-мехатронни системи и технологии;
- РП3. Мехатронни системи и технологии;
- РП4. Чиста енергия и зелени технологии.

Изпълнението на проекта през 2018 в ИОМТ включваше необходимата при стартиране организационна и проучвателна работа. Трябва да се отбележи известното изоставане от графика на дейностите поради независещи от ИОМТ административни спънки.

*Проект Д01-155 ИНФРАМАТ за Национална Научна Инфраструктура; проектът е част от националната пътна карта за научни инфраструктури*

Научен и Технически координатор: Институт по физикохимия „Акад. Ростислав Каишев”, БАН. ИОМТ-БАН е партньор по проекта.

Целта на този проект е да интегрира големите и/или уникалните апаратури, които са необходими за получаване и комплексно охарактеризиране на нови материали с

приложение в промишлеността, био-медицината и околната среда, както и за провеждане на изследвания, диагностика, реставрация и консервация на артефакти от метал. ИОМТ е партньор по Модул I (Нови материали) на проекта, по който в ИОМТ се извършват следните дейности:

- Интегриране на специализирано оборудване за получаване и комплексно охарактеризиране на нови материали;
- комбиниране и концентриране на експертност на високо ниво (човешки ресурси) и на съвременни инструментални техники (материални ресурси);
- осигуряване на отворен достъп до разпределената инфраструктура за учени от партниращите институции, както и за всички изследователи и промишлени ползватели на национално и регионално ниво.

Работата през годината включваше процедури по закупуване на високо специализираното оборудване в ИОМТ, поддръжката на включеното в проекта оборудване, обслужване на заявки за провеждане на специализирани изследвания и експертизи, както и привличане на нови млади специалисти.

## **2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНО-ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2018 г.**

Научно-изследователската дейност в ИОМТ през 2018 г. обхваща изпълнението на **8** проекта с бюджетно финансиране и **15** договорни разработки, финансирани от ФНИ към МОН. Провеждана е изследователска работа по **3** проекта по линия на международното сътрудничество (2 проекта по програмата COST и 1 по ЕБР) и по три младежки проекта с финансиране от БАН. Подробно описание на получените резултати е дадено в отчетните форми на БАН за 2018 г. Допълнително, освен описаната в отчетните форми работа, в Лабораторията по електронна микроскопия от Научно-техническия отдел на ИОМТ са проведени изследвания на морфологията, микроструктурата и фазовия състав на наноматериали, тънки слоеве и обемни образци и на каталитични материали. Описанието на постигнатите резултати в отчета е дадено по тематични направления и по задачи.

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

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

*Финансиране:*

бюджетно;

допълнително: ФНИ (проекти ДН 08/15, ДН 17/18, ДРИЛА 01/13)

младежки проекти с БАН – ДФНП 17/56, ДФНП 17/97

*Сътрудничество:*

Института по полимери – БАН

Физически факултет на СУ “Св. Климент Охридски”

Варненски Университет



Основната **цел** на проекта е да се разработят чувствителни и селективни порести материали, които да се вградят в многослойни системи, които от своя страна да се използват за оптично детектиране на летливи органични вещества и влага.

• В сътрудничество с групата на доц. Христова от Института по полимери – БАН бяха синтезирани 4 нови полимери с различен химичен състав и макромолекулярна архитектура. Те включват:

- ✓ линейни блокови съполимери с повишен афинитет към влага;
- ✓ звездовидни PDMA-съполимери с компактна структура и специфични отношения в разтвори ;
- ✓ съполимери с разклонена макромолекулярна архитектура и оптимизиран състав, при които бяха намерени условия за получаване на тънки филми от реакционните смеси без изолиране и допълнително пречистване.

Структурата на тези съполимери бе доказана чрез конвенционални спектроскопски методи като FTIR и NMR, а съставът им бе определен от интегрираните протонни NMR спектри. С помощта на хроматография с изключване по обем (SEC) бяха определени основните молекулномасови характеристики на съполимерите като среднобройна молекулна маса ( $M_n$ ) и разпределение по молекулна маса ( $M_w$ ). Изследвани бяха също така хидрофилно-хидрофобния баланс и агрегирането на съполимерите във водна среда с помощта на динамично и статично разсейване на светлината.

От синтезираните полимери бяха отложени тънки слоеве върху два типа подложки-абсорбираща (силициева шайба) и прозрачна (стекове на Браг). Слоевете бяха характеризирани оптично чрез разработените алгоритми в ИОМТ и беше изучено поведението им при различна влажност. Поради баланс между чувствителност и хистерезис най-подходящият полимер за оптично измерване на влажността е разклоненият полимер. Най-висока чувствителност се получава при  $RH > 80\%$ , където влажността се измерва с точност от 1.4%. За  $RH 65-80\%$ , точността на измерване е 2%, докато при влажност под 65%, точността е 8.8%. Всички слоеве са с дебелина по-малка от 100 nm, което осигурява бърз и обратим отговор на промените във влажността и гарантира устойчивост на измерванията.

• Като органична матрица за създаване на изкуствена пористост в тънки слоеве от  $Nb_2O_5$  използвахме три полимера от търговската марка Pluronic PE. с различна молекулна маса на PPO блока и процентно съдържание на PEO в полимерната молекула. Условието бе полимерите да имат температура на помътняване близо до стайната. Тогава се очаква образуването на стабилни мицели със сравнително големи размери (50-150 nm). Образуването на мицели във воден разтвор беше изследвано чрез UV-VIS спектроскопия, фотолуминесценция и DLS (динамично светоразсейване) измервания. Мицеларните разтвори на полимерите бяха използвани като матрица за създаване на пористост в тънките слоеве от  $Nb_2O_5$ . Оптичните и сензорните свойства на отложените тънки слоеве бяха изследвани като функция на типа и концентрацията на полимера и времето на загряване, чрез измерване на отражението на слоевете преди и след излагане на пари на ацетон. Резултатите показаха най-голяма промяна на показателят на пречупване вследствие от излагане на пари на ацетон при  $Nb_2O_5$  слоя, получен чрез 20 wt% PE6200 и загрят за 60 минути –  $\Delta n_{ac} = 0.048$ .

• В сътрудничество с проф. дн Веселин Страшилов от Физическия факултет на СУ “Св. Климент Охридски” и д-р Илиян Колев от Варненския Университет са изследвани адсорбционно-десорбционното поведение на образци от синтезираните при

нашите партньори от Франция (групата на проф. Минтова в LCS-Saen) зеолитни материали FAU и V-FAU спрямо токсични летливи органични субстанции (ЛОС) - hexamethylenimine ( $C_6H_{13}N$ ) (ХМИ) и пиридин ( $C_5H_5N$ ) чрез използване на метода на кварцовата микровезна (КМВ). Беше установено, че изоморфното заместване на силициеви с ванадиеви атоми предизвиква най-вероятно загубата на силно кисели FAU адсорбционни центрове. Ефект, чиято проява се отчита единствено спрямо по-силно базичния ХМИ анализ. Сравнението между FAU и V-FAU показва, че изоморфното заместване на силициеви с ванадиеви атоми не предизвиква значими изменения във вътрешнокристалния свободен зеолитен обем. Ефект, чиято проява се отчита единствено спрямо пиридиновия анализ и отчетения спрямо него приблизително еднакъв сорбционен капацитет от двата зеолитни образца. Показаната чувствителност към тестваните силно токсични ЛОС (ХМИ и пиридин) предоставя възможности за сензорни приложения. За случая на пиридин е получен отклик в рамките на няколко килохерца, което е достатъчно за да позволи детекцията му в атмосферата дори и в малки количества.

- С цел подобряване на оптичното качество на отложените филми от зеолитни нанокристали бяха направени успешни опити широко използвания метод за нанасяне на тънки слоеве, *spincoating*, да се замени с по-малко известния метод на електроспрей или електро-йонизация. В случая на СНА-тип зеолити се получи много доброто диспергиране на зеолитните частици по повърхността на слоя, докато това беше невъзможно в случая на *spincoating*. Методът на електроспрей беше успешно приложен и за отлагане на тънки слоеве от RHO-тип зеолити, което също беше невъзможно чрез *spincoating*, защото само водните дисперсиите на RHO са относително стабилни, а добавянето на летлив разтворител води до бързото им агрегиране. С увеличаване на времето на отлагане, покриването на повърхността се подобрява. Показано е, че връзката между отделните острови, както и адхезията към подложката се подобрява още повече, ако повърхността се покрие с тънък слой. Беше използван слой от  $Nb_2O_5$  с дебелина от 30 нм, получен по метода на зол-гел и отложен чрез *spincoating*. Конкретният избор на материала е обусловен от факта, че  $Nb_2O_5$  е по-хидрофобен, в сравнение с  $SiO_2$  и се надяваме да бъде по-подходящ при сензорните експерименти за детектиране на йони на тежки метали във вода.

Бяха направени и първоначални опити за отлагане на графенови филми чрез мокри методи като се използват графенови квантови точки (GQD). Беше използван търговски продукт, представляващ дисперсия във вода с много малка концентрация (0.01%). Поради факта, че GQD са във вода, беше невъзможно отлагането на тънки слоеве чрез метода на центрофужното нанасяне. Бяха направени опити за отлагане чрез метода на електроспрей. Оказа се, че независимо от поляритета и големината на подаваното напрежение, (бяха пробвани стойности от 5-25 kV) електроразпръскването не е възможно. Това означава, че в използваната дисперсия няма токоносители, които да поемат заряда и да доведат до зареждане на капката. Най-вероятната причина е наличието на стабилизатори (за които няма информация), които пречат на зареждането. Бяха направени опити за внедряването на графеновите квантови точки в полимер, като беше използван водоразтворимият полимер PVP, а също и Pluronic като повърхностно активно вещество и бяха отложени тънки слоеве чрез центрофужно нанасяне. Подробното разглеждане на ТЕМ изображенията на графеновите квантови точки преди и след инкорпорирането им в полимера не показва наличието на агрегати.

### *Разпространение на резултатите*

Проведените изследвания са представени като 12 устни доклада и 3 постера на международни и национални научни форуми. Резултатите са обнародвани като 3 публикации с импакт-фактор и 3 публикации с импакт-ранг.

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

##### *Финансиране:*

бюджетно;

допълнително: ФНИ (проекти ДН 08/9, Т 02/26, ДКОСТ 01/15)

бъдещо: ЕС проект 824140, Хоризонт 2020; ФНИ проект ДН 28/8

##### *Сътрудничество:*

Национален Чиао Тунг Университет, Тайван, проект по ЕБР

Idaho National Laboratory, Idaho, USA

Université de Sherbrooke, Канада

COST акции MP 1402 (приключила), CA 15107 и CA 17123 (стартирала)

През 2018 са получени следните резултати:

- Получаване на моно- и многослоен графен по метода на химично отлагане от газова фаза (CVD) .

Установени са оптималните условия за отлагане на моно- и многослоен графен по метода на химично отлагане от газова фаза (CVD) върху Си фолио чрез подходящо регулиране на потоците на реакционните газове. Качеството на графена е характеризирано чрез атомно-силова микроскопия (AFM), сканираща електронна микроскопия (SEM), Раманова спектроскопия, оптично пропускане и електрически измервания. Получените слоеве са адаптирани като прозрачни проводящи електроди върху подложки от стъкло и огъващи се подложки (PET поли-етил-тетрафилат) за направата на устройства за пространствено модулиране на светлина.

Демонстриран е пространствен модулатор на основата на графен, фотопроводим материал и течен кристал, работещ в инфрачервената област от спектъра с цел приложения за динамична обработка на изображения в реално време.

- Получаване на наноразмерни слоеве от ZnO, ZnO:Al (AZO) по метода на ALD технологии и трислойни структури от типа диелектрик-метал-диелектрик.

Слоеве от цинков оксид (AZO) дотиран с алуминий са получени чрез използване на техника за последователно отлагане на атомни слоеве. Получените слоеве притежават висока оптична пропускливост във видимия и близък инфрачервен спектрален диапазон. Чрез промяна на съдържанието на Al, се установени оптимални състави за растеж на AZO, където електрическата проводимост на филма е най-висока. Въз основа на извършените измервания на оптичните и електрични характеристики, избрани AZO филми с оптимална проводимост са използвани като прозрачни електроди в разработването на дисплей устройства с течни кристали. Показано е, че характеристиките на електрооптичната модулация на тези устройства и времената на отклик са напълно сравними с тези на течно-кристални устройства, използващи традиционните ITO електроди.

- Получаване и характеризирание на 2D халкогенидни материали от типа MoSe<sub>2</sub>, PtSe<sub>2</sub>, WS<sub>2</sub>, HfSe<sub>2</sub>, NbSe<sub>2</sub>, MnSe<sub>2</sub>

Материалите са получени чрез химическо отлагане от газова фаза в CVD в атмосфера на 95% Ar and 5% H<sub>2</sub> на два етапа

- а) Върху подложки от кварц, сапфир и Si/SiO<sub>2</sub> са отложени тънки слоеве от Mo, W, Nb, Pt и др. чрез катодно разпрашване, вакуумно изпарение или молекулярно лъчева епитаксия на съответния метал или метален окис.
- б) Процесите на селенидизация и сулфатизация се проведени при загряване на халкогенидите 180 - 60С до получаване на халкогенидо-водороди, които реагират с метала или окиса на повърхността на подложката и се получават MoS<sub>2</sub>, MoSe<sub>2</sub>, WS<sub>2</sub>, WSe<sub>2</sub>, NbSe<sub>2</sub> и др.

- Получаване и характеризирание на мултифероични кристали от типа CaMn<sub>7</sub>O<sub>12</sub> за обработка и съхраняване на цифрова информация.

Наскоро, CaMn<sub>7</sub>O<sub>12</sub> под формата на монокристална ромбедрична фаза, е показан като нов магнитен мултифероичен материал, притежаващ изключително голяма фероелектрична поляризация по оста с, силно свързана с антиферомагнитния магнитен преход при температурата на Neel от 90 K.

Успешно са получени CaMn<sub>7</sub>O<sub>12</sub> филми чрез Импулсно Лазерно Отлагане (PLD). От анализите на структурните, магнитни и диелектрични свойства, е потвърдено, че повечето от тънките филми, израстнати върху подложка STO (100), са CaMn<sub>7</sub>O<sub>12</sub>. Оптималните условия за получаване на стехиометрични филми са T = 700-800 °C и P = 0.1-0.4 torr. Тънкослойните CaMn<sub>7</sub>O<sub>12</sub>, получени чрез PLD върху подложка STO (100), показват магнитни и структурни преходи и диелектрична константа, наподобяващи тези на обемни монокристални образци.

#### *Разпространение на резултатите*

Проведените изследвания са представени като 5 поканени лекции, 7 устни доклада и 11 постера на международни научни форуми в Тайван, Япония, Португалия, Черна гора и България. Резултатите са обнародвани като 5 публикации с импакт-фактор, 2 публикации с импакт-ранг и 5 доклада в сборници на конференции. Организирана е международна работна среща 27-29 април 2019г. в България.

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

*Финансиране:*

бюджетно;

*Сътрудничество:*

Лаборатория по твърдотелна химия към Университета в Пардубице, Чехия

Целта на настоящия проект е да се установят условия за отлагане на тънки слоеве с необходимата структура, да се изследват техните оптични и структурни свойства в зависимост от условията им на получаване и вида на подложката. Получените резултати ще послужат за моделиране на композитни еднослойни и многослойни покрития от метал и полупроводник.

През изтеклата година са изследване условията на получаване (скорости на закаляване и отлагане, вид на подложката и дебелина) и влиянието на състава върху

оптичните и структурни свойства на тънки слоеве от халкогенидни стъкла и тънки метални покрития. Планът за работа за 2018 включваш следните изследователски задачи:

- Отлагане и охарактеризиране на микроструктура и оптичните свойства на тънки слоевете от Ag съдържащи сплави с елементи от преходните групи.
- Продължаване на изследванията върху оптичните на обемни стъкла и тънки слоеве от системата Ge-S(Se)-Ag.
- Изследване температурната зависимост на оптичните свойства на отложените слоеве.

В днешно време нараства интересът към метали от преходните групи на периодичната таблица на химичните елементи с цел намиране на нови плазмонни материали и наноструктури за ултравиолетова светлина с оглед практическо им приложение в спектроскопиите със свръхвисока чувствителност. За това през тази година бяха извършени експерименти по отлагане на тънки слоеве от сплави, съдържащи сребро, бисмут и германий чрез термично съизпарение. За системата  $Bi_xAg_{100-x}$  бяха отложени тънки слоеве, където  $x = 5, 10, 15, 20$  и  $50$  ат %. Съставът на тънките филми беше определен чрез рентгенов микроанализ. Оптичните свойства на тънките слоеве бяха изследвани чрез спектрална елипсометрия с три фазов модел подложка - тънък слой – повърхностен грапов слой. Резултатите показаха, че добавянето на сребро води до повишаване на поглъщането във видимата и близката инфрачервена спектрални области.

Получените спектри на електричната проницаемост бяха използвани за оценка на ефективността за възбуждане на локализиран плазмонен резонанс,  $Q_{LSP}$  и на повърхностен плазмонен резонанс,  $Q_{SPR}$  на сферични частици от Bi-Ag. Получените стойности показват, че тънки слоеве бисмута могат да бъдат използвани за възбуждане на локализиран повърхностен плазмон в ултравиолетовата спектрална област за енергии по фотона 4-5 eV. Получена е оптимална концентрация за добавяне на сребро в бисмут и индий за получаване на максимални стойности на  $Q_{LSP}$  около 1-4 ат %. През следващата година ще се определят температурната зависимост и условията за получаване на сферични наночастици.

Стартираха изследвания върху намиране условията за получаване на тънки слоеве от сплави на сребро и германий. Основният проблем при получаване на тънки Ag-Ge слоеве беше ниското налягане на наситените пари на германия и затова чрез термично съизпарение бяха отложени тънки слоеве със състав  $Ag_{50}Ge_{50}$  и  $Ag_{84}Ge_{16}$ . Данните от дифракция на рентгенови лъчи показват, че тънките слоеве са изградени от смес на сребро, германий, както и наличието на  $Ag_4Ge$  в слоевете със състав  $Ag_{84}Ge_{16}$ . Диелектричната функция на тънките Ag-Ge слоеве беше определена чрез елипсометрични измервания в спектралната област 0.6-6.5 eV. В спектъра на имагинерната част на електричната проницаемост се наблюдава широка ивица с максимум на 2.1 и 2.3 eV за тънки слоеве със състави  $Ag_{50}Ge_{50}$  и  $Ag_{84}Ge_{16}$ . Вероятната причина за нарастване на поглъщането във видимата област е, че германия намалява необходимата енергия за преход на  $4d$  електроните на среброто.

Довършени са изследванията върху влиянието на температурата върху оптичните свойства на сребърни слоеве с дебелина около 10 - 12 нм. Чрез атомно-силова микроскопия (AFM) беше наблюдавано нарастване на размера на зърната, които изграждат покритията след прогряване във вакуум при температури 250 и 350°C. Този резултат е в съгласие с преходните данни за промяна на оптичните константи на слоевете в температурния интервал 150 - 500°C. Резултатите показаха отместване на

пика, дължащ се на локален повърхностен плазмон в имагинерната част на комплексната диелектрична функция към по-големите енергии за тънки сребърни филми, отложени върху силиций при температури над 200°C.

Тънките Ag - Ge слоеве бяха подложени на сулфатизация чрез отлежаване на пари на сярата при стайна температура. Видим ефект от взаимодействието на слоевете с парите се наблюдаваше след около 24 часа отлежаване. Необходимото време за пълното сулфатизиране на покритията беше определено на 7 денонощия. Чрез елипсометрични измервания бяха определени показателите на пречупване и ширината на забранената зона. Получените резултати показваха, че след сулфатизирането на  $\text{Ag}_{84}\text{Ge}_{16}$  слой има показател на пречупване 2.75 за дължина на вълната 1550 и забранена зона,  $E_g = 1.09$  eV, докато сулфатизирането на  $\text{Ag}_{50}\text{Ge}_{50}$  слой е със стойности на  $n = 2.24$  за същата дължина на вълната и  $E_g = 1.09$  eV.

Получените резултати за оптичните свойства на сулфатизирани тънките Ag-Ge слоеве бяха сравнени с тези на тънки слоеве Ge – S - Ag, получени чрез дифузия на сребро в  $\text{GeS}_2$ . Елипсометрично са определени показателите на пречупване и ширината на оптичната забранена зона. Забранената зона намалява от 2.47 eV за тънки слоеве при съотношение на  $\text{GeS}_2 / \text{Ag}$  1:10 до 2.11 eV при съотношение на  $\text{GeS}_2 / \text{Ag}$  1:3. Стойностите за показателя на пречупване на същите слоеве за дължина на вълната 1550 nm бяха 1.96 и 3.52

През изтеклия период продължиха съвместните изследвания с групата от Лабораторията по твърдотелна химия към Университета в град Пардубице, Чехия. Извършените експерименти включваха изследване на масов транспорт в двуслойни покрития от  $\text{As}_2\text{S}_3/\text{Ge}_3\text{Se}_7$  и  $\text{As}_3\text{S}_7/\text{Ge}_3\text{Se}_7$  след тяхното облъчване със светлина и прогряване. Елипсометрично е установено наличието на интерфейс между двата халкогенни филма с дебелина 2-3 nm в свежоотложени покрития. Неговата дебелина не се променя след осветяване със халогенна лампа, докато прогряване на покритията водеше до нарастване на интерфейса между слоевете от арсенов сулфид и германиев селенид.

#### *Разпространение на резултатите*

Резултатите за обобщени в 3 публикации (1 публикувана, 1 приета и 1 изпратена за печат).

#### **2.1.4. Разработване на бели органични светоизлъчващи диоди с ръководител доц. д-р Рени Томова**

##### *Финансиране:*

бюджетно;

допълнително: договор с Оптима-Електроник ЕООД –гр. Пловдив

бъдещо: ФНИ (проекти КП-06-Н 29/7, КП-06-Н 29/10)

##### *Сътрудничество:*

Факултета по химия и фармация към СУ „Св. Климент Охридски“

Основната задача на настоящия проект е разработването на нови електролуминесцентни материали, които да намерят приложение като емитери и допанти в ОЛЕД структури, генериращи бяла светлина. За целта от доц. Загранярски от Катедра Органична химия и фармакогнозия на Факултета по химия и фармация към СУ „Св. Климент Охридски“ бяха синтезирани и ни предоставени три нови нискомолекулни съединения от групите на нафталимидите: NY7 (naphthalen imid NY7 -

5-octyl-2-phenyl-4*H*-benzo[de]benzo[5,6][1,4]dioxino[2,3-*g*] isoquinoline-4,6 (5*H*)-dione), NY9 (naphtalenimid NY9 - 2-(4-(hexyloxy)phenyl)-5-octyl-4*H*-benzo[de]benzo[5,6][1,4]dioxino[2,3-*g*] isoquinoline-4,6(5*H*)-dione) и NY10 (naphtalenimid NY10 - 2-(4-(hexyloxy)phenyl)-5-octyl-4*H*-benzo[de]naphtha [2',3':5,6][1,4]dioxino[2,3-*g*]isoquinoline-4,6(5*H*)-dione).

Изследвани бяха:

1. Електрохимичните, фотофизичните и луминесцентните свойства на тези съединения.

Установено бе че:

- Модифицирането на NY7 в NY9 посредством добавянето на една хексилокси група и последващата трансформация на NY9 в NY10 чрез добавянето на още едно бензолно ядро към бензодиоксиновата група на NY9 води до нарастване на стойностите на HOMO и LUMO нивата и ширината на забранената зона на NY9 и NY10. Наблюдаваните промени се дължат на добре изразените електрон-отдаващи свойства на добавените групи и предизвикват видимо тониране на основния цвят на излъчваната от съединенията светлина.
- И трите съединения са флуоресцентни с времена на живот в наносекундната област.
- Има разлика в емисионните спектри на новите съединения, снети в разтвор на Диметилформаид и на вакуумно изпарени техни филми. В разтвор добавянето на хексилокси групата към NY7 предизвиква слабо отместване на флуоресцентния максимум на NY9 със 7 nm в червената област (от 560 nm на 567 nm). Внасянето на бензолно ядро към бензодиоксиновата група на NY9 води до появата на нов флуоресцентен максимум в спектъра на NY10 на 480 nm и допълнително отместване на съществуващия при NY9 максимум на 567 nm с още 20 nm до 586 nm. Спектрите на филмите на NY7 и NY10 са почти единични, с максимум при 534 и 535 nm и рамо съответно при 503 и 494 nm. Те се различават съществено от спектъра на NY9, които се характеризира с два максимума при 488 и 546 nm. Разликата между двата вида спектри (в разтвор и филм) се дължи на различното взаимодействие между молекулите на съответните съединения, определящи енергетичните преходи, в разтвора и във филма.

2. Новите съединения бяха тествани като емитери в най-простата OLED структура: Анод(In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:SnO<sub>2</sub>)/Слой провеждащ дупки/Електролуминесцентен слой (NY)/Катод(Al). Работещи устройства бяха реализирани само със слоеве от NY7 и NY10. Двете устройства излъчваха светлина в жълто-зелената област на спектъра с максимум 538 nm и CIE координати (0.38, 0.55) за NY7 и съответно 535 nm и (0.39, 0.55) за NY 10. OLED-ът с NY7 се характеризираше със значително по-ниско напрежение на запалване 8V срещу 19.6V за NY 10 и пет пъти по-висок максимален интензитет на излъчваната светлина 3031 cd/m<sup>2</sup> срещу 643 cd/m<sup>2</sup> за Y 10.

В заключение можем да твърдим, че новото съединение NY 10 може да бъде използвано като самостоятелен емитер при производството на OLED-и.

*Разпространение на резултатите*

Резултатите са обнародвани като 1 публикация с импакт-фактор и 2 публикации с импакт-ранг.

### 2.1.5. Ниско-молекулни органични слънчеви клетки с ръководител проф. д-р Снежана Китова

*Финансиране:*

бюджетно;

*Сътрудничество:*

Факултета по химия и фармация към СУ „Св. Климент Охридски“

Целта на задачата е разработване, изследване и оптимизиране на фотоволтаични клетки с активни слоеве от нискомолекулни съединения на базата на разтворими “push-pull” багрила като донори и фулерен или деривати на фулерена като акцептори с оглед повишаване на тяхната ефективност и време на живот. Центрофужно нанасяне от разтвор, т.н. „мокър“ метод, се използва за отлагането на разтворимите багрила, и деривати на фулерена, докато физическо парно отлагане във вакуум, т.н. „сух“ метод, се използва за получаването на фулерен C<sub>60</sub>, буферните слоеве и металните електроди.

Органичните слънчеви елементи с “инвертирана структура” са обект на усилено изследване поради тяхната повишена стабилност за сравнително дълъг период от време. От друга страна този тип архитектура не се използва често при слънчеви елементи с нискомолекулни активни съединения, поради тяхната ниска ефективност, дължаща се главно на понижения коефициент на запълване. През годината усилията се съсредоточиха към изследване на оптичните свойства и фотоволтаичен потенциал на три различно функционализирани багрила на основата на squaraine (Sq), две багрила - синтезирани от нас и едно – търговско в комбинация с PC<sub>70</sub>BM, дериват на фулерена, който по литературни данни е по-ефективен като акцептор на електрони в сравнение с изследвания досега от нас дериват PC<sub>61</sub>BM.

За оптимизиране на ефективността на моделната клетка е проведена оптична симулация на базата на формализма на трансферна матрица. Изследвано е влиянието на дупчесто и електрон проводящите буферни слоеве от MoO<sub>3</sub>, ZnO и AZO (дотиран с Al ZnO) върху абсорбционната ефективност на активния слой. Симулирана е абсорбцията на фотони в слоевете Sq/ PC<sub>70</sub>BM с различно тегловно съотношение и дебелина на слоевете и е изчислена възможната максимална плътност на фототока на късо съединение ( $J_{sc}^{max}$ ) в клетки със стандартна и инвертирана архитектура, приемайки че вътрешната квантова ефективност е равна на 1. Установено е, че клетките с инвертирана структура показват по-голям изчислен фототок  $J_{sc}^{max}$  в сравнение със клетките със стандартната структура. Моделирането на разпределението на оптичното поле в различните стекове на устройството доказва, че това усиление произтича от повишената абсорбция на падащата светлина в активния слой, а оттам и до увеличената скорост на генериране на екситони. Едновременно с това симулацията показва, че ефектът на оптичния спейсър (буферният слой нанесен преди металния електрод) върху увеличаването на  $J_{sc}^{max}$  е значително по-слаб изразен в клетките с инвертирана структура, отколкото в стандартните.

Фотоволтаичният потенциал на багрилата като донор на електрони е изследван в моделна слънчева клетка с обемен хетеропреход със обърната структура ITO (180 nm)/AZO (x nm)/Sq:PC<sub>70</sub>BM (~x nm)/MoO<sub>3</sub>(x nm)/Ag (~120 nm). Изследвана е зависимостта на измерените волт-амперни характеристики от съотношението между багрилото и PC<sub>70</sub>MB, както и дебелината на активния слой. Проведено е детайлно изследване на влиянието на дебелината и условията на получаване на дупчесто и електрон проводящите буферни слоеве от MoO<sub>3</sub>, ZnO и AZO. Установено е, че при оптимално подбрани дебелини на буферните слоеве от MoO<sub>3</sub> и AZO, както и на активния слой могат да се получат клетки с възпроизводими свойства с ефективност и



коэффициент на запълване съизмерими с тези на клетките със стандартна структура, но с повишена стабилност за сравнително дълъг период от време.

Изомеризацията под действие на светлина между две различни състояния на молекулни превключватели, привлича значително внимание през последните няколко десетилетия. Ако изомерите не са изоенергетични, улавянето и съхранението на слънчевата енергия е напълно възможно. Релаксацията от изомера с висока енергия до този с ниска енергия се предотвратява от енергийната бариера между тях. Такива материали се наричат **молекулни слънчеви топлинни системи (MOST)**, като натрупаната енергия в тях е равна на енергийната разлика между двата изомера.

През годината бяха проведени и първи опити за получаване на MOST системи. Експериментите са проведени съвместно с групата на доц. д-р Ал. Василев от Химико-Фармацевтичен ф-т на СУ "Св. Кл.Охридски". Изследвани са четири aza-15-crown-5 съдържащи стиролови багрила, с оглед тяхното потенциално използване за MOST системи. Две от багрилата са ново синтезирани съединения от групата на доц. Василев. Изяснени бяха стационарните фотофизични свойства на багрилата в отсъствие или присъствие на бариери катиони. Определената константа на стабилност на образуването на комплекс с  $Va^{2+}$  е в добро съответствие с литературните данни за двете референтни багрила. Снетата кинетиката на транс-цис-изомеризацията при облъчване с лазер с  $\lambda = 488$  нм може да се апроксимира с една експоненциална функция, която дава константа на скоростта ( $k$ ) и времетраенето на живот ( $1/k$ ). Проведените опити показват, че прибавянето на  $Va^{2+}$  йони води до значително нарастване на времето на живот на *cis*-изомерите и на четирите изследвани багрила. Установено е, че техните  $Va^{2+}$  комплекси имат също така много ниска вътрешна флуоресценция и висок добив на E-Z-фотоизомеризация, което е едно от основните изисквания за получаване на ефективни MOST системи.

#### *Разпространение на резултатите*

Резултатите са представени на международна конференция. Една публикация е изпратена в списание с импакт-фактор и една е подготвена за изпращане.

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

##### *Финансиране:*

бюджетно;

допълнително: ФНИ (проекти Д18/8, ДМ18/7)

##### *Сътрудничество:*

Институт по електроника, БАН

Работата през годината бе разделена на три взаимно зависими, но относително самостоятелни теми:

- Нови плазмонни структури;
- Нови био/газ разпознаващи елементи;
- Поляриметрични методи за детекция.

Основните резултати по отделните теми са както следва:

- Нови плазмонни структури

Разгледани са две плазмонни структури: на дифракционна решетка и Ото конфигурация.

Структурата, базирана на дифракционната решетка, представлява клетка, пълна с холестеричен течен кристал в планарна ориентация. Избрани са такива параметри на клетката, така че да се реализира много добре подредена структура, което беше потвърдено чрез поляризационен микроскоп. Холестеричният течен кристал е създаден на базата на нематик E7 с добавена хирална добавка S811 с подходяща концентрация. Като се имат предвид характеристиките на получения холестерик, е предположен режимът на разпространение на светлината в течно – кристалната клетка. А именно, падащата линейно поляризираната светлина се преобразува на изхода на клетката в две елиптично поляризирани, в противоположни посоки, вълни. Ако това е така, би трябвало да очакваме *p-s* поляризационна конверсия (и съответно *s-p* конверсия) и възбуждане на плазмонни вълни, имащи *s-* поляризация. Това се потвърждава от експериментално доказаната *p-s* поляризационна конверсия при три положения на анализатора.

Увеличаването на температурата на течния кристал води до намаляване на анизотропията, което би трябвало да доведе до преобразуване на елиптично поляризираните моди в кръгово поляризирани. Ако това е така, дълбочината на резонансите ще намалява, съпроводено със спектрално отместване. Това поведение е потвърдено експериментално от наблюдавани плазмонни резонанси при *s-* и *p-* поляризационно възбуждане в зависимост от температурата. При достигане на изотропна фаза на течния кристал, плазмонен резонанс се наблюдава само при *p-* поляризация, както трябва да се очаква.

Наблюдаваните ефекти могат да се използват за конструиране на температурен сензор, следящ непрекъснато температурата (при *s-* поляризационно възбуждане) или като прагов сензор – при *p-* поляризационно възбуждане.

Горните резултати са оформени в статия, изпратена за публикуване.

Ото конфигурацията е изследвана теоретично. Целта бе да се пресметне дебелината и ориентацията на молекулите на определен анизотропен слой, който при подходящо направление на поляризацията на входящата светлинна вълна, ще създаде нужната фазова разлика, така че след слоя да се получи линейна поляризация при две определени дължини на вълната. Тези две вълни трябва да възбудят плазмонен резонанс.

Предстои експериментална реализация.

- Нови био/газ разпознаващи елементи

Основната работата по тази тема е създаване на технология за нанасяне на разпознаващите покрития върху златен филм. Разработването на технологиите става чрез нанасянето на хемоглобин и миоглобин. Техния избор се определя от две обстоятелства:

- Има евтин начин за проверка на функционалността на насените покрития;
- Бидейки съставени от дълги аминокислотни вериги, те са много чувствителни към условията на нанасяне; това гарантира, че намерените подходящи условия ще бъдат успешни и за други разпознаващи вещества (антитела, протеини и др.)

Разработени са два метода за нанасяне: MAPLE (matrix assisted pulse laser evaporation) и spin coating. Основно внимание се отдели на MAPLE, spin coating беше използван като референтен метод. Разработването на MAPLE технологията започна от създаването на експериментална вакуумна установка. Като лазерен източник се използва YAG лазер, работещ на 4 дължини на вълните, като експериментално бяха използвани две: на 356 nm и на 1 060 nm. Беше разработен сканиращо лазерния лъч

устройство. За достигането на устойчиви резултати беше решена много-параметрична експериментална задача:

- Определяне на подходяща матрица;
- Установяване на подходящ режим на лазера: енергия, честота на импулси; дължина на вълната;
- Установяване на подходящ вакуум;
- Установяване на време на изпарение и геометрия на подложката;
- Установяване на температура на таргета.

Установяването на биологичната активност на отложените слоеве се осъществява с регистрирането на взаимодействието им с CO, NO, CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>. Тъй като тези взаимодействия се реализират от различни функционални групи от молекулите, регистрацията на такова взаимодействие доказва, че отложените материали са „живи“. Регистрирани са чрез плазмонен резонанс взаимодействия на отложени чрез MAPLE слоеве.

Различни резултати от разработването на технологиите за нанасяна на слоевете са съобщени на пет конференции.

- Поляриметрични методи за детекция

Методите се базират на принципите на спектралната поляриметрия. Основна задача тук е разработването на спектрален поляриметър. Целта е от спектъра на плазмонния резонанс да се регистрира фазовия скок, което увеличава точността на измерване.

Разработен е лабораторен образец на спектрален поляриметър, който включва две фазови пластини с различни дебелини, поставени между поляризатори и ориентирани по подходящ начин. Направени са първите опити по Фурие преобразование. Предстои да се определят Стоксовите параметри и от там – елипсометричните променливи.

#### *Разпространение на резултатите*

Проведените изследвания са представени като 2 устни и 3 постерни доклада на 5 международни научни форуми в България и Русия. Резултатите са обнародвани като 4 публикации с импакт-ранг.

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

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

#### *Финансиране:*

бюджетно;

допълнително: ФНИ (проекти ДН 18/5, ДН 08/10, ДМ 08/01)

младежки проект ДФНП 17-57- БАН

#### *Сътрудничество:*

Химикотехнологичен и металургичен университет

Висше училище по телекомуникации и пощи

Дъблински технологичен институт

Резултатите през годината могат да се обобщят както следва:

Получени бяха хибридни тънки слоеве с различен състав. За органичната компонента бе използван полимера poly [1-[4-(3-carboxy-4-hydroxyphenylazo) benzenesulfonamido] - 1,2-ethanediyl, sodium salt] - PAZO. За неорганичната съставка на нанокомпозита бяха използвани наночастици от TiO<sub>2</sub> и Au. Бяха приготвени образци с различни концентрации на наночастици: TiO<sub>2</sub> – 21 нм; Au – 10 нм.

Бяха синтезирани нови азо-азометинови багрила. Направени бяха DFT квантово-химични изчисления. Установен бе транс-цис-транс фотоизомеризационния цикъл на багрилата в разтвор на DMF при  $\lambda = 355 \text{ nm}$  и  $\lambda = 444 \text{ nm}$ .

Получени бяха кинетиките на формиране на фотоиндуцираното двулъчепречупване на слоевете. Установени бяха максималната стойност на индуцираното двулъчепречупване ( $\Delta n_{\text{max}}$ ), бързината на отклик и стабилността при запис за отделните образци. Изчислена бе и оптичната им плътност. Установени бяха и оптималните концентрации на наночастиците в различните нанокомпозити.

Направен бе поляризационен холографски запис върху избрани слоеве. Определена бе динамиката на дифракционната ефективност –  $\eta(t)$  на записаните поляризационни решетки при поредица от записи с различни дължини на вълната, различни поляризации на записващите лъчи и различни пространствени честоти.

Установено бе, че дълбочината на повърхностния релеф при образците нараства с концентрацията на наночастиците. Установени бяха приносите на релефната и обемната поляризационни решетки за общата дифракционна ефективност.

Направена бе оценка на разсейването от използваните наночастици в полимерната матрица, чрез теоретично моделиране, както и бяха оценени оптичните константи на полимерния слой. Извършена беше също така и Монте Карло симулация на кинетиката на двулъчепречупването на азобензен-съдържащите полимери.

#### *Разпространение на резултатите*

Проведените изследвания са представени като една поканена лекция, 4 устни доклада и 5 постера на международни и национални научни форуми. Резултатите са обнародвани в 3 статии с импакт-фактор, 6 статии с импакт-ранг и една статия в международно списание без импакт-фактор.

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

##### *Финансиране:*

бюджетно;

допълнително: ФНИ (проекти ДН 08/13, ДН 17/7)

##### *Сътрудничество:*

Химикотехнологичен и металургичен университет

Технически университет – София

Технологичен университет в Тампере, Финландия

Институт по електронни технологии на Южна Корея

В областта на холографското визуализиране е подготвена обзорна статия (75 стандартни страници и над 200 литературни източника), в която се обсъждат

съществуващите методи за компютърно генериране на холограми. Статията се фокусира върху постиженията през последните 15 години. Разгледани са вълново и лъчево базираните методи за генериране на холограми. В първата група влизат методите за синтез на холограми при представяне на тримерните обекти като облак от точки, мрежа от полигони или като съвкупност от слоеве, разположени на различна дълбочина. При лъчево базираните методи са разгледани методите за генериране на стереограми и холограми от двумерни некохерентно записани изображения. Методите за компютърно генериране на холограми са анализирани от гледна точка на подобряване на бързодействието при синтеза и на качество на възстановените тримерни образи. За съпоставяне на разгледаните методи е разработен софтуерен пакет за генериране на холограми за обект, представен като облак от точки, и за генериране на холографски стереограми от двумерни изображения. Генерираните холограми са сравнени от гледна точка на формиране на възстановеното изображение в зрителната система на човек. Розгледани са подходите за намаляване на спекъл шума при различните методи за синтез. Работата е извършена съвместно с Tampere University of Technology, Финландия. Обзорната статия е подадена в ACM computing surveys.

В областта на формиране на светлинни снопове бе анализирана възможността за увеличаване на свободния спектрален диапазон на клин на Физо чрез формиране на оптичен елемент от два интерференчни клина с различни дебелини и ъгли при върха. Целта бе да се използва големия свободен спектрален диапазон на тънките клинове и високата спектрална разделителна способност на дебелите клинове. Анализът на пропускането на оптичен елемент, изграден от два клина, е направен за осветяване с Гаусов сноп чрез представянето на комплексната амплитуда на снопа чрез ъгловия ѝ спектър, при който снопът е сума от плоски вълни с различни амплитуди и посоки на разпространение. С помощта на предложения метод е показано, че може синхронно да се пренастройват чрез трансляция пиковите на пропускане на двата клина при определени съотношения между параметрите им. С помощта на разработеното теоретично описание на клина на Физо е анализирана възможността за използването му като светоделител с контролируемо отношение между мощността на преминалия и отразения сноп. Показано е, че при отражателна способност на клина от порядъка на 0.6-0.7 е възможно да се осигури плавна и на практика линейна промяна на това отношение чрез транслиране на клина в равнината на предната му повърхност. Показана е възможността оптичният елемент, изграден от два синхронизирани клина, да се използва за селектиране и пренастойване на дължината на вълната. Подадена е заявка за патент. Представена е лекция по темата на семинара на Korea Electronics Technology Institute в Южна Корея. Провежданите изследвания са съвместна разработка с Техническият университет – София.

В областта на оптичната спекъл метрология изследванията протичаха в две направления. Първото направление обхваща изследванията, насочени към намаляване на флукуациите в картата на активността при интензитетно-базирания динамичен спекъл анализ на скоростта на протичане на процеси. Намаляването на флукуациите е необходимо за подобряване на контраста на тази карта и от там на чувствителността на метода. Посредством моделиране и обработка на експериментални данни са анализирани различни методи за предварителна обработка на входните данни. Анализирана е възможността за превръщане на регистрираните спекъл изображения в бинарни изображения и е потвърдена експериментално ефективността на този подход. Второто направление бе посветено на прилагането на динамичната спекъл метрология към специфични обекти като прозрачни полимерни слоеве или козметични продукти, нанесени върху човешка кожа. Бяха установени условията за ефективен мониторинг на процеса на съхнене на капка от разтвор на полимер и на скоростта на проникване на

косметични продукти в човешка кожа Последната се характеризира с многократно разсейване, което води до липса на корелация в регистрираните последователно във времето спекъл картини. При изследване на полимерните слоеве бяха определени механичните им свойства с метода на наноиdentацията.

### Разпространение на резултатите

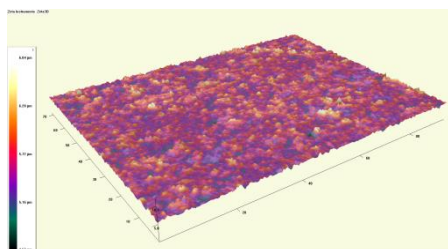
Проведените изследвания са представени като два поканен доклад, 4 устни доклада и 7 постера на международни и национални научни форуми. Резултатите са обнародвани като 3 публикации с импакт-фактор, 5 публикации с импакт-ранг, 4 доклада в трудове на OSA и IEEE в WoS и една статия без импакт-фактор и импакт-ранг.

### 2.3. Най-значимо научно постижение на ИОМТ

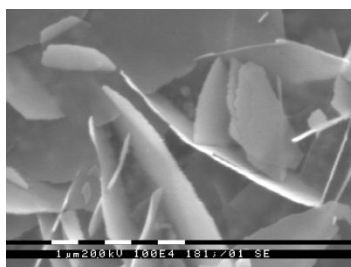
Тема: „Влияние на концентрацията на  $ZnCl_2$  върху структурните и оптичните свойства на електрохимични слоеве от  $ZnO$ “

Ръководител: доц. д-р Константин Ловчинов

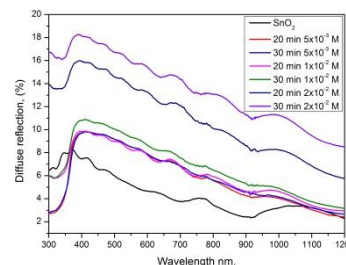
Постигнатието е в областта на оптичните материали и нано-технологиите. Осъществено е електрохимично отлагане на наноструктурирани тънки филми от  $ZnO$  върху стъклени подложки, покрити с тънък слой  $SnO_2$ . Наноструктурираните  $ZnO$  филми се получават чрез електрохимичен процес с триелектродна система с наситен каломелов референтен електрод във воден разтвор, съдържащ  $ZnCl_2$  и  $KCl$ . Влиянието на концентрацията на  $ZnCl_2$  върху структурните свойства на получените  $ZnO$  слоеве се изследва чрез рентгенова дифракция, сканираща електронна микроскопия (SEM) и оптична профилометрия (фиг.4а). Микрографските снимки на SEM (фиг.4б) показват, че  $ZnO$  филмите се състоят от нанозърна при по-ниски концентрации на  $ZnCl_2$ , които се трансформират при най-високата концентрация в нано-стени с големи свободни пространства между тях, което води до висока грапавост. С увеличаване на времето за отлагане на тези слоеве се наблюдава растеж на по-малки образувания, разположени в празнините между нано-стените, което води до намаляване на средната грапавост на слоевете. Високите стойности на дифузното отражение (фиг.4в) и съотношението на дифузното към пълното отражение в спектралния диапазон 400 - 900 nm се дължат на по-големия размер на зърната и повърхностната грапавост на филмите. Слоеви от  $ZnO$  със сходни свойства биха могли да се използват като светлинни уловки „light trapping structures“ в тънкослойни соларни фотоелементи. Резултати от изследването са публикувани в Applied Surface Science - списание от категорията Q1 и оглавяващо ранглистата в съответната област.



Фиг. 4 (а) 3D изображение на електрохимично отложен  $ZnO$  при концентрация на  $ZnCl_2$  от  $1 \times 10^{-2}$  М



Фиг. 4 (б) СЕМ микрография на електрохимично отложен  $ZnO$  при концентрация на  $ZnCl_2$  от  $1 \times 10^{-2}$  М



Фиг. 4 (в) Спектри на дифузно отражение на електрохимично отложени слоеви от  $ZnO$

## 2.4. Най-значимо научно-приложно постижение на ИОМТ

Тема: „Динамична спекъл метрология с трансформиране на регистрираните 8-битови спекъл изображения в бинарни“

Ръководител: проф. дфн Елена Стойкова

Постигнението е в областта на оптичната метрология и е метод за характеризиране на скоростта на протичане на процеси чрез запис на корелирани във времето спекъл изображения. Характеризирането се осъществява посредством статистическа обработка на флукуациите на интензитета във всяка точка от тези изображения. В резултат на обработката се строи двумерно разпределение на даден статистически параметър, което се нарича карта на активността. В настоящата разработка (фиг.5) се предлага регистрираните 8-битови спекъл изображения да се преобразуват в бинарни изображения само с две нива чрез сравняване на интензитета във всяка точка с предварително въведен праг, като например средната стойност на интензитета в точката. Ефективността на предложения подход е доказана с помощта на симулации и обработка на експериментални данни за тестови обекти като монета, покрита с непрозрачна боя, която се изпарява с различна скорост върху издатините и вдлъбнатините на монетата. При този метод се повишава бързодействието и се намаляват изискванията към компютърната памет, необходима за съхраняване на данните. Разработеният метод е приложен за мониторинг на скоростта на сушене на полимерни разтвори. Резултати от изследването са публикувани в *Optics and Laser Engineering* - списание от категорията Q1.



Фиг.5. Отляво надясно: 8-битово спекъл изображение, трансформацията му в бинарно изображение, монета от 1 лев като тестов обект, спекъл изображение на монетата, покрита с непрозрачна боя, карта на активността, показваща различната скорост на изпарение на боята върху монетата след бинаризация на записаните изображения.

## 3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ИОМТ.

През 2018 г. ефективно бе използван предвиденият в научните проекти механизъм за краткосрочна мобилност на учените, който позволи подпомагане на участието на специалисти от ИОМТ в международни и национални научни форуми. През 2018 г. специалисти от ИОМТ са участвали в **40** престижни международни конференции (OSA, SPIE, IEEE, конференции с публикуване в IOP и AIP), като са изнесени **10** поканени лекции и **38** устни доклада и са представени **53** постера. Конференциите са проведени в България, Германия, Гърция, Ирландия, Испания, Италия, Канада, Литва, Обединените Арабски Емирства, Португалия, Русия, САЩ, Словакия, Турция, Франция, Южна Корея и Япония. Специалисти от ИОМТ са били членове на

програмни комитети на две конференции на OSA в САЩ, конференция в Турция и конференция в Южна Корея. Специалист от ИОМТ е в организационния комитет на конференция в Тайван. ИОМТ представи холографска изложба на международната конференция „The 8-th International symposium on Holography, NODIC 2018“ в Тайван, Тайван.

Несъмнен принос в утвърждаването на международния авторитет на ИОМТ има организираната през април в България конференция с международно участие „International Conference on Advanced Optical Materials and Technologies ICAOMT – 2018“. Конференцията имаше за цел да предостави платформа на изследователи от различни области, които се занимават с изследване на оптични материали, включително многофункционални материали и разработване на оптични, енергоспестяващи и нано-технологии, за да намерят бъдещи партньори за сътрудничество. ИОМТ е съорганизатор на VII национален симпозиум по кристалография с международно участие, като специалисти от ИОМТ са членове на организационния комитет.

ИОМТ активно използва възможностите на програмата COST за осъществяване на международно сътрудничество. През 2018 г. колектив от ИОМТ участва успешно в 2 COST акции – MP 1402 и CA 15107, а в края на годината стартира участието на института в акцията CA 17123. Очаква се спечеленият европейски проект „Dissipationless topological channels for information transfer and quantum metrology“ по Хоризонт 2020 да разшири международните контакти на ИОМТ.

ИОМТ осъществява активно сътрудничество с Националния Чиао Тунг Университет в Тайван по линията на ЕБР, като в рамките на този проект е организирана Третата българо-тайванска работна среща на тема „Multifunctional Photonic and Versatile Magneto-Electric Materials and Applications“, на която бяха обсъдени възможностите за разширяване на взаимното сътрудничество. Продължава съвместната работа на специалисти от ИОМТ с научни групи от LCS-Саен, Франция, Технологичния университет на Тампере, Финландия, Дъблинския технологичен институт, Ирландия, Корейския институт по електронни технологии в Сеул, Южна Корея, Лабораторията по твърдотелна химия към Университета в град Пардубице, Чехия. Установени са контакти с Idaho National Laboratory, Idaho, USA и Université de Sherbrooke, Канада.

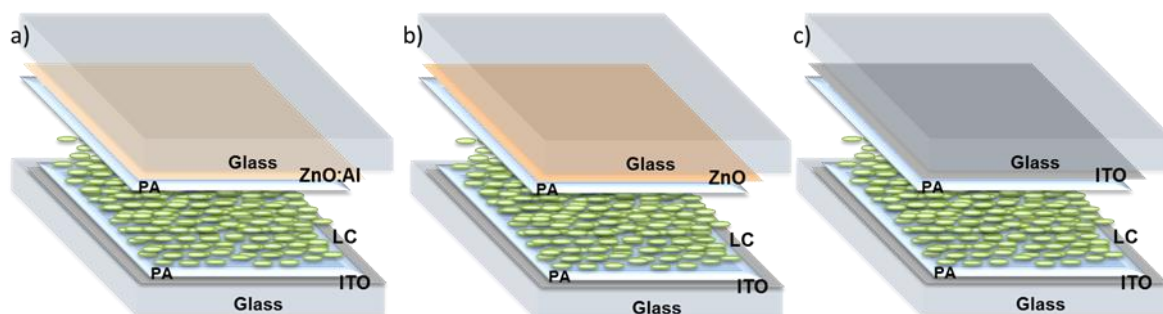


ИОМТ постигна много добри резултати при участието си в COST Акцията MP1402 HERALD (съфинансирана от проект ДКОСТ 01/15 „Свързване на научните изследвания в Европа в областта на отлагането на атомни слоеве и техните приложения“ на ФНИ).

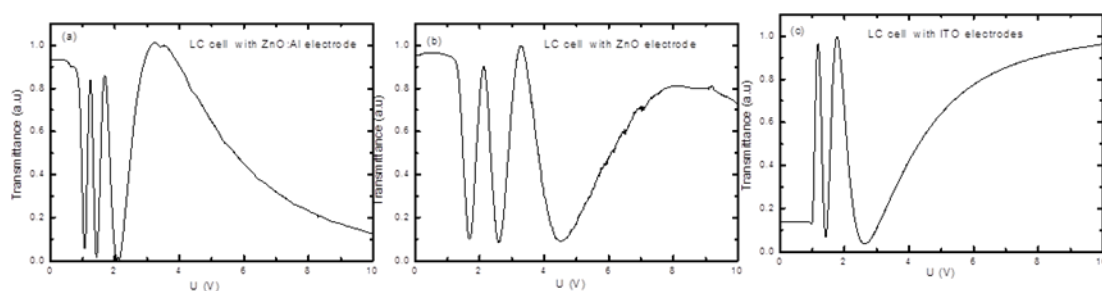
В периода на съфинансиране по COST Акция MP1402, членовете на колектива от ИОМТ се включиха много активно в заложените дейности в работната програма по проекта, както и взеха участие в проведени мероприятия към акцията, благодарение на която създадоха нови контакти за сътрудничество (Нов Университет - Лисабон, Португалия, Институт по Физика - Република Сърбия). По проекта са публикувани 6 публикации с импакт-фактор и импакт-ранг, като една от публикациите е в списание, оглавяващо ранг-листата в съответната област. Проведени са изследвания в областта на органични-неорганични хибридни структури за светлинни модулатори, графен-базирани пространствено-светлинни модулатори за близката инфрачервена област, гъвкави и разтегливи оптоелектронни устройства на базата на графен, течно-кристален електро-оптичен модулатор на базата на прозрачни проводими  $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$



многослойни структури, генериране на поръзност в тънки слоеве на метални оксиди чрез въвеждане на полимерни мицели, изследване на тънки слоеве от цинков оксид, получени чрез електроразпрашване. Фигурите по-долу представят схематично течнокристално устройство на базата на ZnO и промяната на пропускането в зависимост от приложеното електрическо поле.



Фиг. 6. Схематични диаграми на течнокристални устройства (LC клетки), използвайки (a) ZnO: Al; (b) ZnO и (c) ITO проводими контакти.



Фиг.7. Зависимост на промяната на пропускането от приложеното електрическо поле за течнокристални устройства, използващи ZnO и ITO контакти.

#### 4. УЧАСТИЕ НА ИОМТ В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ - форми на обучение и подготовка; сътрудничество с учебни заведения; външни заявители, включително от чужбина; анализ на състоянието, перспективи и препоръки.

И тази година ИОМТ организира традиционния (единадесети по ред) пролетен семинар по „**Интердисциплинарна химия**“ за докторантите и младите учени от институтите на БАН. Семинарът беше проведен на 20, 21 и 22 април в творческия дом на БАН “Витоша” и бе съфинансиран от БАН и ИОМТ. В семинара взеха участие общо 18 докторанти, млади учени и специалисти с висше образование от различни институти на БАН и един докторант от Факултета по дентална медицина на МУ – София. По време на Семинара младите хора докладваха идеи и резултати от научната си дейност в спокойната и творческа атмосфера на творческия дом. Това им позволи да се опознаят и да установят трайни научни контакти за бъдещи съвместни проекти. По време на Семинара бяха изнесени 7 научно-образователни лекции на актуални теми от учени от Института по полимери, Института по електроника, Института по катализ, Института по физика на твърдото тяло, Института по микробиология и Физическия факултет на СУ “Св. Климент Охридски”.

За единадесетте години от основаването си, Семинарът е дал възможност за изява на 233 млади учени, докторанти и студенти, а повече от 50 изявени български учени, работещи в актуални области на съвременната наука са допринесли със своя доброволен труд за утвърждаването на това научно мероприятие.

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

- Югозападен Университет "Неофит Рилски", инженерна физика (30 часа) и електротехнически материали (30 часа);
- Висше училище по телекомуникации и пощи, физика (30 часа), основи на електрониката (30 часа), електроника (30 часа);
- Дъблински технологичен институт, Ирландия, специализиран курс по приложна оптика (поляризирана светлина) на английски език (8 часа); курсът е проведен в рамките на мобилност с цел преподаване по програма "Еразъм+".

Проведено е лекционно обучение по магистърска програма в чужбина:

- Национален Чиао Тунг Университет, курс по холография и триизмерен дисплей на английски език (18 часа).

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

- Специализиран курс „Поляризационна холография и приложения: Холографски запис на информация в анизотропни среди” (30 часа);
- Специализиран курс „Електронната микроскопия и електронната дифракция в структурния и фазов анализ на материалите” (45 часа).

Изнесени са лекции по химия в Учебен център "Елина" (120 часа).

През 2018 г. е сключен договор за партньорство между ИОМТ - БАН и Техническият Университет – София за провеждане на обучение по холография на студенти от университета, като са проведени два курса на обучение, включващи лекции и практически демонстрации. Продължава да се изпълнява договора за партньорство за провеждане на практическо обучение на студенти между ИОМТ - БАН и Химикотехнологичния и Металургичен университет.

В момента в ИОМТ се обучават трима редовни и двама задочни докторанти по 4.1. Физически науки (Електрични, оптични и магнитни свойства на кондензираната материя). Специалисти от ИОМТ са осъществили ръководство на 9 дипломанти:

- 5 дипломанти магистри в Националния Чиао Тунг университет, Тайван;
- 2 дипломанти магистри от СУ „Кл. Охридски“ и ХТМУ – София;
- 2 дипломанти бакалаври от СУ „Кл. Охридски“ и Югозападния университет „Неофит Рилски“.

През годината в ИОМТ се обучаваха 3 специализанти от Националния Чиао Тунг университет в Тайван. В обучението им взеха участие 4 специалисти от ИОМТ с натовареност по часове от 15 до 90 часа (данните са в системата SONIX). Двама специалисти проведоха обучение на специализант от Югозападния университет „Неофит Рилски“ с натовареност 210 и 60 часа.

Специалисти от ИОМТ участваха в изпитни комисии в Дъблинския технологичен институт (1), в Националния Чиао Тунг университет в Тайван (6), Университета по хранителни технологии в Пловдив (2), Института по електрохимия и енергийни системи (1), Институт по минералогия и кристалография (1) и ИОМТ (6).

Докторанти от ИОМТ са участвали в организирани по програмата COST (training schools) обучения за млади учени в рамките на акция MP1402 HERALD както следва:

- 3rd ECI workshop: Science communication and mapping a future road for ECIs, (8 Nov - 9 Nov 2018), Bratislava, Slovakia <http://www.elu.sav.sk/en/contact/> - 2 докторанти;
- Herald, SUMMIT, International Iberian Nanotechnology Laboratory INL, Braga, Portugal (25-28 Sept 2018) <https://www.european-ald.net/events/herald-summit-2018> - 1 докторант.

## **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.**

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

Трябва също така да се отбележи поканата към водещ специалист от ИОМТ да представи доклад на международния Global Holographic Industries Forum on Emerging HoloReality(HR) Services for the 4th Industrial Revolution, който се проведе в Южна Корея и представляваше среща на индустрията в Южна Корея с учени, работещи в областта на холографията и оптичната метрология в Южна Корея и света.

### **5.2. Извършен трансфер на технологии и/или подготовка за трансфер на технологии**

Продължават усилията на колектива на ИОМТ по внедряване на създадената в ИОМТ технология за производство на линейни и кръгови решетки за позиционни датчици.

През годината са издадени 2 свидетелства за действащи полезни модели с участието на специалист от ИОМТ и е подадена една заявка за изобретение с участие на ИОМТ и заявител ТУ - София.

## **6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ИОМТ**

### **6.1. Осъществяване на дейност с партньорски организации, която не представлява пряка научна дейност за звеното, но в същността си е резултат от натрупани знания, опит и умения (анализи, експертни оценки и други).**

През 2018 г. от такава дейност в ИОМТ са постъпили общо 12 620 лв.

### **6.2. Отдаване под наем**

През 2018 г. като получен наем за предоставеното на ИОМТ за стопанисване недвижимо имущество са отчетени 8 240 лв. Половината от тази сума, съгласно нормативните изисквания, е издължена на БАН-Администрация по Партида „Развитие”.

### **6.3. Сведения за друга дейност.**

През изтеклата година от издължени сервизни такси (СКА ООД, АРВИ ПРИНТ ЕООД и „АБОГАДОС“ ЕООД) са получени 3 500 лв.

През 2018 г. са постъпили 160 лв. като такси за участие в организираните от ИОМТ традиционен пролетен семинар по Интердисциплинарна химия.

Платена е една такса от редовен докторант (Г.Матеев) 460 лв.

## **7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ИОМТ ЗА 2018 г.**

Полагаемата се за ИОМТ бюджетна субсидия за 2018 г. е 1 267 486 лв., а получената в отчетната година - 1 264 384 лв., като оставащите 3 102 лв. се очаква да бъдат получени след гласуване на втора корекция за 2018 г. от ОС на БАН. Основните пера, по които тя е разходвана, са:

- 842 267 лв. за плащания към персонала, нает по трудови правоотношения;
- 24 589 лв. за изплащане на обезщетения при пенсиониране съгласно КТ чл.222;
- 16 549 лв. са средствата, платени съгласно КСО по болнични листове;
- 15 500 лв. за изплащане стипендии на редовните докторанти;
- 7 980 лв. за възнаграждения по проведени защиты за научно израстване на персонала и др.;
- върху всички изброени по-горе плащания изцяло са поети законово изискуемите осигуровки от работодател;
- от субсидия са платени данък сгради и такса битови отпадъци на стопанисваните от ИОМТ недвижими имоти - 4 470 лв. и банкови комисионни върху извършени валутни плащания 457 лв.
- с остатъка от предоставената ни бюджетна субсидия е покрита регламентирана част от издръжката на звеното.

В самия край на 2017 г. се получи финансиране от ФНИ МОН за първи етап по два договора - ДМ 18/7 с ръководител гл.ас. Хр.Кисов в размер на 20 000 лв. и ДН 18/8 с ръководител доц. Г.Дянков в размер на 30 000 лв., от които, след като на партньорите беше преведен полагаемия дял, на разположение за ИОМТ останаха 17 500 лв.

На два транша през м. 01 и м.07 2018 г. ИОМТ, като партньорска организация, получи финансиране за първи етап по четири нови договора, както следва: договор ДН 17/7 с ръководител проф. Е.Стойкова с обща сума 18 000 лв., договор ДН 17/18 с ръководител проф. Цв.Бабева с обща сума 15 000 лв., договор ДН 17/22 с ръководител доц. Д.Карашанова с обща сума 11 769,35 лв. и договор ДН 18/5 с ръководител доц. Д.Назърва и обща сума 12 000 лв.

През 2018 г., паралелно с изброените нови договори, продължи работата по договорите, стартирали в края на 2016 г., за които ИОМТ е базова организация и чийто първи етап беше приключен и успешно отчетен пред ФНИ МОН през м. юни. Три от тези договори през м.ноември получиха финансирането си за втори етап. След преводите, направени към съответните партньорски организации от получените средства на разположение в ИОМТ останаха: по ДН 08/10 с ръководител доц. Д.Назърва 39 000 лв., по ДН 08/13 с ръководител проф.Е.Стойкова 36 000 лв., по ДН 08/15 с ръководител проф.Цв.Бабева 39 000 лв.

От договорите с финансиране в края на 2016 г. през отчетната година продължи работата по ДМ 08/1 с ръководител гл.ас. Н.Берберова и по първи етап на договор ДН 08/9 с ръководител за ИОМТ (партньор) проф. В.Маринова. Тези два договора бяха приключени и отчетени във ФНИ МОН в последния месец на годината.

Активни през отчетната година бяха и два договора с ФНИ МОН от 2014 г. в изпълнение на втори етап - ТО2/26 с ръководител проф. В.Маринова (ИОМТ-БО), който беше приключен и отчетен през м. май и ТО2/18 с координатор за ИОМТ доц. Г.Дянков – приключен и отчетен през м.ноември.

От класираните във ФНИ МОН през 2018 г. договори, ИОМТ участва в четири от тях: Като базова организация за договор Н 28/8 с ръководител проф. В. Маринова и получени 36 000 лв. и КП-06-ДКОСТ също с ръководител проф. В. Маринова и получени 40 000 лв.; Като партньорска организация – по договори Н 29/7 и Н 29/10 и двата с координатор за ИОМТ доц. Р. Томова и получени по 3 500 за всеки. По договорите Н 28/8, Н/29/7 и Н 29/10 финансирането на първия етап, получено в м. декември 2018 г. е непълно – 70%.

През 2018 г. беше приключена дейността и отчетен във ФНИ договор ДКОСТ 01/15 от 17.08.2017 г. с ръководител доц. д-р Вера Маринова.

През цялата 2018 г. продължи работата и по трите договора от програмата на БАН за подпомагане на млади учени – ДФНП 17-56 на Г. Маринов, ДФНП 17-57 на Г. Матеев и ДФНП 17-97 на Р. Георгиев, чието приключване е предстоящо в м. февруари 2019 г.

В изпълнение на условията, залегнали в упоменатите договори с външно финансиране, значителна част от разходите, направени и отчетени от ИОМТ са осъществени за сметка на средства по тези договори.

По договори са изплатени извънтрудови възнаграждения в размер на 48 946 лв. Основен дял в тези плащания имат възнагражденията, получени от участниците в научните колективи по договори с ФНИ на МОН – общо 32 375 лв., възнагражденията по договори на млади учени, финансирани от БАН – общо 11 025 лв. На лица, извън колективите по договори са изплатени 5 546 лв. От средства по съответните договори са поети и всички нормативно дължими осигуровки от работодателя, свързани с тези възнаграждения.

От средствата по договори са изразходвани 49 878 лв. за материали с общо и специализирано предназначение, 7 840 лв. за компютърни компоненти, принадлежности и тонер, 45 101 лв. за външни услуги (от които най-значителна част за такси правоучастие).

През 2018 г. за участие в различни научни прояви са осъществени командировки за сметка на действащите договори - в страната за 9 190 лв. и в чужбина за 18 907 лв.

През отчетната година изцяло със средства от действащите договори са придобити дълготрайни активи, материални и нематериални, както следва - компютри на стойност 4 210 лв. (и програмно обезпечаване за тях - 516 лв.), машини и оборудване на стойност 27 392 лв.

През 2018 г. ИОМТ продължи да води последователна финансова политика, съобразена с икономическата обстановка в страната и с бюджетните ограничения, наложени на БАН през последните години. Оптимизъм внася нарастналият брой проекти, получили финансиране през последните две години, което създава предпоставка за нормално развитие и изпълнение на научно-изследователската дейност на ИОМТ.

## **8. ИЗДАТЕЛСКАТА И ИНФОРМАЦИОННАТА ДЕЙНОСТ НА ИОМТ**

Информацията за издателската и информационна дейност на ИОМТ през 2018 г. е въведена в системата SONIX на БАН. Списък на излезлите от печат публикации през 2018 г. и списъкът на цитиранията през 2018 г. са приложени към настоящия отчет във вида им, генериран от системата SONIX.

Общият брой публикации за 2018 г. е 79, като 61 са излезли от печат и 18 са приети за печат. Разпределението на публикуваните и приетите за печат публикации в съответствие с приетите от Общото събрание на БАН категории е дадено по-долу.

<b>Публикувани трудове за 2018</b>	61	
Публикации в WoS и Scopus	50	
Публикации с импакт-фактор (IF)		31
Q1 (оглавява ранглиста)		2
Q1		6
Q2		8
Q3		8
Q4		7
Публикации с импакт-ранг (SJR)		15
Публикации в WoS и Scopus без IF и SJR		4
<b>Приети за публикувани трудове за 2018</b>	18	
Публикации в WoS и Scopus	17	
Публикации с импакт-фактор (IF)		4
Q1 (оглавява ранглиста)		1
Q1		3
Публикации с импакт-ранг (SJR)		13
Публикации в WoS и Scopus без IF и SJR		0
<b>Патенти за 2018</b>		
Регистриран полезен модел		2
Заявка за изобретение		1

За 2018 г. са забелязани 511 цитата, които са разпределени както следва:

В WoS и Scopus	440
В други международни издания и патенти	49
Национални издания	2
Дисертации в чужбина	20

Информационната дейност на ИОМТ включва и поддържането на уебсайта на института <http://www.iomt.bas.bg>. Уебсайтът предоставя актуална информация относно научната дейност, текущите събития, обявените процедури и конкурси, промените в личния състав, изпълняваните от ИОМТ проекти и обществени поръчки. Информацията се обновява своевременно.

Учени от ИОМТ са изготвили 124 анонимни рецензии на статии в реномирани списания и поредици в световните бази данни Web of Science и Scopus като Applied Optics, Optics Express, Journal of Applied Physics, Optik, Optics Communications, Optical Engineering, Optics Letters, Optics and Laser Engineering, OSA Technical Digest, Sensors.

През 2018 г. са получени следните награди:

- Трета награда за научно ръководство на проекта "Възможност за рециклиране на отпадъчен полистирен чрез електроразпръскване за получаване на защитни покрития върху текстил и хартия" в Ученически институт на БАН – 2018
- Награда за най-добро научно постижение, първа награда за най-добър доклад и награда за най-добър постер на 7-ма Национална студентска научна конференция по физика и инженерни технологии, 30 ноември – 3 декември 2018, гр. Пловдив

- Първа награда за най-добра презентация на 7th Scientific Workshop on Physics and Chemistry for young scientists and PhD students”, 25-27 април 2018 г., гр. Пловдив;
- Първа награда за най-добра презентация на “International Conference on Advance Optical Materials and Technologies“ 2018, 27-29 април, Боровец, България.

## 9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ИОМТ

### СПИСЪК НА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ИНСТИТУТА ПО ОПТИЧЕСКИ МАТЕРИАЛИ И ТЕХНОЛОГИИ

	Име	Основна месторабота
1	проф. дхн Никола Малиновски	ИОМТ
2	проф. д-р Цветанка Бабева	ИОМТ
3	проф. дфн Елена Стойкова	ИОМТ
4	проф. дфн Вера Маринова	ИОМТ
5	доц. д-р Даниела Карашанова - <b>Председател</b>	ИОМТ
6	доц. д-р Рени Томова - <b>Зам. председател</b>	ИОМТ
7	доц. д-р Димана Назърова	ИОМТ
8	доц. д-р Юлита Дикова	ИОМТ
9	доц. д-р Ивайло Живков	ИОМТ
10	доц. д-р Виолета Маджарова	ИОМТ
11	доц. д-р Георги Дянков	ИОМТ
12	доц. д-р Константин Ловчинов	ИОМТ
13	доц. д-р Росен Тодоров	ИОМТ
14	доц. д-р Деян Димов	ИОМТ
15	проф. дфн Диана Нешева	ИФТТ
16	проф. дхн Евелина Славчева	ИЕЕС
17	проф. д-р Радостина Стоянова	ИОНХ
18	проф. д-р Васко Идакиев	ИК

Научният съвет е избран на 15.01.2019 г. от ОСУ на ИОМТ (протокол № 28/15.01.2019).

## 10. КОПИЕ ОТ ПРАВИЛНИКА ЗА РАБОТА В ИОМТ

През 2018 г. не са правени промени в Правилника за работа на ИОМТ. Правилникът се намира на уебсайта на ИОМТ (<http://www.iomt.bas.bg/структура>).

## 11. СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ В ОТЧЕТА ОЗНАЧЕНИЯ

БАН – Българска Академия на Науките  
ЕБР – двустранно споразумение в БАН  
ЕС – Европейски съюз  
ИЕЕС – Институт по електрохимия и енергийни системи  
ИОМТ – Институт по оптически материали и технологии  
ИОНХ – Институт по обща и неорганична химия  
ИП – Институт по полимери  
ИК – Институт по катализ  
ИФТТ – Институт по физика на твърдото тяло  
ИЧ – инфрачермен  
КТ – Кодекс на труда  
МОН – Министерство на образованието и науката  
OLED – органични светоизлъчващи диоди  
ОС – Общо събрание  
СУ – Софийски университет  
ФНИ – Фонд за научни изследвания  
ХТМУ – Химикотехнологичен и металургичен университет

AIP – American Institute of Physics  
COST – European Cooperation in Science and Technology  
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers  
IF – импакт-фактор  
IOP – Institute of Physics  
OSA – Optical Society of America  
SJR – импакт-ранг  
SPIE – The international society for optics and photonics

НАУЧЕН СЕКРЕТАР:  
/проф. дфн Елена Стойкова/

ДИРЕКТОР:  
/проф. д-р Цветанка Бабева/