

Г О Д И Ш Е Н О Т Ч Е Т

ИНСТИТУТ ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО “Акад. Георги Наджаков”

**ПРИ
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ**

2014 ГОДИНА

СОФИЯ

1. ПРОБЛЕМАТИКА НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО „АКАД. ГЕОРГИ НАДЖАКОВ“

1.1. Преглед на изпълнението на целите /стратегически и оперативни/, оценка и анализ на постигнатите резултати и на перспективите на звеното в съответствие с неговата мисия и приоритети съобразени с утвърдените през 2014 г. научни тематика.

Мисията на Института е: Получаване на фундаментални знания по физика на кондензираната материя, оптиката, спектроскопията и лазерната физика: приложението им за създаване на нови материали, устройства и аналитични методи за микро- и нано-технологиите, както и за нови подходи в интердисциплинарни области на физиката с биологията, екологията, медицината, археологията; трансфер на получените резултати към икономиката на България.

Обучават се и се подготвят високо квалифицирани млади учени в тези области, с цел съхраняване на научния потенциал на страната и осигуряване на пълноценното ѝ участие във високотехнологичното развитие на Европейския съюз.

В ИФТТ се развиват следните научни области (утвърдени през 2014 г.):

1. Израстване и изследване на кристали с оптически, рентгеноструктурни, електронно-микроскопски и други методи; многофункционални магнитни системи и свръхпроводници

2. Физика и технология на тънки и наноразмерни неорганични диелектрични и полупроводникови слоеве, въглеродни наноструктури, биоматериали и наноструктурирани течни кристали; приложения в наноелектроника, опто- и акустоелектроника, сензорни устройства

3 Изследване и моделиране на физико-химически процеси в кондензирани среди; фази и фазови преходи, структурни, електронни, механични и магнитни свойства, динамика на нелинейни системи

4. Фотоника, оптика и спектроскопия на нелинейни и анизотропни среди

5. Лазери, атоми и плазма; приложения (нанотехнологии, лазерни технологии, археометрия, медицина, екология)

Тези области на изследвания са в съгласие с националните приоритети и тези на ЕС: нанотехнологии и нови материали, информационни и комуникационни технологии, околна среда, опазване на културното наследство, медицина.

1.2. Изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания 2020. Извършвани дейности и постигнати резултати

ИФТТ БАН е бенефициент на проект ИНЕРА 316309 (15.10.2013 г. – 15.04.2017 г.) финансиран от ЕК на стойност 4 053 611 евро. Този инфраструктурен проект цели да модернизира научно-технологичното оборудване на института, да инвестира в обучението на кадри за използването му, да постигне европейска значимост на ИФТТ в областта на планарните многофункционални наноструктури. Той ще даде възможност на Института за ориентиране към иновационна тематика и постигане на значими резултати по актуални проблеми на науката и общество. В рамките на проекта е закупен спектрален елипсометър Woollam M2000D за оптично характеризиране на тънки диелектрични, полупроводникови, метални и органични слоеве, на многослойни структури и на течни образци. Доставени са автоматизирана микрочестотна система CellASIC™ ONIX, Merck Millipore за изследване на клетъчни култури в контролирана среда и компактен цитометър EMD Millipore Scepter 2.0. Иновативната технология на тази апаратура предлага разнообразни приложения в широк диапазон от изследователски области от микробиологията през биофизиката до медицината.

1.3. Полза / ефект за обществото от извършваните дейности

Провежданите изследвания и получени резултати са важни както от гледна точка на екологията на страната и безопасността на хората (сензори и детектори на йонизиращи лъчения), така и от гледна точка на подобряване на качеството на живот на населението чрез подпомагане на създаването на продукти с по-високо качество (по-надеждни и компактни постоянни паметни, твърди тънкослойни покрития, нови активни и пасивни слоеве в електронни и фотонни прибори и т.н.).

Изследваните от нас течни кристали, както и техните разновидности включващи наноструктурирани и полимернодиспергирани композити са сред най-модерните нови материали. Техните уникални свойства биха могли да намерят приложение за разработването и усъвършенстването на съвременни устройства за оптоелектрониката и информационните технологии. Те са ключ към енергоспестяващите и мобилните технологии, конверсията на енергията, неразрушаващия анализ и контрол в реално време на технологични процеси в хранително-вкусовата промишленост и др.

1.4. Взаимоотношения с институции

Като водещ физически институт в България, ИФТТ има традиции в консултантската и експертна дейност на национално ниво. Институтът разполага с възможности за извършване на високочувствителен количествен анализ на примеси в материали за електрониката, оптоелектрониката, полупроводниковата техника и молекулната електроника, а също и с чувствителни методи за идентифициране на субмикроскопични твърди частици в атмосферата. Лабораторията по атомна спектроскопия има възможност за експертна и методическа помощ при метрологични и медицински изследвания с източници на светлина.

Работата в ИФТТ се извършва в сътрудничество с други институти от БАН (Институт по обща и неорганична химия, Институт по електрохимия и енергийни системи, ИЕ, Институт по океанология, НАО Рожен), с висши учебни заведения в страната (ХТМУ-София, Медицински университет, Факултет по дентална медицина, София, Факултет по химия и фармация на СУ, ПУ, ТУ-София) и др.

Наши служители участват в редица експертни комисии и съвети от държавно и академично ниво: Постоянна комисия по природни науки към ФНИ, НАОА, Комисията към председателя на АЯР, Национална следствена служба (НСС) към МВР, Съвет по температура към НМИ, Експертен съвет по водите, Национален координационен съвет по Нанотехнологии при БАН, Национален съвет по иновации към Министерство на икономиката и енергетиката.

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/

Изследванията в Института по физика на твърдото тяло са насочени в области на физиката, чието развитие е съобразено с нуждите и възможностите на България.

- ИФТТ разполага с напълно комплектована технологична линия и измерителна апаратура за реализиране и изследване на масочувствителни кварцови резонатори за сензорно приложение както и на многофункционални пиезрезонансни микросензори за работа при криогенни температури. Създадена е уникална установка за изследване масочувствителността на различни сензорни системи с тънки чувствителни слоеве по метода на кварцова микровезна (QCM) към различни

агресивни газови среди. Разработена е методика за синтез на полимери в тлеещ разряд.

- ИФТТ разполага с малка технологична линия за рутинни микроелектронни операции и изготвяне на структури и сензори на основата на силициева тънкослойна технология, както и с модерно свръхчувствително оборудване за изследване на електрическите и сензорни характеристики на структурите. База за микроелектронни технологии осигурява съвременни условия за технологични експерименти, разполага със съвременна апаратура за извършване на широк спектър от електрически измервания и разширява възможностите за партньорство с индустрията.
- Разработени са електронномикроскопски методи за изучаване процесите на йонно модифициране на полупроводници и диелектрици при високодозна имплантация с тежки йони за целите на интегрални схеми със свръхвисока степен на интеграция.
- За нуждите на оптоелектрониката се разработват сензори на базата на оптични влакна и световоди, индикатори – чернобели, цветни и такива с памет, бързо превключващи бистабилни устройства на базата на многослойни оптични структури.
- В ИФТТ се разширяват и задълбочават изследванията в областта на физиката на меката материя. Прехвърлянето на идеи и използването на методи от физиката към биофизиката, биологията и медицината определя научното и научно-приложното значение на разработките в това перспективно направление.
- Изследвани са флексоелектрични ефекти в полимер-диспергирани течни кристали с цел приложението им за прецизни термометри, както и за “on-off” алармен детектор при пожар.
- Създават се и се изследват нови материали с приложение в нелинейната оптика (среди за холографски запис на информация), детектори на ядрени и гама лъчи, сцинтилационни детектори и в магнитния запис на информация.
- Изследват се оптичните и структурни свойства на халкогенидни стъкла и слоеве с цел разработването на нови материали за оптоелектрониката, дозиметри, йон-селективни детектори, оптични паметни и др.
- Разработен и изграден е високоразрешаващ спектрограф към двуметровия телескоп на НАО Рожен.
- Изграден е Център с уникална апаратура за изследване на физични свойства на материали, повърхности и структури. На базата на два модерни многофункционални прибора - Сканиращ сондов микроскоп (SPM) и единствената в България апаратурата за изследване на физични свойства на материалите (PPMS).
- Създадена е високотехнологична експериментална апаратура – “магнито-оптичен капан”, в който със система от стабилизирани диодни лазери атомите на изотопите на рубидий (^{85}Rb и ^{87}Rb) са Доплерово охладени в магнитен капан до температура $\sim 0.0001\text{ K}$.
- За диагностика на археологични артефакти са оборудвани две лаборатории за качествен и количествен спектрален анализ: на базата на лазерно индуцирана плазма (LIBS); и на базата на съчетанието на лазерна аблация и емисионен анализ в кухокатоден разряд (LA-HCD). Експерименталната апаратура се състои от Nd:YAG лазер, оптическа система и регистрация, базирана на оптически многоканален анализатор. Апаратурата е приложима и за изследване на индустриални образци.

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.

ИФТТ разполага с утвърдени вече практически разработки (във вид на прототипи), защитени с патенти и авторски свидетелства и приети от държавни комисии и/или отличени с награди на международни салони за изобретения. Между тях са:

- високомощни лазери с метални пари за прецизна обработка на материали (метали и керамика);
- нови технологии за температурно стабилни и нискошумни микровълнови генератори, акустоелектронни сензори за температура и живачни пари;
- Метал-изолатор-силиций структури, съдържащи силициеви наночастици, които намират приложение в микроелектрониката, като алтернатива на сега използваните постоянни паметни с плаващ гейт на базата на поликристален силиций;
- нови технологии за микроелектронни прибори, микроелектронни сензори за алкохол, амоняк, водни пари, както и магниточувствителни сензори за приложение в устройства за четене на магнитен код, някои от които са в процес на внедряване;
- ОРТ-технологии за получаване на сребърнообвити ленти от нови високо-температурни свръхпроводници, които в момента са в процес на внедряване;
- Тънки слоеве от манганати с перовскитна структура и колосално магнитно-съпротивление за магнитни паметни командвани със слаби магнитни полета;
- Устройство за откриване на фалшиви монети;
- Метод за определяне на качеството на вина и други напитки.

Най-значими проекти финансирани от национални институции и индустрия:

Проект: № BG161PO003-1.2.04-0027

„Обновяване на технологично оборудване и апаратура за иновативни научно-приложни разработки на многослойни оптични структури”

Бенефициент: Институт по физика на твърдото тяло «Акад. Г. Наджаков» - БАН

Договор BG161PO003-1.2.04-0027-C0001/09.08.2013 г.

срок – 18 месеца

Оперативна програма „Развитие на конкурентоспособността на българската икономика” 2007-2013, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейски фонд за регионално развитие

Предмет на проекта е: ДОСТАВКА, МОНТАЖ, ВЪВЕЖДАНЕ В ЕКСПЛОАТАЦИЯ И ГАРАНЦИОННО ОБСЛУЖВАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧНО ОБОРУДВАНЕ И ИЗМЕРИТЕЛНА АПАРАТУРА ЗА МНОГОСЛОЙНИ ОПТИЧНИ СТРУКТУРИ, включваща три обособени позиции:

- - Вакуумна технологична система за получаване на многослойни оптични покрития;
- - Инфрачервен спектрофотометър с Фурие преобразование (FTIR);
- - Модул “150 мм интегрираща сфера” за фотометрични измервания.

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНАТА ДЕЙНОСТ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО ПРЕЗ 2014 Г.

ТЕОРИЯ

Изследвана е динамичната устойчивост на стенно-центрирана кубична решетка на желязото при високо налягане и висока температура чрез метода на молекулната динамика с помощта на три различни модела на междуатомни потенциални взаимодействия. Численото са пресметнати фононните дисперсионни зависимости, плътността на състоянията, както и двучастичната радиална функции на разпределение. Установено е, че тези величини имат различно поведение в зависимост от вида на използвания потенциал. Освен това е показано, че при всички потенциали изследваният образец остава динамично устойчив в широк интервал от температури и налягания.

Изследвана е термодинамиката на моделна система от магнитни диполи върху кубична решетка с феромагнитно взаимодействие само между най-близките съседи. Целта е да се проучи възможността за наличие на нематично подреждане и да се характеризира критичното поведение на системата. Показано е, че основното състояние на системата е изродено с феромагнитно подреждане, но без нематично такова. При крайни температури е използван Монте Карло методът за определяне на критичните свойства. Намерено е, че нематичното подреждане се възстановява вследствие на термичните флуктуации и че системата изпитва фазов преход от втори род към неподредена фаза.

Проведено е задълбочено изследване (DMRG) на фазовата диаграма на основен едномерен модел (верижка с последователноменящи се спинови променливи ($S=1$ и $\sigma=1/2$)) с тричастични обменни взаимодействия. Освен класическите феромагнитна и фемимагнитна фази, диаграмата съдържа множество допълнителни фази с квантувани стойности на магнитния момент (plateau states) и две нови немагнитни фази, едната от които е критична фаза с конформна аномалия (central charge) $c=2$, а другата е квазинематична фаза, свързана със S подсистемата.

Теоретично е изследвано съединението Na_2IrO_3 , в което електронната структура се определя от $5d$ Ir електронните орбитали. Разглеждането на това вещество като квазимолекулярен кристал позволява електронната му структура да бъде получена по аналогия с тази на бензеновата молекула, в рамките на модела на плътна опаковка (tight-binding). В рамките на този итинерантен модел е изследван магнитният отклик и е пресметнат орбиталният принос към възприемчивостта.

Изследвана е фазовата диаграма (налягане – температура) на феромагнитния свръхпроводник UCoGe , като са отчетени двузонната електронна структура и реалната орторомбична симетрия на свръхпроводящия параметър на подреждане. Съединението UCoGe е слаб метамагнит и неговата фазова диаграма се описва с модела на Стонер. Това дава възможност температурата на Кюри да бъде успешно моделирана със зависимостта $T_c = T_{c0} (1 - (P/P_c)^2)$. Свойствата на веществото UCoGe се различават от тези на останалите, открити досега феромагнитни свръхпроводници, тъй като при него свръхпроводимостта съществува не само във феромагнитната област, но и в парамагнитната област. Теоретично е изследвано и влиянието на външното магнитно поле и нарастването на критичното магнитно поле с температурата при атмосферно налягане.

Изследван е “reentrant transition” за феромагнитния свръхпроводник URhGe във външно магнитно поле и атмосферно налягане. Проведени са също изследвания на влиянието на магнитните флуктуации върху свойствата на фазовия преход в свръхпроводящо състояние във феромагнитни свръхпроводници със спин-триплетно

Куперово вдвояване и на флукуационни ефекти в околност на спинодални линии на нетермодинамични фазови преходи от първи род в системи с наноразмер.

С методите на статистическата механика са изследвани комплексни системи - невронни и социални мрежи, като при последните са използвани модели, описващи социални явления. Продължава изучаването на процесите в такива системи от гледна точка на фазови преходи, които се наблюдават в тях, образуване на структури и самоорганизация. Изследвани са също процесите на синхронизация и на субсинхронизация в хаотични системи с комплексна топология при наличие на забавяне.

Изследвана е динамиката на тъмни солитони в решетка при наличие на нелинейности от трета и пета степен. Определени са условията за тяхното формиране и са анализирани ефектите от дискретността на хомогенна решетка. Получени са статичните решения за широк тъмен солитон при наличие на дефекти, като свързаното солитон-дефект формирание има един минимум, когато дефектът е на привличане и два минимума при дефект на отблъскване. Установено е, че позицията на минимума силно се влияе от нелинейността от пета степен.

Числено е изследвано взаимодействието на светли солитони с точкови дефекти в система от две свързани Абловиц–Ладик верижки. Разгледани са два вида свързвания между верижките: дисперсионно, което позволява редукция на системата до интегрируемия модел на Абловиц–Ладик и свързване в срещуположни възли. Двата типа свързване имат допълващо се действие и при определени условия могат взаимно да се компенсират. Наличието на линеен точков дефект не оказва влияние върху периодичната динамика в такава система. Установено е, че свързаното солитон-дефект еднопиково състояние, което съответства на дефект на привличане е устойчиво при наличие на пертурбации, докато двупиковото (съответстващо на дефект на отблъскване) е нестабилно и лесно се разрушава.

ФИЗИКА НА МАТЕРИАЛИТЕ

Проведени са изследвания по израстване, определяне на структурата, изследване на оптичните, магнитни и фeroелектрични свойства на мултифероични кристали от $\text{CaMn}_7\text{O}_{12}$, HoMn_2O_5 и $\text{La}_2\text{MnNiO}_6$ и наблюдаване поведението на фазовите преходи в тези кристали. Изследвани са поляризирани Раманови спектри на ориентирани монокристали от $\text{CaMn}_7\text{O}_{12}$ в широк температурен диапазон (5–500 K), в който са наблюдавани кристалографски, фeroелектрични и магнитни фазови преходи. От спектрите, получени при стайна температура, десет от общо дванадесетте Раманово активни мода $6A_g + 6E_g$, съответстващи на тригоналната фаза на $R\bar{3}$ са отнесени към определени нормални трептения на решетката и сравнени с резултатите от моделирането на решетъчната динамика. При повишаване на температура от стайна, интензитетът на Рамановите линии силно намалява и при достигане на високотемпературната фаза $\text{Im}\bar{3}$ спектърът променя формата си в съответствие с предполагаемата нова кристална структура, съдържаща Jahn-Teller-ови изкривявания.

Изследван е магнитокалоричният ефект в монокристали от HoMn_2O_5 и $\text{La}_2\text{MnNiO}_6$. Кристалите от HoMn_2O_5 претърпяват силен такъв ефект при около 10K. Установено е, че магнитокалоричният ефект се дължи на гигантската анизотропия в тези кристали. Показано е, че ефект с такава големина (12.43 J/kg K при 7 T) може да бъде получен само чрез завъртане на кристала HoMn_2O_5 в „cb” кристалографската равнина в постоянно магнитно поле, вместо той последователно да се вкарва и изкарва от полето.

Монокристали от $\text{La}_2\text{MnNiO}_6$ с двойно-перовскитна структура са изследвани в детайли. Подредената фаза с висока температура на Кюри (280 K) показва значителен

хладилен капацитет около стайна температура. Промените в намагнитването и ентропията са задоволително симулирани като функция на температурата и магнитното поле. От друга страна, наличието на катионен безпорядък във фазите на $\text{La}_2\text{MnNiO}_6$ позволява да се премине точката на Кюри при ниска температура без значителна промяна в магнитокалоричния ефект.

Изследвани са локални структурни ефекти и характеристичните температури в релаксор-фероелектричните системи Pb-Sc-Ta-O и Pb-Sc-Nb-O с рентгенова и вибрационна спектроскопия и прилагане на легиране и електрично поле.

С транспортни измервания в електрично поле при ниски температури на тънък кристален слой от топологичния изолатор Bi_2Se_3 е установена силна температурна зависимост на проводимостта, дължаща се на топлинното активиране на оптични фонони. Регистрирано е омово поведение на кристала до определено прагово напрежение, над което настъпва насищане на тока поради нееластично разсейване от определен оптичен фононен мод с енергия около 8 meV.

Слоеве от графен са получени чрез химическо отлагане в газова фаза върху изолиращи (Si/SiO_2) и метални подложки (Ni, Cu) и характеризирани с Раманова спектроскопия. Различени са многослоен от еднослоен графен и са дискутирани режимите за оптимално израстване, както и природата на дефектите в словете.

С модифицирания метод на най-простото уравнение са получени решения от тип „единена бягаща вълна“ при клас нелинейни диференциални уравнения съдържащи мономиал от четна или нечетна степен по отношение на частната производна. Като примери са разгледани уравнението на Кортевег- де Фриз, обобщеното уравнение на Дегасперис –Процеси, Камаса – Холм. В монографията „Science dynamics and science productivity (concepts, models, indicators)“, са събрани математически разработки и теории за описание и моделиране поведението на научни системи. Изложен е анализ за състоянието на някои институти на БАН.

Работено по проект COUNTERFOG - европейски проект по програма „Сигурност“. По покана са написани две глави за подготвена книга - "Clean Water Solutions – Technological and Societal Aspects" на издателство Springer. Изследвани са взаимодействия твърдотелна повърхност – двуфазен флуид. На базата на получените резултати е започната работа по създаването на сензори за параметри на двуфазни флуиди. Работено е по изследване на образци от цимент. Показана е възможността за контрол на показателя блейн чрез Surface Photo-Charge Effect. Изучени са зависимостите от магнитното поле на параметрите на уравнението на състоянието в точката на прокапване в студен неакреатиращ магнетар.

Изучавана е стагеринг връзката между масовият ексцес на ядрото, зависещ от броя протони и неутрони, и параметрите характеризиращи електронната система на Хелиоподони йони. Направени са начални стъпки за изучаването на стагеринг връзката между мюонната система и масовият ексцес на мезо Хелиоподони йони.

Показана е възможността да се анализират и пресмятат определени видове многократни интегрални, свеждащи се до резидууми на Фейнманови амплитуди, с помощта на граф-теоретични методи. По-конкретно, такъв метод е приложен за пресмятането на фамилията от Фейнманови периоди „колело с N спици“ в безмасова скаларна квантова теория на полето.

Проведено е паралелно изследване на механични напрежения (МН) и оптични свойства за тънки халкогенидни слоеве от фамилията $\text{Ge}_{(40-x)}\text{Sb}_x\text{S}_{60}$. Проведените измервания за характеризиране на оптичните свойства включват: спектри на пропускане и на отражение в областта $\lambda = 320 - 2600$ nm и генериране на втора хармонична в тези слоеве. Установено е, че съществува добра корелация между МН и нелинейните свойства при въвеждане на двуслоен модел за генериране на втора

хармонична.

Получени са композитни слоеве от хидроксиапатит/нанодиамантени частици (HA/DND) и от полимер/нанодиамантени частици (PPHMDS/DND) върху различни подложки и са изследвани чрез контактен ъгъл, AFM, SEM/EDX, CPM (сканираща интерферометрия), FTIR, Раман спектроскопия в Институтите, с които сътрудничим по линията на ЕБР (Люблянски университет, Словения, УАН-Унгария, ЛАН-Латвия и InEES-Франция).

Изследвана е биологичната активност на нанодиамантени частици и композитните материали с остеобластни и стволови клетки в сътрудничество с ИБФБМИ – БАН. Изследвана е кинетиката на процеса на покриване на повърхността на композитните слоеве с протеин (фибронектин).

НАНОФИЗИКА

Изследвано е влиянието на облъчване с високоенергетични електрони (енергия 20 MeV и доза 2.4×10^{14} el/cm²), проведено в Дубна на Microtron MT-25, върху хомогенни SiO_x слоеве (x=1.15, 1.3, 1.5, 1.7), отложени върху кристални силициеви подложки и композитни слоеве, съдържащи кристални или аморфни силициеви наночастици. Установено е, че електронното облъчване предизвиква фазово разделяне в хомогенните слоеве с x=1.15 и 1.3 и води до увеличаване на аморфната фаза в слоевете, съдържащи аморфни наночастици. Направено е заключение, че при тази доза на облъчване се наблюдава формиране на аморфни силициеви наночастици, като механизмът е аналогичен на този при високотемпературно третиране. Необходими са по-големи дози за предизвикване на промени в структурата на наночастиците.

Чрез магнетронно разпрашване върху Si подложки са отложени тънки слоеве от SiO₂ и са изследвани механичните напрежения, генерирани при отлагането на слоевете и последващото им облъчване с високоенергетични MeV електрони. Наблюдавано е изменение на механичните напрежения в Si-SiO₂ структурите, което зависи както от дозата (1×10^{15} , 4×10^{15} и 1×10^{16} el.cm⁻²) на облъчване, така и от дебелината на окиса (10, 20 и 100 nm). Измерванията с ТЕМ при еднаква доза на облъчване показаха наличие на нанообразования в SiO₂ слоевете, които се по-големи в по-дебелите слоеве.

Изследван е ефектът на термично третиране на c-Si/SiO_x образци при 700°C и 1000°C, целящ израстване на аморфни или кристални силициеви наночастици в SiO_x слоя, върху наличието на структурни и електронни дефекти на интерфейса. С високоразделителна електронна микроскопия е показано, че и при двете температури отгряването предизвиква епитаксиален растеж на силиций и нарастване на интерфейсната грапавост с 3-4 монослоя при 700°C и 4-5 монослоя при 1000°C. Нарастването на грапавостта е в пряка връзка с концентрацията на електронни дефекти, тя е по-висока при слоевете, отгreti при 1000°C.

Изследвани са нанокристални тънки слоеве от ZnO с две различни ориентации, (002) и (100), отложени с ултразвукова спрей-пиролиза при използване на два типа изходни разтвори и различни температури на подложката. Наблюдавана е промяна в размера на нанокристалните зърна и електричната проводимост при промяна на температурата на отлагане. При еднакви други условия размерът е по-голям при (100) ориентираните слоеве, но проводимостта им е по-ниска, което е свързано с наличие на по-висока концентрация на адсорбирани от атмосферата кислородни атоми. Проследени са промените в електричната проводимост на слоевете при влияние на пари на амоняк, етанол, ацетон и влага и е показано, че слоевете с ориентация (100) са с по-висока газова чувствителност. Резултатът е обяснен с наличието на висока концентрация на вторични частици с размер ~100 nm на повърхността на тези слоеве.

Изследвани са електрични свойства на слоеве от ZnO, легирани с In и N

[ZnO(In,N)], получени чрез зол-гел метод и последваща хидротермална обработка при 500°C. Предварителните анализи на I-V и C-V характеристиките на Al-ZnO(In,N)-Si структури показват, че концентрация на легиране на слоя е по-висока от $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, което съответства на полупроводник с добра проводимост. Въпреки това, наблюдаваната висока стойност на диференциалното специфично съпротивление ($\rho = 3.2 \times 10^5 \text{ }\Omega\text{cm}$) предполага, че заловеният на азотните акцептори заряд е компенсиран от заряд на донорни дефектни центрове. Установено е наличие на дълбоки нива, поради които ефективната подвижност на дупките е ниска (от порядъка на $10^{-3} \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$).

Във връзка с работата по проект ВК 03/2014 г. са отложени аморфни тънки слоеве от селен чрез модифицирано термично изпарение във вакуум, при което е приложена честотна модулация на подложките по време на изпарение в диапазона 50-5000 Hz. Морфологията на получените образци е изследвана с атомносилова микроскопия (AFM). Установено е, че при честоти над 3000 Hz се получават изключително гладки слоеве с повърхностна грапавост под 2 Å, а при промяна на честотата в интервала 0-300 Hz се наблюдава развита повърхност с размер на образуванията от порядъка на 300 nm, чиято грапавост минава през максимум при честота 50 Hz. При някои от образците се наблюдават наночастици с размер от порядъка на 20 nm, но не е установена зависимост между прилаганата честота и появата на такива обекти. Изследванията със сканираща електронна микроскопия в напречен срез, съвместно с колеги от ИМТ Букурещ, и с ренгенова дифракция показват, че слоевете са аморфни, без наличие на пори и кристални образувания.

Обобщени са резултатите от комплексно изследване, проведено съвместно с колеги от ФТИ Санкт Петербург, върху слоеве с дебелини от 120 до 750 nm, получени от предварително синтезирани $\text{Ge}_{15}\text{Sb}_5\text{Te}_{80}$ и $\text{Ge}_{15}\text{Sb}_{15}\text{Te}_{70}$ стъкла. Тези състави са значително по-богати на Te в сравнение с добре изучения $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$. Определени са стойности на оптичната забранена зона около 0.7 eV и показател на пречупване в граници 3.8-4, които не се променят след отгряване до 120 °C. При електроди с планарна геометрия е наблюдавана висока проводимост, която зависи слабо от състава, докато при „сандвич“ тип електроди проводимостта е около 10^4 пъти по-малка ($(2.5 - 5) \times 10^{-4} \text{ (}\Omega\text{.cm)}^{-1}$). При планарната проводимост са получени ниски стойности на активационната енергия, които допълнително намаляват след отгряване. Тези резултати са обяснени с предположение за съществуване на нехомогенна структура: аморфна обемна част и тънък приповърхностен кристален слой. Руските колеги наблюдаваха типичен ефект на превключване от ниска към висока проводимост с параметри, сравними с тези при слоеве от $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$. Наблюдавани са осцилации на проводимостта при превключването, които биха могли да се свържат с предположените при електричните измервания структурни нехомогенности.

Изследвана е фотолуминесценция (ФЛ) на легирани с редкоземни елементи (Er, Pr, Dy, Nd, Sm и Ho) сулфидни и окси-сулфидни Ge-Ga-S, Ge-Ga-As-S и Ga-La-S-O стъкла съвместно с колеги от Чехия, Молдова и Англия. Ниско-температурните измервания (НТФЛ) показват, че при $T=4\text{K}$ ре-абсорбцията на собствената луминесценция на матрицата може да се наблюдава едновременно с 4f-4f радиационните преходи на Er^{3+} йони. Тази особеност е най-силно изявена при системата Ge-Ga-S и е обяснена на основа на енергиен трансфер между електронната структура на матрицата и на легиращия йон. Наблюдавано е, че при състав $(\text{GeS}_2)_{80}(\text{Ga}_2\text{S}_3)_{20}$, легиран с 1.8 мол% Er_2S_3 , с намаляване на температурата от 77 до 4.2 K интензитетът на основната ФЛ ивица нараства повече от три пъти. Максимална емисионна ефективност е установена за легирана с 2.1 мол% Er_2S_3 матрица от $(\text{GeS}_2)_{75}(\text{Ga}_2\text{S}_3)_{25}$ с последователна изява на всички възможни осем ФЛ ивици при 670,

830, 870, 1000, 1120, 1260, 1350 и 1550 nm.

Изследвани са спектрите на пропускане и луминесценция на тежкометални оксидни $\text{Sb}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-ZnO}$ стъкла при изменение на концентрацията на ZnO и постоянно легиране с 0.25 mol% Er_2O_3 . При НТФЛ емисия се наблюдава една широка ивица, центрирана при ~ 1000 nm, с намаляващ интензитет при по-силното Er^{3+} легиране. Този ефект на ФЛ гасене може да се обясни с нерадиационен енергиен трансфер от дефектни състояния в матрицата към Er^{3+} йони. Предложена е схематична енергетична диаграма за най-силно изявените оптични преходи на Er^{3+} йони.

Изследвани са електрични свойства на слоеве от AlN, легирани със Si (AlN:Si), отложени върху силициеви подложки чрез импулсна лазерна аблация (PLD) на мишена, изготвена чрез хомогенно смесване, пресоване и синтероване на прахове от AlN и 10 ат.%Si. Установено е, че при високи електрични полета диференциалното специфично съпротивление на слоевете намалява няколко пъти поради инжектиране на електрони в слоя. Отлагането на слоеве при налягане на азота 10 Pa води до увеличаване на концентрацията на ваканции на Al. Улавянето и емисията на електрони от тези дълбоки нива допринася за общо увеличаване на измереният капацитет на структури от типа Al-AlN:Si-Si и на диелектричната константа на AlN слоевете. В слоевете, отложени при 10 Pa, размерите на кристалитите с кубична структура намаляват до ~ 18 nm, което води до увеличаване на концентрацията на дълбоки акцепторни нива на границата на зърната. Поради това в C-V характеристиките на структурите се наблюдава максимален капацитет около напрежение равно на нула. Намаляването на капацитета при нарастване на напрежението в двете посоки е индикация за наличието на обеднени области на границата на зърната. Наблюдаваните ефекти са по-слабо изразени при AlN:Si слоеве синтезирани при налягане на азота 0.1 Pa.

Започнати са експерименти за получаване на многослойни структури от нанокристалните PLD слоеве от AlN, отложени върху силициеви подложки, в азотна атмосфера (0.1 Pa) и при различни температури. Първият слой се отлага при 800°C и при оптимални условия за кристализация, установени от предишните ни експерименти. Този слой спомага за образуване на активни центрове за кристализация и за хомоепитаксиален растеж на последващите слоеве, които се отлагат при значително по-ниски температури (450°C , 350°C или стайна температура). Чрез рентгенова дифракция (GIXRD) при малки ъгли на падане на лъча е доказано образуването на вюрцитна AlN фаза във втория нискотемпературен слой, състояща се от малки, произволно ориентирани кристали. Наблюдавано е отместване на GIXRD пиковите към по-големите ъгли, което е индикация за намаляване на разстоянията в кристалната решетка. Сканираща електронна микроскопия показва гладка повърхност на образците и наличие на кристали с пирамидална форма близо до повърхността.



Фотодетектор на базата на тънък слой от $\text{Zn}_{0.8}\text{Cd}_{0.2}\text{Se}$, изработен в рамките на ЕБР проект с ИМТ, Букурещ, Румъния.

МИКРО- И АКУСТОЕЛЕКТРОНИКА

Изследвани са ефектите на резистивно превключване в Pt/HfO₂/TiN MIM. Установено е, че чрез въвеждане на допълнителен кислород на интерфейса HfO₂/TiN могат да се подобрят значително всички параметри на процеса на резистивно превключване. Резултатите зависят съществено от количеството на кислорода, как той се въвежда на интерфейса и респективно какви връзки формира. Този процес, както и дебелината на диелектричния слой, трябва да се оптимизират внимателно, за да се получи стабилно и контролируемо резистивно превключване. За повечето структури е наблюдавано отношение между двете резистивни състояния 100-1000, което е оптимално за функциониране на т.нар. резистивни паметни. В някои структури се наблюдава пълно възстановяване на проводящите сегменти, формирани в процеса на контролируем пробив и в този случай, това отношение достига 10⁸.

Изследвани са пробивните характеристики на Ag-Hf:Ta₂O₅/SiO_xN_y-Si MIS кондензатори при стрес с постоянно напрежение (CVS) и постоянен ток (CCS). Установено е, че електрическият пробив в структурите се определя от два процеса: 1) обратим захват на електрони на съществуващи в слоя уловки, и 2) деградация на интерфейсия SiO_xN_y водеща до значително увеличаване на утечния ток през диелектрика. Weibull разпределенията на времената до пробив запазват характерните особености на разпределенията получени за структури с легиран с Hf Ta₂O₅ върху Si и Al гейт. Използването на Ag електрод в съчетание с нитридирането на повърхността на Si подложка осигурява съществено по-дълги пробивни времена в сравнение със структури с Al гейт. Направен е извода, че от гледна точка на електрическите характеристики, Ag електродите и нитридацията на Si подложка са особено подходящи за изработване на MIS кондензатори на основата на Ta₂O₅ high-*k* слоеве за приложение за приложение в съвременната наноелектроника.

Нанесени са двуслойни покрития от титан и слой от диамантоподобен въглерод (DLC) върху корозоустойчива стомана AISI 304 and AISI 316L чрез импулсно магнетронно разпръскване от титан и графит. DLC слоевете са характеризирани с Раманова, Оже и рентгенова спектроскопия. Получените данни за структурата са свързани с физическите свойства на DLC слоевете и са от интерес за биомедицински приложения, напр. биосъвместими покрития върху стоманени стентове и други медицински импланти с тънки (~ 100 nm) DLC слоеве.

Получени са тънки слоеве от AlN върху Si чрез импулсно лазерно отлагане във вакуум и азотна атмосфера. Тънките слоеве са наноструктурирани, съгласно анализа получен при рентгенова дифракция и ТЕМ снимки. Слоевете отложени във вакуум са поликристални с хексагонална AlN и колонна структура, докато слоевете, отложени в азотна атмосфера са предимно аморфни и нанокристалитни включения. Al-N фононните модове при спектрите на повърхностно-усилената Раманова спектроскопия са силно отместени, поради стреса в слоевете. Фононен мод на Al-O свързан с повърхностното окисление е наблюдаван само при отлагане при ниско налягане.

Изработени и изследвани са MOS (Metal-Oxide-Semiconductor) структури с полупрозрачен Au горен електрод и Si нанокристали с диаметър ~3-4 nm в гейтовия диелектрик. Структурите могат да бъдат зареждани отрицателно или положително посредством инжекция или екстракция на електрони откъм горния електрод. Облъчване с източник на ултравиолетова (UV) светлина (395-400 nm, 10.4 mW) води до разреждане на предварително заредените структури със скорост варираща между 2 mV/s и 12 mV/s. Скоростта на разреждане зависи от знака на захванатия заряд и от вътрешното електрично поле в гейтовия диелектрик. Изследваните структури са подходящи за употреба като UV детектори.

Изследвано е въздействието на видима и UV светлина върху волт-капацитивните характеристики на p-тип Si MOS структура. Показано е, че структурата може да бъде използвана като евтин и лесен за производство сензор. Сензорът може да бъде използван за измерване на интензитета на видима или UV светлина или в ключов режим. Изходният сигнал е промяна на капацитета в инверсия при фиксирано гейтово напрежение в резултат от облъчване със светлина. Консумацията на енергия от прибора е много ниска и изходният сигнал не зависи от температурата в широк температурен интервал.

Установяване на технологичен цикъл, технологични режими и изготвяне на експериментални образци по договор SMT-1/2014 с фирма Microsensor Technology LLC. Отработени са: процеса на шлайфане и полиране на подложките от InAs и GaSb; химическата обработка на подложките преди нанасяне на слоевете; плазмено почистване на подложките; фотолитографските процеси при нанасяне на изображение върху подложките; lift-off процеса при оформяне на структурите.

Изследвани са TiO₂ слоеве получени по зол-гел метод. За изходен материал е използван TiO₂ прах. Слоевете от TiO₂ са отлагани върху златните електроди на кварцови резонатори по капков метод. Морфологията на формираните слоеве е оценена чрез SEM. Структурата на слоевете е изследвана чрез раманова спектроскопия, а повърхностния им състав посредством XPS. Установено, че слоевете притежават зърнеста структура и съдържат предимно анатазна фаза на TiO₂. Чувствителността на формираните слоеве към NO₂ бе изучена по метода на кварцовата микровезна (КМВ) Чувствителността на TiO₂-структура бе измерена чрез отчитане на честотното отместване на КМВ причинено от NO₂ сорбция. Съгласно уравнението на Sauerbrey е установена връзката между честотното отместване на TiO₂-КМВ структура след излагане на различни концентрации на NO₂. Експериментите са проведени на установка създадена в лабораторията в динамичен режим при точен контрол на параметрите на процеса. Системата TiO₂ - КМВ е изучена в концентрационен интервал от 10ppm – 5000ppm NO₂. На базата на измерените временно-честотни характеристики са изучени циклите на сорбция и десорбция и са изчислени времената на натоварване и разтоварване. Установено е, че процесът на сорбция е обратим. Резултатите показват, че слоевете отложени по предложения метод са подходящи за формиране на сензорни елементи за NO₂ детекция.

Разработена е технология за получаване на тънки слоеве от TiO₂ за приложение в газови сензори чрез радиочестотно и с постоянно токово магнетронно разпръскване. Съставът и микроструктурата на филмите са изследвани чрез XPS, XRD и Raman спектроскопия, а повърхността е характеризирана със SEM с висока резолюция. Установено е, че слоевете са аморфни, но в тях има включения на микрокристали с размери на зърната от порядъка на нанометри. По метода КМВ е определен прага на чувствителност на TiO₂ към NO₂ от 50ppm. Изследваните слоеве са с възпроизводими свойства и са подходящи за приложение в сензорни структури.

Аналогични изследвания са проведени и при синтез по методите на магнетронно разпръскване на слоеве от MoO₃ и характеризирането им. Доказано е, че са те имат аморфна структура, но са регистрирани и микрокристали в аморфната матрица. От снетите XPS профили е установена разлика в стехиометричния състав на слоевете по дебелина като на повърхността те отговарят на MoO₃, а в дълбочина преобладава MoO₂. Чрез измерване на MoO_x - КМВ системата е показано, че те притежават чувствителност към реагенти от типа на NH₃ и NO₂. Процесът на сорбция е обратим и сензорните структури напълно възстановяват параметрите си при стайна температура.

Проведени са изследвания за определяне на чувствителността и на слоеве от

ZnO към NO₂. За целта са формирани структури ZnO- КМВ, като слоевете от ZnO са синтезирани по електрохимичен път. Златните електроди на кварцовите резонатори са използвани като катоди. За анод е използвана спектрално чиста графитова плоча. Морфологичните изследвания на слоевете, израстнали на златните електроди показваха, че те са наноструктурирани и са изградени от нанопръчици, което резултира в широко развита повърхност. Чувствителността на ZnO е оценена при 500 ppm концентрация на NO₂ при стайна температура. От измерените при тези условия време-честотни характеристики е регистрирано честотно отместване от 37Hz, което отговаря на сорбираната маса 8,3ng. Основните преимущества на този метод на отлагане са: растеж само върху металния електрод, строг контрол на скоростите на отлагане и най-важното – способност за растеж на слоеве със силно развита повърхност. Резултатите показват, че структури от типа на ZnO-КМВ, формирани по електрохимически метод имат потенциал за приложение в газови сензори.

Синтезирани са полимерни слоеве от хексаметилдисилоксан (ХМДС) в тлеещ разряд при различни параметри на плазмата и модифициране с амоняк с цел използването им като селективни слоеве за NO₂ в атмосферата. Резултатите от ИЧС показват, че увеличаването на плътността на тока, намаляването на скоростта на мономерния газ и модифицирането с амоняк, водят до удължаване и омрежване на полимерната структура. Сорбционната способност на слоевете към азотен диоксид, измерена с КМВ, е най-голяма за модифицирани с амоняк слоеве, получени при повисока плътност на тока на разряда и по-малка скорост на мономерния газ. Изследването показва, че системата КМВ с нанесен полимерен слой, получен от ХМДС в плазма, е подходяща за разработване на сензор за определяне на концентрации на NO₂ в интервала от 100 ppm до 5000ppm.

Тънки слоеве от наножички на цинков окис (ZnO) са отложени от течна емулсия върху повърхността на двувходови ST-срез резонатори на Релееви повърхнинни акустични вълни (РПАВ) за възможни сензорни приложения в газова фаза. Така получените РПАВ сензори демонстрират добра селективност и висока чувствителност към пари на амоняк и оцетна киселина, а също и към силно токсични газове като перидин и хексаметиленимин. Показано е, че слоевете от наножички на ZnO се стабилизират и постигат максимален сорбционен капацитет след предварителна обработка с оцетна киселина.

Получени са подробни систематични експериментални данни относно температурната чувствителност на КМВ на обемни акустични вълни в АТ-срез кварц с нанесени тънки слоеве от ХМДС за сензорни приложения в течна и газова фаза. Квази кубичните температурно честотни характеристики (ТЧХ) на така получените КМВ са измерени в температурния обхват (-50 до +90°C) за дебелини от 70 до 400 nm на ХМДСО. За пръв път е наблюдавано периодично повтарящо се осцилиращо поведение на температурните коефициенти от 2-ри, 3-ти и 4-ти порядък. КМВ със слоеве от 150, 260 и 380 nm демонстрират еднакви ТЧХ, които се повтарят с период от 110 до 120 nm, а инфлексните им точки осцилират между 25 и 28°C. Получените данни могат да се използват за точно пресмятане на ТКЧ на покрития с тънък чувствителен слой КМВ в качеството и на сензор за детекция на химични вещества. За целта е предложен прост метод, който е проверен и с действащи КМВ.

Разработена е експериментална установка за създаване и отлагане на свръххидрофобни покрития върху 5 МХц КМВ със златни електроди, чрез комбинация от епоксидна смола и въглеродни наночастици. Изследвана е чувствителността на получените СХ КМВ към влага, както и към пари на различни органични разтворители. Експериментално е установено, че СХ КМВ намалява значително абсорбцията на влага, за сметка на органичните пари. Това дава възможност за работа

на устройството в условия на неконтролирана влажност без да е необходимо използването на компенсационни методи.

НИСКОТЕМПЕРАТУРНА ФИЗИКА

Предложен е метод за пресмятане на величината “fidelity susceptibility” (на български възприемчивост на вярността (или точността)) привнесена в статистическата физика и физиката на кондензираната материя от квантовата теория на информацията, който ефективно използва симетричните свойства на хамилтониана на изследваната система. Получените резултати позволяват да се изследва поведението на “fidelity susceptibility” без да се използват пертурбационни методи. Като примери са разгледани популярни модели използвани в квантовата оптика, магнетизма и др.

Изследователската експериментална дейност на Лаб. „Нискотемпературна физика“ през 2014г. е фокусирана върху получаването и изследването на Fe-базирани свръхпроводници от типа FeSe-11. Тази фамилията е една от най-атрактивните за изследване, поради не сложния си кристален строеж и присъствие само на два химични елемента (Fe и нетоксичния Se). Получаването, оптимизирането на процеса и изследването на кристали от тази фамилия е от особена важност.

Получени са кристали Fe_{1.02}Se и нов поликристален материал FeSe_{0.94} с добавка на сребро. Проведени са изследвания на променливотоковата магнитна възприемчивост (фундаментална и трета хармоника) и на транспортните свойства ($R(T)H = \text{const}$). Установено е, че добавката на сребро подобрява фазообразуването като премахва формирането на несвръхпроводимата хексагонална фаза, която в малка степен присъства дори в кристалите. Критичната температура на образците със Ag е с 1K по-висока от тази на образците без Ag и еднаква с тази на най-добрите монокристали публикувани в литературата. Ширината на свръхпроводимия преход е под 1K и е по-малка от тази на монокристалите. Линията на необратимост, определена чрез модула на третата хармоника на променливотоковата възприемчивост е отместена към по-високи полета и температури в сравнение с тази на образеца без Ag. Оценката за второто критично магнитно поле ($B_{c2}(0K)$) показва, че то е с 10 T по-високо от това на монокристалите. Енергията на активация на термичния крип на потока при 1T за образеца със Ag е почти 3 пъти по-висока от тази на образеца без Ag и 1.75 пъти от тази за монокристалите.

Чрез структурни и морфологични изследвания е установено, че кристалите Fe_{1.02}Se съдържат около 82% свръхпроводима тетрагонална фаза и като примес несвръхпроводимата хексагонална фаза. Чрез метода на променливотоковата магнитна възприемчивост е наблюдавана еволюцията на линейните и нелинейни процеси формиращи магнитния отклик на Fe_{1.02}Se кристалите. При ниски амплитуди и честоти на променливото магнитно поле и дори при суперпозиция на постоянно магнитно поле от няколко тесла кристалите показват поведение типично за критичното състояние. При повишаване амплитудата и честотата на променливото магнитно поле се наблюдава преход към междинен режим на крип на потока “Flux creep” и в следствие на непрекъснато движение на потока известно като „Flux Flow”. Установено е влияние на геометричния бариер върху магнитния отклик на кристалите, който е резултат от плочковидната им геометрия

Чрез волт – амперни характеристики и магнито-резистивни измервания е изследван пининг механизма в Fe(Se_{1-x}Tex) and Fe_{1.02}Se. Определена е активационната енергия като функция на магнитното поле и плътността на критичния ток $U(H, J)$. Високата енергия на пининг (U_0 от порядъка на 100 K) и големият наклон на зависимостта $H_{c2}(T)$ в близост до T_c правят железните халкогениди конкурент на високотемпературните свръхпроводници при приложения в силни магнитни полета.

Лаб. „Физика на околната среда“:

Изследвано е качеството на почви от различни региони с използване на различни методи на многовариационната статистика. Разкрити са няколко специфични типа корелирани параметри и корелирани локации на пробовземане. Интерпретацията им дава информация за различните източници на замърсяване в региона.

Интерпретирани са медицински клинични данни за пациенти, подложени на различно третиране в болнични условия. Търсени са образци на подобие между пациентски групи за всяко едно от разглежданите различни клинични състояния. Целта се постига чрез прилагане на кластерен анализ.

С помощта на многовариационни статистически методи са охарактеризирани и класифицирани растителни източници за биодизел (слънчоглед, рапица, соя, палма и др.), осигуряващи предсказване на наличието на неизвестни по произход източници във вече създадените класове. Разработена е процедура за разпознаване на образци за моделиране на класове на подобие от растителните източници и класифициране на образците с неизвестен произход към дефинираните класове.

С помощта на екометрична експертиза са идентифицирани са три основни класа биогорива, след което е пробвано коректното разпознаване на принадлежността на неизвестни по произход проби биогориво към някой от получените класове.

Осъществен е кластерен анализ на данните от четири категории аерозолни проби от градска пробовземателна станция в град Солун цел разкриване на специфичната им структура. Идентифицирани са възможните източници на атмосферно замърсяване: минерален (почвен) прах, морски аерозоли, вторични емисии, горивни източници и индустриално влияние.

Изследвани са поръзността и температурата на овлажняване на различни строителни материали, които влияят върху околната среда чрез интегрирането на човека в нея и степента на измененията, които той внася.

Изследвани са повърхностни корозионни изменения на ортодонтски дъги, използвани в денталната медицина, по отношение на тяхната безопасност за човешкото здраве. Резултатите от направените рентгенови и морфологични повърхностни изследвания показват, че основният химичен състав (сплави като хром-никелова неръждаема стомана, никел-титан, титан-молибден, мед-никел-титан) на ортодонските дъги не се променя в периода на лечение, който е между 2 и 10 седмици.

Получени са свръхпроводими керамики с цел използването им като добавка към активната маса на електрод в Ni-Zn акумулаторни батерии. Проследено е влиянието на силно алкалната среда върху структурата и свойствата им. Магнитните свойства на получените образци преди и след провеждане на електрохимичния тест запазват свръхпроводимите си свойства след престой в силно алкална среда. Резултатите с бисмутова керамика (BSCCO) дават възможност за подобряване свойствата и характеристиките на отрицателния цинков електрод

Изследвани са магнитни свойства на мултифероиден фиброзен Fe-Al-O. Предложена е евтина, проста и изключително удобна техника, известна като “електропредене”, стимулираща развитието на нови методи за синтез на монофазен FeAlO₃.

Проведени са изследвания на две серии прахообразни проби от EuAlO₃ и GdAlO₃, синтезирани у нас с помощта на катодна луминесценция, рентгенов дифракционен анализ и електронна сонда. Проведен е теоретичен анализ, отчитащ наноструктурния характер на пробите.

ФИЗИЧЕСКА ОПТИКА И ОПТИЧЕСКИ МЕТОДИ

Нанокмпозити на димерни течни кристали: Показано е, че течнокристалната

природа на ахиралните течни кристали, формирани чрез димерна водородна връзка, се съхранява при смесването им с мезогенни или немезогенни наночастици, при което се реализират нанокомпозици с хирални фeroелектрични свойства. Намерено е, че чрез това нековалентно взаимодействие може да се контролират физичните свойства на нанокомпозици, като температура на топене и мезоморфни състояния. Изследвани са предимно нанокомпозици на димерни течни кристали и едностенни въглеродни нанотръбички. За осъществяване на ефективен оптичен контрол върху течнокристалния нанокомпозит са използвани специално функционализирани с карбоксилни групи едностенни въглеродни нанотръбички. Намерено е, че посредством такава функционализиране се подобрява съвместимостта на нанотръбичките с течнокристалната матрица, както и обемното подреждане, което води до промяна на симетрията на молекулно и макроскопично ниво и съответно до индуциране на перманентна обемна фeroелектрична поляризация. Предложен е механизъм, описващ съвместимостта и взаимодействието между повърхнинно третираните немезогенни наночастици (функционализирани нанотръбички) и огънатите при понижаване на симетрията на системата димерни молекули. Анализирани са индуцирането на фeroелектрично състояние на молекулно и макроскопично ниво.

Усъвършенстван е методът на Кречман за индуциране на повърхнинен плазмонен резонанс в система тънък хирален течнокристален слой – златен слой или дифракционна решетка покрита с такъв слой. Изследвани са характеристикните параметри на плазмонния резонанс и плазмонната вълноводност в широк диапазон от дължини на облъчващата електромагнитна вълна, стойности на ъгъла на падане на пробния лазерен лъч спрямо нормалата и хиралната ос на течнокристалната система – холестеричен течен кристал или фeroелектричен смектик С (C^*), дължина на хиралната стъпка и дебелината на течнокристалния слой. За целта са решени численно уравненията на Максвел за интерфейса хирален течен кристал (анизотропен диелектрик) – метал и са пресметнати спектрите на отражение за холестеричен и фeroелектричен смектик С.

Молекулна динамика, оптика и електрооптика на мезоморфни среди. Получени са нови резултати за електро-оптичните свойства на нематични слоеве от смеси на течен кристал 5CB и сферични нано-частици от злато. Анализирани са влиянието на златните нано-частици върху формата на диелектричните спектри в такива нанокомпозитни смеси. Постигнат е ефективен електро-оптичен контрол на лазерно лъчение, преминаващо през течнокристална система, съдържаща златни наносфери, в която се формират надлъжни домени посредством едновременно прилагане на постоянно и променливо електрични полета. Установена е специфична V-образна характеристика на електро-оптичния отклик на изследваните нанокомпозити. Ефектът е стабилен, наблюдава се при сравнително ниско постоянно напрежение (около 4 V) и е зависим от поляризацията на лазерно лъчение, преминаващо през слоя на композитния слой. Този ефект и такива нанокомпозити могат да намерят приложение за контрол и обработка на сигнали, както и за регистриране на слаби динамични електрични полета.

Изследвани са фото-индуцирани ефекти в нано-структурирани фотоактивни течнокристални системи в тънки микро-размерни слоеве, в случая - течнокристални смеси от т.нар. тип 'гост-хазяин', в които за 'хазяин' е избран стабилен (химически, термално и фото-стабилен) стайно-температурен течен кристал, а фото-активен 'гост' е друг течен кристал с малка концентрация. Такива ефекти в нано-структурирани течнокристални системи с фото-функционалност под въздействие на слаби електрически полета (постоянни и променливи, и в комбинация) са характеризирани посредством фазово-чувствителни техники на диелектрическа спектроскопия, оптическа

микроскопия и спектроскопия.

Изследвани са електрооптичните свойства на еднослойни микро-размерни тънки слоеве с дебелина 10 – 25 μm от течни кристали, диспергирани в твърда полимерна матрица, конкретно: дисперсия от нематичен течен кристал E7 в прозрачна фотополимерна матрица от NOA65. Такъв оптичен материал с големина (диаметър) на точно-кристалните капки до 50 μm е от практически интерес за електро-оптиката, тъй като може да намери приложение за високо ефективни и пренастройваеми амплитудни и фазови модулатори на лазерна светлина.

Изследване на нови нано-структурирани оптични материали. Получени са двуслойни покрития от титан и слой от диамантоподобен въглерод (DLC), които са нанесени върху корозоустойчива стомана чрез импулсно магнетронно разпрашване на титан и графит. DLC слоевете са характеризирани с Раманова, Оже и рентгенова спектроскопия. Данните за структурата са свързани с физическите свойства на DLC слоевете. Резултатите са от интерес за биомедицински приложения, напр. биосъвместими покрития върху стоманени стентове и други медицински импланти с много тънки ($\sim 100\text{ nm}$) DLC слоеве.

Чрез лазерна спектроскопия и интерферометрия експериментално е изследван нано-структуриран оптичен материал, конкретно йонно-имплантиран полиметилметакрилат (ПММА). Установено е, че този прозрачен полимерен материал, обработен с йонно-лъчева технология (имплантация с ускорени до 50 keV йони на силиций при доза $10^{16}\text{Si}^+/\text{cm}^2$), който притежава нано-структура (нано-кластери, големина на домените около и под 2 – 5nm) има потенциал за приложение в оптически и електронни устройства. Получените резултати са от значение за интегралната оптика и полимерна молекулна и нано-електроника, за нано-фотонни и био-медицински приложения на йонно-имплантирани прозрачни полимери.

Електрооптика на везикули и течни кристали: Електрооптика на везикули, които се използват като моделни системи на биологичните клетки. В проведените експерименти везикулите представляват сферични кондензатори, потопени в симетрични или несиметрични разтвори относително липидната мембрана. Изследвано е влиянието на високочестотни електрични полета (няколкостотин кХц) с различни параметри върху електродеформационните свойства на везикулите, плуващи във водни разтвори на захароза с различни концентрации. Определен е капацитетът на липидната мембрана. Установено е увеличението му при повишение на концентрацията на захарозата. При прагова концентрация от около 100 ммол/литър е регистрирано насищане на капацитета със стойности от 0.4 мкФ/см².

Електрооптика на 2 термотропни течни кристала, съставени от хирални молекули с противоположен знак на хирализация. При фазовия преход нематик-смектик се наблюдава формиране на сдвоени спираловидни дефекти, подобни на ДНК, чиято ос на симетрия може да се контролира по посока чрез повърхностен ориентиращ слой. Установено е, че дисклинационната спирала и хиралните молекули имат един и същ знак. В температурен интервал от няколко градуса под температурата на фазовия преход към смектична фаза, дисклинационните линии постепенно релаксират поради увеличение на параметъра на порядък с понижаване на температурата. Същият механизъм на релаксация на двойните спирали се наблюдава и при прилагане на високочестотно електрично поле с увеличение на напрежението при константна температура в този интервал.

Полупроводникови лазери с вертикално излъчване (ВИКСЕЛ-и). Докладвана е бистабилност между периодична динамика във ВКСЕЛ-и на квантови точки. Теоретично е обяснена с наличието на несъвпадение на осите на максимална амплитудна и фазова анизотропия. Демонстрирано е генерирането на серия от

случайни битове със скорост от 100 Gb/s с използването на поляризационен хаос с малка размерност на атрактора. Изследванията са проведени в сътрудничество със Супелек, Метц, Франция. Проведено е експериментално изследване на ролята на параметрите на инжектираната светлина върху поляризационно превключване във ВКСЕЛ-и с дължина на вълната 1.55 мкм. Наблюдавани са 2 типа превключване – с единичен и с двоен хистерезис.

Течни кристали. В сътрудничество с Университета в Гент, Белгия и Техническият Университет в Лодц, Полша, са продължени теоретичните и експериментални изследвания на система от течен кристал (нематичен или холестеричен), оптически свързан с ВКСЕЛ. Изследвани са условията за излъчване на кръгово поляризирана светлина.

Солитони. В сътрудничество със Свободния Университет на Брюксел и Вайерщрас Институт в Берлин, Германия, е продължено теоретичното изследване на влиянието на оптична обратна връзка върху поведението на солитони във ВКСЕЛ-и с широка апертура. Показано е наличието на локализиран преход към оптичен хаос (последователност на удвояване на периода) който засяга само времевата динамика на единичен солитон.

В сътрудничество с Университета на Глазгоу, Шотландия и Свободния Университет на Брюксел, Белгия, са продължени експерименталните изследвания на пространствени солитони във ВКСЕЛ-и с 80 мкм апертура.

Тънкослойна и многослойна оптика. Съвместно с Института по астрономия продължи работата по настройката на високоразрешаващия ешелен спектрограф към двуметровия телескоп на НАО Рожен.

Продължи изпълнението на договора по проект “Обновяване на технологичното оборудване и апаратура за иновативни научно-приложни разработки на многослойни оптични структури” по Оперативна програма ”Развитие на конкурентоспособността на българската икономика”. Проведени са обществени поръчки по три обособени позиции. Реализирано е закупуването на две от апаратурите.

Технологично са реализирани различни тънки слоеве чрез термично изпарение във вакуум. Изследвани са спектрофотометричните характеристики на пропускане и отражение на различни образци за нуждите на колеги от Института и на външни потребители.

Физика и археология: Продължава описанието и публикуването на новозабелязани мегалитни обекти в България (кромлех край нос Емине, менхири при селата Българска поляна и Хлабово в Сакар планина).

Започва събиране на информация за християнизацията на мегалитни и скални езически светилища, както и на езически свети образи в България. Преход от изображения на антични божества към образи на християнски светци; почитане на езически образи, реинтерпретирани като образи на християнски светци. Резултатите са оформени като фотоизложба, която през 2014 е показана в Ямбол и Дупница, а предстои през 2015 да се покаже в Пловдив, Свищов, София и др.

Разяснява се нуждата и полезността от луминесцентно датiranje за мегалитни и други антични културни обекти в България.

Популяризира се древното културно наследство в България като възможност за културен туризъм, като се съпоставят българските обекти с подобни обекти в други страни (Гърция, Турция, Армения, Русия, Малта).

Раманова спектроскопия: Направен е обзор на изследванията по протонен обмен в Групата по интегрална оптика в ИФТТ-БАН. Дискутирани са различни модификации на технологията, разработени с цел управление на оптичните параметри

и качеството на вълноводите. Представени са използваните методи за охарактеризиране на получените вълноводи: модова спектроскопия, ИЧ спектроскопия, Раманова спектроскопия, РФЕС, интерферометрия. Разгледана е принципно нова конструкция фазов модулатор (патент) и възможните му приложения (публикация).

Дискутирано е влиянието на физичните теории и открития върху стиловете в живописата, както и обратното въздействие – случаите, при които изкуството стимулира формирането на научните възгледи за действителността. Разглеждането се базира на ключовите концепции за пространство, време и светлина (учителска лектория).

Описано е използването на повърхнинния фотозаряден ефект при различни методи за характеризирани на флуиди: разпознаване на течности, определяне на октановото число, измерване на ниво, качествен контрол на мляко и др. Обсъдени са възможностите и предимствата на датчиците, основаващи се на този ефект.

Направен е обзор за използването на вибрационна спектроскопия (инфрочервена и Раманова) средства за охарактеризиране на получените с протонен обмен вълноводни слоеве. Представеното изследване показва как с помощта на вибрационните спектри може да се направи анализ на фазовия състав на вълноводите и да се даде оценка на тяхното качество и свойства.

Показано е как деконволюцията на инфрочервените спектри (абсорбционни и отражателни) на протонно-обменени вълноводни слоеве в литиев ниобат и литиев танталат се използва за спектрална идентификация на фазите и изследване на фазовия състав, за определяне на дебелината на фазовите подслоеви, оценка на стабилността и проследяване на стареенето на вълноводите.

Извършено е систематизиране и подреждане на количествено историографско изследване за Софийския университет: разгледани са въпросите за разволя на университетското образование в България, представена е нова информация, която разкрива важни страни от историята на Университета, показана е ролята му за изграждането на БАН. Историческите данни са анализирани чрез количествени методи и ЕИМ (монография).

Пресмятане на вибрационната структура на многоатомни молекули: Разработеният от нас в последните години теоретичен апарат за пресмятане на вибрационната структура на многоатомни молекули при много високи енергии на вибрационно възбуждане, е приложен за оптимизиране на потенциалната повърхност на молекулата на тиофозгена Cl_2CS , чрез вариране на силовите константи на полето във вид на разложение до четвъртата степен по координатите на отместване на атомите от равновесните положения, в основно електронно състояние. Получено е много добро съответствие на изчислените вибрационни честоти при използване на оптимизираното поле с експериментално измерените честоти до около 3000 cm^{-1} . Разработен е теоретичния апарат и програмния код и са продължени вибрационните пресмятания върху молекулата на етилена (C_2H_4), имаща 12 вибрационни степени на свобода.

Жироскопи и квантови ефекти: Фундаментален квантов лимит в интерферометър. Експериментална реализация на влакнесто-оптичен жироскоп. Идея за теоретично описание на движението на заредена квантова частица в тороидално магнитно поле. Създаване на квантов модел на плазма при Управляем Термоядрен Синтез.

Влакнеста оптика: Пресметнати са основни характеристики на фотонно-кристално влакно (ФКВ) с два пръстена от дупки с подход, който отчита точната зависимост на показателя на пречупване на влакното от напречните координати, на базата на метода на Галеркин със синусови функции. Теоретично са изведени формули

за пресмятане на ФКВ с дупки с квадратна или правоъгълна форма и на ФКВ с дупки с произволна форма, апроксимирани с правоъгълници, завъртяни на произволни ъгли спрямо глобална координатна система в равнината на напречното сечение на ФКВ.

Ефективният показател на пречупване на основния мод на ФКВ с два пръстена от дупки с кръгла форма е пресметнат с висока точност. В стойността на ефективния показател се запазват 7 знака, когато броят на членовете в развитието се променя с 1, и 8 знака, когато размерите на материалната област се променят в процеса на схождане на решението за ефективния показател. Предложените изрази за аналитично пресмятане на двойните интеграли на елементите на матриците на модовете на ФКВ дават възможност за точно и бързо пресмятане на характеристиките на влакната.

Направен е пълен анализ на процеса на схождане на решението за ефективния показател на основния мод на ФКВ с един пръстен от дупки. Показано е, че понататъшното намаляване на стъпката на изменение на броя на членовете в развитието на решенията и на размерите на материалната област не води до по-голяма точност на полученото решение. Направеният анализ дава възможност за бъдещо съкращаване на времето за пресмятане на точното решение.

Йонна имплантация: Продължи работата по започнатата нова тематика, свързана с изследването на нов материал – диамантено-подобен въглерод – и приложението му за целите на нано-размерен електрически (I) и оптически (II) запис на информация. По първата тема продължи работата по утвърден и стартирал в началото на 2013 г. проект по 7РП, в който направлението ни и Института като цяло е партньор: CareRAMM “Carbon resistive random access memory materials” – “Материали за резистивна памет на базата на въглерод”) по тематичен приоритет NMP.2012.2.2-2 ‘Materials for data storage’, финансиран по схема SP1-Cooperation: Collaborative project (Small or medium scale focused research project). По втората тема, въпреки че не беше утвърден от ФНИ подаденият проект, започнахме изследванията, а опитите за привличане на допълнително финансиране продължават.

Дифракционни решетки. Изследвано е явлението оптичен резонанс при участие на повърхнинен плазмон. Експериментално е демонстрирано ТМ отражение със стойност много близка до теоретично предсказаната при възбуждане на „*long-range plasmon*” от дифракционна решетка от тънък златен филм, свободно плаваща в течност. Отражението е само с няколко процента по-малко от теоретично пресметнатото.

Експериментално са реализирани резонансни решетки от метал-диелектрични структури използващи оптичен резонанс с *long-range plasmon*, които имат голямо отражение и малки оптични загуби. Тези резултати показват възможността за практическо използване на такива решетки, работещи на плазмонен резонанс за оптични сензори и елементи за сигурност за видимата и близката инфрачервена област.

Демонстриран е пълния технологичен цикъл на изготвяне върху Ni-цилиндър на холографски дифракционни решетки с точен брой линии чрез експониране на интерферограма от вълни с цилиндричен вълнов фронт. Получават се дифракционни решетки върху стената на цилиндъра с линии, ориентирани паралелно на неговата ос. Методът е демонстриран с решетка с 2^{15} линии, което при диаметър на цилиндъра от 8 mm дава период от 767 nm. Такива решетки намират приложение за изготвяне на прецизни ротационни датчици и за фокусиране на рентгеново лъчение.

ФИЗИКА НА МЕКАТА МАТЕРИЯ

Изследвани са механичните свойства на липидни мембрани с включени в състава им лизолипиди и/или липиди, съдържащи полиненаситени мастни киселини.

Еластичността на огъване на мембрани, съставени от мононенаситения липид палмитоил-олеил фосфатидилхолин (POPC) и различни молни части от омега-3-съдържащия липид палмитоил докозахексаеноил фосфатидилхолин (PDPC) и/или лизофосфатидилхолин (lyso-PC) е измерена чрез анализ на термичните флукуации на формата на квазисферични еднослойни везикули. Получените експериментални данни убедително доказват намалението на модула на огъване в присъствие на PDPC или lyso-PC в мембраните. Степента на регистрирания ефект е различна при двете вещества, като влиянието на lyso-PC върху еластичността на огъване на бислоя е по-силно в сравнение с намалението на еластичната константа при включване на омега-3 съдържащия липид в мембраната. В резултат на проведените изследвания е направено заключението, че PDPC и lyso-PC оказват влияние върху способността на мембраните да се деформират чрез модулиране на техните еластични свойства. Така получените резултати могат да бъдат от полза при изясняването на механизмите на силно протективната роля на омега-3 мастните киселини върху процесите на стареене на мозъка, което е от значение при изследването на появата и развитието на редица невродегенеративни заболявания.

Амфотерицин Б е антибиотик от групата на полиените с високо противогъбично действие, широк антимикотичен спектър, фунгицидно действие и рядка гъбична резистентност. Използвайки термичните флукуации на формата на квазисферични везикули е изследвано влиянието му върху модула на еластичност на огъване на чиста липидна (SOPC) мембрана и мембрана, съдържаща 40 mol % холестерол. Показано е, че добавянето на 3 mol % Амфотерицин Б намалява модула на еластичност на огъване на липидната мембрана с около 17% и за двата изследвани случая.

Един от най-широко използваните методи за определяне на модула на еластичност на огъване на липидни бислоеве е анализът на термичните флукуации на формата на квазисферични липидни везикули. Теоретичното описание на метода е предложено от Милнер и Сафран. Показано бе, че развитата от тях теория съдържа недоказани хипотези. Предложен бе теоретичен подход, базиран на неравенствата на Боголюбов и на апроксимиращия Хамилтониан, който е в съгласие с принципите на статистическата физика и не съдържа такива хипотези. Оценени бяха и грешките, дължащи се на използваните приближения, както и областта на валидност на развитата теория.

Проведено е изследване на наноструктурирана нематична система от течен кристал 4-п-хептил цианобифенил (7CB), смесен с хидрофилни наночастици от силициев диоксид (Aerosil 300). Приложен е методът на флексо-диелектро-оптичната спектроскопия, състоящ се в регистрация на първа и втора хармонична на модулирана лазерна светлина преминаваща през нематичен слой подложен на въздействието на електрично поле. Резултатите от наноструктурирания слой са сравнени с тези за чист течен кристал 7CB. Получени са и са анализирани оптичните спектри при различни температури в нематична фаза, при чисти и наноструктурирани проби заедно с данни от статични и динамични измервания на прехода на Freedericksz.

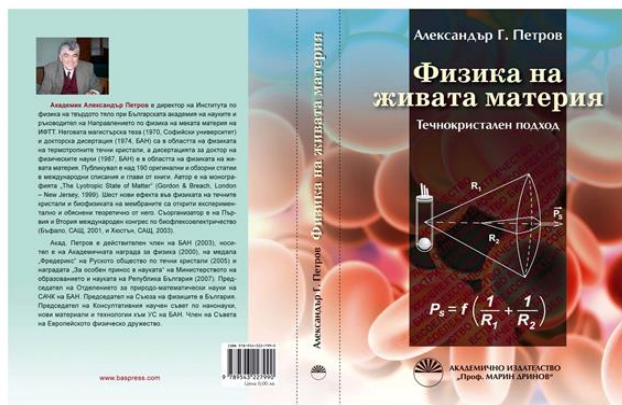
Така получените данни съдържат информация за дезориентацията на течния кристал, предизвикана от наночастиците, както в обема така и в наноразмерната околност на всяка частица от желиращата мрежа образувана от частиците. Резултатите са интерпретирани с помощта на модел състоящ се от две подсистеми, като е направена оценка на размерите на обемните и наноструктурираните домени в системата.

Изследвано е изменението на електрооптичните свойства при стайна температура на нематичния течен кристал pentylcyanobiphenyl (5CB), когато той е

смесен с малко количество (~ 0,5 тегл.%) от златни наночастици (AuNPs) покрити с полимер. Златните частици са със сферични форма, с диаметър от около 12 нм, а размерът им заедно с полимерното покритие е около 25 нм. В резултат от въздействието на външно електрично поле, приложено към нематичен слой от сместта, са получени надлъжни домени, които са ориентирани по началната ориентация на течния кристал. Така получената микропериодична морфология на слоя рефлектира върху електрооптичния отклик на нанокмозита. Ефектът от нанодобавката е анализиран посредством провеждане на оптични, термо-оптични, електрични и електрооптични изследвания.

Изследван е ефектът от въздействието на външно електрично поле върху генерацията на кохерентна оптична втора хармонична (EFISH) в нематичен течен кристал при различни начални ориентации на нематика 5CB. Методът на въртене на пробата показва различно поведение на EFISH, в зависимост от първоначалната ориентация на молекулния директор, както и от ориентацията на директора по отношение на посоката на електричното поле. Най-вероятно, формирането на слоиста структура в течния кристал под въздействие на импулсите с високо напрежение е причината за наблюдаваните колебания в ъгловата зависимост на EFISH. Нелинейната оптична техника EFISH демонстрира силна чувствителност и може да се прилага за оптично, структурно и ориентационно характеризирани нематични системи (включително и на различни микро- и нано-размерни композитни материали).

Изследвано е влиянието на нисин и амфотерицин Б върху електропроводността на плоски липидни мембрани, получени по метода на двойното потапяне чрез микропипетна техника за фиксация на мембранни фрагменти (Patch-clamp техника). При проведените експерименти с двуслойни липидни мембрани, в присъствието на ниски концентрации нисин, са наблюдавани единични йонни канали. В процеса на изследване на антибиотика е установена загуба на активност при рН над 4 и температура под 20°C. Поради силната зависимост на нисина от киселинността и температурата на средата и трудното реализиране на тези условия при система от везикули, се проведе изследване на неспецифични йонни канали в моделни липидни мембрани, получени под въздействието на антибиотика амфотерицин Б. Установено е, че амфотерицинът намалява съпротивлението на липидния двоен слой и образува анион-селективни симетрични пори в мембраните.



Монография на академик Александър Г. Петров „Физика на живата материя: Течнокристален подход”, Академично издателство „Проф. МАРИН ДРИНОВ”

Изследвано е и влиянието на холестерола върху проводимостта на амфотерицинови йонни канали в моделни липидни мембрани. В отсъствието на

холестерол, единичните йонни канали, появяващи се около 60 минути след добавянето на антибиотика, се редуват с относително дълги затваряния. Под действието на холестерол с концентрация 40 молни %, се увеличава вероятността за отваряне на амфотерициновите канали и се повишава проводимостта на липидната мембрана.

ЛАЗЕРНА ФИЗИКА И ФИЗИКА НА АТОМИТЕ, МОЛЕКУЛИТЕ И ПЛАЗМАТА

Измерени са времената на живот на 17 състояния на атома на родий по метода на времевата лазерно-индуцирана флуоресценция (TRLIF), като 13 от тях са измерени за първи път. Измерени са времената на живот на 7 високо лежащи енергетични нива на Ni II по метода на времевата лазерно-индуцирана флуоресценция (TRLIF), като всички са измерени за първи път. Измерени са радиационните времена на живот и на 4 високо лежащи състояния на Ti II. Радиационните времена на живот, както и вероятностите за преход на тези елементи имат приложение в астрофизиката за моделиране на еволюцията на звездите и експлозията на суперновите. Експериментите са свързани с европейски проект “Laser Lab Europe” – “Radiative lifetimes of Ni II, Th I and Rh I excited states”.

Апаратурата за охлаждане на рубидиеви атоми бе пригодена за тестване на метода на композитните импулси за нисколежащите състояния на Rb.

В рамките на двустранното сътрудничество между Лабораторията по атомна спектроскопия при ИФТТ, БАН и Laboratoire Aime Cotton, Orsay, France (проект ДРила 01/4) са изследвани *n*-частични взаимодействия при охладени цезиеви Ридбергови атоми в Laboratoire Aime Cotton, Orsay, France.

Продължава работата по разработването на нови методи за квантов контрол, базирани на композитни импулси, както и върху използването на неермитови Хамилтониани за оптимизиране на някои добре известни техники от атомната физика. Работи се по експериментално тестване на теоретичен метод за създаване на ширококолов поляризационен ротатор.

Теоретично е изучена повърхността в областта на катодния пад на напрежение в абнормален тлеещ разряд. Създаден е кинетичен модел за тази област за водород. Моделът позволява ефективно изчисляване разпределението на електричното поле и функционалното разпределение на H^+ , H_2^+ и H_3^+ йони в катодния пад на разряда, както и разпределението на бързи H атоми в цялата система. H_2 молекули са разглеждани като една студена матрица газ с Максвел-Болцманово разпределение, докато ефективното въздействие на електроните се оценява с помощта на електронната плътност на тока. Моделът е ефективен за спектроскопични приложения и дава възможност за изчисляване на почти всички спектроскопични величини. Създаденият модел добре описва експерименталните данни за разпределение на електричното поле, получено от Щарковото разширение на профила на Балмеровата H_β линия записана при различни позиции в разряда.

Продължени са изследванията върху създаването на миниатюрен аналитичен детектор за определяне на примеси в газове. Осъществена е за пръв път регистрация и идентификация на атомни и молекулни примеси от в основен газ *He* при налягания близки до атмосферните. Резултатите от проведените експерименти потвърждават възможностите метода на Ударна Електронна Спектроскопия (УЕС) за анализ на газови замърсявания при високи налягания. Осъществен е анализ на твърд образец от *Au* чрез регистрация на атоми на златото в основен газ *Ar*. Резултатите от проведените изследвания представляват важен етап от създаването на иновационен портативен газов детектор, намиращ приложение при екологичен мониторинг, откриване на опасни и взривни вещества в системите за безопасност.

Разработен е метод за експериментално определяне на времезависещите

електронната температура и електронната концентрация, основаващ се на измерване на времевата зависимост на електрическите разрядни параметри (напрежение на тръбата и разряден ток) на наносекунден импулсен надлъжен разряд (НИНР), използван за възбуждане на мощни лазери с пари на метали и метални халогениди. Доразвит е теоретичния метод за определяне на радиалното разпределение на електронна температура в НИНР в Ne-CuBr, He-CuBr и He-(Ne)-SrBr₂ газова смеси за плътност на електрическата входна мощност, независеща и зависеща от радиуса на разрядните тръби, чрез аналитично решение на стационарното уравнение на топлопроводността за електроните. За НИНР в Ne-CuBr газова смес е създаден 2D (r, t) числен модел за определяне на времезависещата електронна температура, решавайки нестационарното уравнение на топлопроводността за електроните.

Съвместно с колеги от Изследователския център по нови технологии на Университета в Западна Бохемия в град Пилзен са извършени експерименти по импулсно-лазерно отлагане с наносекунден Nd:YAG лазер на железен сулфид (FeS) върху метални (Al, Cu, Ta) и диелектрични подложки (стъкло). Получените отлагания върху подложките са анализирани със SEM, SEM/EDX и XRD. С оглед на изясняване на процесите, които водят до най-добро отлагане, е изследвана лазерно-индуцираната плазма при лазерно отлагане. Анализирано е светенето на плазмата, чрез оптична емисионна спектроскопия с времево и пространствено разрешение. От получените спектри са определени времето на живот и пространственото разпределение на излъчването на плазмата. Избрани линии на Fe са използвани за пресмятане на основните плазмени параметри: електронна плътност и електронна температура.

Съвместно с колеги от лаборатория “Физика на околната среда” е изследван елементния състав на ортодонтски дъги, чрез метода LIBS. Определени са елементите, участващи в състава на сплавта на дъгите. Резултатите са докладвани на две конференции в страната. Подготвят се експерименти по определяне на разпределението на елементите по дължина на дъгите и сравнение на резултатите с други методи за изследване на елементния състав и неговото разпределение.

Направен е първоначален елементен анализ на избрани образци - тъмни и червени керамични фрагменти, украсени с бяла паста. Две от пробите са от неолитно селище (VI-V хилядолетие пр.Хр.), намиращи се в близост до с. Искрица, а останалите три са от късната бронзова епоха (II хилядолетие пр.Хр.), намерени близо до с. Овчарци. Целта на анализа е да се определят материалите, от които е направено бялото вещество, използвано за инкрустацията и по-специално дали са използвани стрити минерали, глина или животински кости. Предварителните резултати показват значителна разлика в състава на бялата декоративна паста за различните проби. Предполага се, че в някои от случаите за бялата декоративна паста са използвани натрошени кости, а други случаи инкрустациите са на базата на минерали калциев карбонат.

Направен е LIBS анализ на две групи позлатени тракийски артефакти, принадлежащи на Луковитското сребърно съкровище (IV в. пр. н.е.) и сребърното съкровище от Галиче (II-I в. пр. н.е.). Изследван е състава на златното покритие както на повърхността, така и в дълбочина. Направен е и анализ на сребърната сплав, от която са направени предметите. Получените резултати ще бъдат използвани за изучаването и реконструкцията на древните техники за позлатяване.

Изградена е лабораторна сканираща система за прецизно лазерно почистване. Тя се състои от лазерен източник, генериращ на 1064 nm, сканираща глава, система от огледала за отвеждане на лъча до скенера, светоделител, диафрагма и измерител на мощност. С тази система бяха направени експерименти по премахване на различни типове замърсители от хартия.

Чрез LIBS анализ е направена съпоставка на състава на боите и пигментите върху палитрата на Сирак Скитник, собственост на Сливенската художествена галерия и на някои от картините на художника, което позволява да се определи приблизителния период на използването на тази палитра.

Съвместно с колеги от Института за електронни структури и лазери (IESL - FORTH) на Крит, бяха направени експерименти за лазерно почистване на каменни повърхности, замърсени с различни наслагвания. Целта бе да се установи оптимален режим за почистване при различни условия и да се изследва феноменът на пожълтяването, проявяващ се при почистване на мрамор с инфрачервена дължина на вълната. Използван беше разработеният в групата Nd:YAG лазер, генериращ едновременно две дължини на вълната – 1064nm и 355nm, при различни съотношения между двете енергии. Бяха направени предварителни изследвания на проби от стенописи от Казанлъшката и Александровската гробници чрез лазерно-индуцирана плазмена спектроскопия.

Музей “История на физическите науки в България” при ИФТТ

Кабинетът на Георги Наджаков в Института по физика на твърдото тяло при Българската академия на науките е обявен за историческо място за Европейското физическо дружество на 23 май 2014 година. Церемонията по откриването на мемориалната плоча беше ръководена от вицепрезидента на Европейското физическо дружество проф. Луиза Чифарели и директора на ИФТТ акад. Александър Г. Петров.



Част от научните резултати отпечатани в статии и книги през периода 1889–1945 година показват ранните експериментални изследвания по физика на кондензираната материя на българските физици. Други научни резултати намираме в документи и спомени. Нов исторически класификационен метод е предложен за сравняване на научните резултати от различни области на физиката.

През 2014 година **научният семинар на ИФТТ** проведе 10 заседания. Лекции изнесоха гостите на Института: Prof. David Wright (UK), Prof. Pierre Pillet (CNRS), Dr. Jan van Dijk (Eindhoven) и др., както и представители на фирмите Bruker Optics и Oxford Instruments. Според изискванията на ЗРАС **академични си лекции** изнесоха и новоизбраните за доценти колеги Юлия Генова и Петър Захариев.

Най-престижното събитие за ИФТТ през 2014 г. бе откриването на мемориален плакет удостояващ кабинета на академик Георги Наджаков за **исторически обект на Европейското физическо дружество**.

През **2014 г.** учени работещи в ИФТТ бяха отличени за своите научни постижения със следните награди:

- **Награда на МОН - грамота за съществен принос по програма „Капацитети“ на 7РП - Проект ИНЕРА с координатор акад. Александър Петров**
- **Специална грамота на ръководството на БАН за проекти на стойност над 1 млн. лева – Проект ИНЕРА с координатор акад. Александър Петров**
- **Награда „Питагор“ за 2014 г. на МОН - Специална награда за учен със съществени интердисциплинарни постижения - Пламен Иванов**
- **Грамота от ръководството по повод 145-годишнина на БАН на колеги навършили кръгли годишнини – Марин Господинов, Мария Калицова, Малина Баева**
- **Почетен знак на ИФТТ – на лента: Луиза Чифарели (президент на ЕФД), Росица Якимова (Линкьопинг - Швеция)**
- **Грамота за най-добър постер на 18 ISCMP – М. Петров и съавтори, Т. Цветкова и съавтори, Т. Хиков и съавтори**
- **Награда за най-добра работа на 36th International Semiconductor Conference CAS, Синая – И. Бинева и съавтори**

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНАТА ДЕЙНОСТ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО ПРЕЗ 2014 Г.

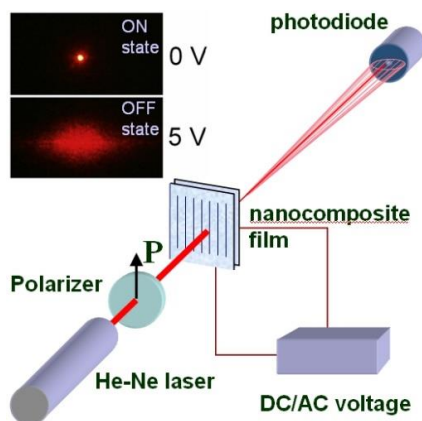
2.1. Най-важно и ярко научно постижение

Чрез измерване времевата зависимост на електрическите разрядни параметри експериментално са определени времезависещите електронна температура и електронна концентрация в разрядния период на наносекунден импулсен надлъжен разряд, използван за възбуждане на мощни лазери с пари на метали и метални халогениди, такива като $\text{Cu}^+ \text{Ne}-(\text{H}_2)\text{-CuBr}$, He-Hg^+ и He-Sr^+ лазери. За решаване на нестационарното уравнение на топлопроводността за електроните е създаден 2D (r, t) числен модел, с който е определена електронната температура в наносекунден импулсен надлъжен разряд в различни газови смеси, като е предложен нов израз за коефициента на топлопроводност на електронния газ. (Колектив с ръководител: доц. д-р Красимир Темелков)



2.2. Най-важно и ярко научно-приложно постижение

Получен е принципно нов електро-оптичен ефект в тънки филми от нематичен течен кристал, наноструктуриран със сферични наночастици от злато, покрити с полимер. За интензитета на лазерно лъчение, преминаващо през такива нанокомпозитни филми под постоянно напрежение (около 5 V), е постигнат ефективен електро-оптичен контрол с екстремално голям динамичен диапазон, а също и бързо превключване между две стабилни състояния при въздействие с променливо електрично поле, комбинирано с постоянно. Ефектът и изследваните нанокомпозити могат да намерят приложение за контрол и стабилизиране на процеси, регистриране на слаби динамични полета, за поляризационно-чувствителни бързи детектори на светлина, атенюатори, светлинни ключове, модулатори на светлина с голям контраст и други фотонни устройства. (Колектив с ръководител: доц. д-р Георги Хаджихристов)



3. ХУДОЖЕСТВЕНОТВОРЧЕСКА ДЕЙНОСТ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО ПРЕЗ 2014 Г.

3.1. Списък на организирани международни изложби: - няма

3.2. Списък на организирани национални изложби:
Организирана от доц. д-р М. Кънева изложба „Точка на замръзване” (по случай Международната година на кристалографията)

3.3. Списък на художественотворчески продукти:
Стихосбирка „Стъпки 7” (поезия от български учени)

4. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО ПРЕЗ 2014 Г.

Въпреки крайно недостатъчното финансиране на Международното сътрудничество Институтът по физика на твърдото тяло продължи да развива и през 2014 г. сътрудничества на ниво Академия и двустранните сътрудничества между ИФТТ и университети, лаборатории и организации от цял свят.

От изключително важно значение за дейността на Института е участието в 7РП, включващо работата по договора ИНЕРА „Повишаване на капацитета на ИФТТ - БАН в областта на многофункционалните наноструктури” (INERA – „Research and Innovation Capacity Strengthening of ISSP-BAS in Multifunctional Nanostructures” по Европейски конкурс REGPOT-2012-2013-1, който стартира на 15.10.2013 г. и е с продължителност 42 месеца. Общият бюджет на проекта е 4 541 368 евро. Целта на проекта е да се създадат условия за повишаване и консолидиране на натрупаните знания и опит в Института по физика на твърдото тяло, както и в други институти на БАН и във Физическия факултет на СУ ”Св. Кл. Охридски” в областта на мултифункционалните структури и прибори.

При посещенията си в чужбина учените от ИФТТ можеха да се запознаят с най-новите постижения в областта на физиката на кондензираната материя, да представят и обсъдят с чуждестранните си колеги свои резултати и постижения и да проведат съвместни експерименти на съвременна скъпоструваща научна апаратура липсваща в България.

През 2014 година ИФТТ може да отчете значителна научна продукция. В голяма степен тя е резултат именно на богатите международни контакти на сътрудниците на Института. За нейната реализация голяма роля изиграха сътрудничествата на Института с няколко международни центъра, които все още са поддържани от БАН (ОИЯИ -- Дубна, Русия, НИЦ – Росендорф, Германия и Международната лаборатория за силни магнитни полета и ниски температури във Вроцлав, Полша). Тези връзки доведоха до продължаване на работата по 36 международни договора и допринесоха за поддържането на високото ниво на научно-експерименталната дейност, с която Институтът е известен.

95 публикации от общо 181 излезли от печат публикации през 2014 г. са в съавторство с чуждестранни учени.

През 2014 година продължиха усилията на ръководството на ИФТТ за търсене на нови форми за международно финансиране на дейността на учените от ИФТТ. Продължават усилията и на ръководителите на млади учени - студенти, докторанти от ИФТТ за търсене на възможности за тяхното финансиране по различни други програми и договори. Има 2 осъществени командировки, финансирани от програмата „Еразъм“.

4.1. В рамките на договори и спогодби на ниво Академия

През 2014 г. в ИФТТ беше работено общо по 23 проекта в рамките на традиционното вече междуакадемично сътрудничество между БАН и съответните научни организации в: Русия (5), Румъния (5), Полша (3), Сърбия (3), Белгия (2), Словения (1), Чехия (1), Словакия (1), Франция (1), Латвия (1). Те се изпълняват въпреки финансовите трудности и отчетите им са разгледани и приети от Научния съвет на ИФТТ.

От особено значение за нивото на научните изследвания в ИФТТ са работите, провеждани в ОИЯИ-Дубна (1 договор) и Международната лаборатория за силни

магнитни полета и ниски температури във Вроцлав, Полша. Тези институции останаха малкото места, където наши учени могат да посещават и да провеждат изследвания на високо ниво в рамките на договори и спогодби на ниво Академия.

По проекта „Изследване на взаимодействието на MeV електронно облъчване със силициевите нанообразувания в силициев диоксид“, финансиран в рамките на програмата за приоритетно финансиране на научното сътрудничество на Р. България и ЛЯР, ОИЯИ - Русия, Дубна, с ръководител проф. дфн Соня Касчиева в направление „Нанозистема“ са получени LCR-8101G Meter и PSW 160-7.2 програмируем източник на напрежение на обща стойност 10 900 USD.

4.2. В рамките на договори и спогодби на институтско ниво

ИФТТ има преки двустранни сътрудничества с чуждестранни Институти и лаборатории от много страни (главно от Европа). 3 от тези двустранни договори са финансирани от ФНИ и МОН: договор по програмата РИЛА - българо-френско сътрудничество с ръководител доц. Е. Димова, договор с Индия (рък.: доц. Й. Маринов) и договор с Германия (рък.: проф. Недко Иванов, 15 000 лв.), а други 3 – от БАН: договор с Италия (рък.: доц. Е. Назърва, 3 911 лв.) и 2 договора с Македония (рък.: доц. А. Паскалева, 3150 лв.; рък.: доц. И. Бинева, 5000 лв.).

Продължена бе работата по 5 договора, финансирани от ЕС и други международни организации и програми. Те включват 3 договора по 7РП: споменатия по-горе проект INERA (р-л акад. А. Петров), договор 312804 „Device For Large Scale Fog Decontamination“ COUNTERFOG по програма „Security“ (р-л доц. О. Иванов, 341517 лв.) и договор 309980 “Carbon resistive random access memory materials” CareRAMM (р-л доц. Т. Цветкова). Учени от ИФТТ работят по договор “Vortex dynamics in Ag-doped chalcogenides probed by third harmonics AC magnetic susceptibility analysis” (Euratom, р-л доц. Е. Назърва, 8 815 лв.) и в Европейска мрежа за развитие на технологии на базата на електропорация (Cost, р-л акад. А. Г. Петров, 1 едномесечна командировка в Германия).

През 2014 г. продължиха традиционните за ИФТТ усилия за обединяване на академичната и университетска наука и признаването ни за обучаваща организация в международен план. В Лабораторията лазери с метални пари е проведен десетдневен курс за обучение на четирима сътрудници от Томския държавен университет, Русия. В Лабораторията „Течни кристали“ бе проведен едномесечен курс на обучение на студент, изготвящ дипломната си работа в ИФХЭХ към РАН, Москва, Русия.

През 2014 година сътрудници на Института са участвали в 53 конференции и школи в чужбина, където са представили своите постижения в над 115 доклада и постера. Финансирането на участието, обаче, става все по-голям проблем и тази важна за функционирането на науката дейност се затруднява.

74 учени от ИФТТ са били в командировка в чужбина за работа по 36-те международни договора изпълнявани през отчетната 2014 г., а 10 за участие в конференции. Броят на дългосрочно пребиваващите учени от ИФТТ с разрешен отпуск е 12, а на специализациите 5. Институтът е бил посетен от 48 чуждестранни учени от 15 страни.

4.3. Най-значими международно финансирани проекти на ИФТТ

Най-значимите международно финансирани проекти, по които е работил Институтът през 2014 г. са:

4.3.1. INERA – „Research and Innovation Capacity Strengthening of ISSP-BAS in

Multifunctional Nanostructures”, координатор: акад. А.Г. Петров

4.3.2. „Device For Large Scale Fog Decontamination“ COUNTERFOG 7ПП, ръководител: доц. д-р О. Иванов, 354 659 лв.

4.3.3. “Нискоразмерни Хайзенбергови спиновни системи с тричастични обменни взаимодействия”, Германия, ръководител: проф. д-р Недко Иванов, 15 000 лв.

4.4. Международни прояви организирани от ИФТТ

4.4.1. 18 международна школа по физика на кондензираната материя (18ISCMP)

От 1.09.2014 г. до 6.09.2014 г. в Международния дом на учените “Жолио-Кюри” край Варна се проведе 18ISCMP под заглавие “Предизвикателства на наноразмерната наука: теория, материали, приложения” с председател акад. А.Г. Петров и научен секретар доц. М. Приматарова. Общият брой участници в школата беше 110 от 16 страни, като от България – 69. Бяха изнесени общо 32 лекции, 6 от които от български лектори – 3 от ИФТТ и по 1 от ИФХ-БАН, ПУ и СУ. В три постерни сесии бяха представени 71 постерни доклада. Материалите (63 статии) са публикувани в списанието на английското издателство IoP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, том 558 с гост-редактори Д. Димова-Малиновска, Ю. Генова, Д. Нешева, А.Г. Петров и М.Т. Приматарова.

4.4.2. Научна сесия по Тънки оксидни слоеве на преходни метали – функционални слоеве в „умни прозорци” и устройства за разлагане на вода: Технология и оптоелектронни свойства (Workshop on Transition Metal Oxide Thin Films -Functional Layers in „Smart Windows” and Water Splitting Devices: Technology and Optoelectronic Properties)

Организирана в рамките на проекта ИНЕРА от 4-ти до 6-ти септември във Варна като паралелна сесия на 18-ти ISCMP. В сесията участваха 42-ма души. За лектори бяха поканени 4-има изтъкнати учени от партньорските страни (Lars Österlund и Gunnar Niklasson от Швеция, Frank Hamelmann от Германия, Ion Mihailescu от Румъния), един учен от Унгария (Imre Szilagy) и 5-има българските учени (К. Гешева и Г. Попкиров от ЦЛСЕНЕИ-БАН; А. Секереш и Е. Йорданова от ИФТТ-БАН и М. Александрова от ТУ-София). На постерната сесия бяха представени 27 доклада от млади учени и докторанти както от партньорските страни така и от български академични институти и университети. Материалите са публикувани в списание J. Phys.Conf. Series, volume 558, 2014.

4.4.3. 4-ти Балкански симпозиум по археометрия

От 27 до 30 септември 2014 г. в Несебър се проведе Четвъртият Балкански симпозиум по археометрия (BSA-2014). Организатори на форума са ИФТТ и Националният археологически институт с музей (НАИМ), а съорганизатори са Софийският университет “Св. Климент Охридски”, Музей “Старинен Несебър” и Регионалният академичен център на БАН в Бургас.

Балканският симпозиум по археометрия е традиционна среща на специалисти работещи в областта на изучаване и опазване на паметниците на културното наследство. В симпозиума участваха 87 специалисти от 18 страни, предимно от Балканите, от Великобритания, Германия, Италия, Русия, Китай, Норвегия, Чехия, Словакия, Египет. Програмата включваше 10 пленарни доклада от поканени лектори, 24 доклада и 36 постерни презентации. Докладите ще бъдат публикувани в специален сборник, който ще се отпечата от издателството на СУ „Св. Климент Охридски“.

5. УЧАСТИЕ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ ПРЕЗ 2014 Г.

Учени от Института по физика на твърдото тяло четат лекции и водят упражнения по основни курсове, като обща физика, физика на течните кристали, аналитична химия в Пловдивския университет, УАСГ, ХТМУ и др. Сътрудници от ИФТТ четат лекции по нови, модерни области като физика на меката материя, биоелектроника, свръхпроводимост, магнетизъм, екофизика и др. Учени от Института изнасят лекции по теоретична физика, физика на твърдото тяло, математични методи, биофизика в редица университети в чужбина (Словения, Испания, Германия, Белгия).

ИФТТ участва в Проект “Студентски практики”, финансиран по ОП “Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд. През 2014 г. в ИФТТ са обучавани 25 студенти. Успешно са защитени 2 бакалавърски и 6 магистърски дипломни работи към СУ. В лаборатория „Течни кристали“ е обучаван един дипломант-магистър от Русия (4 седмици).

ИФТТ е акредитиран за обучение в образователната и научна степен “доктор” по специалности от професионалните направления 4.1. “Физически науки” и 4.3. “Биологически науки”. През 2014 г. ИФТТ получи акредитация за 6 години по програмите: „Физика на кондензираната материя“ и „Лазерна физика, физика на атомите, молекулите и физика на вълновите процеси“. Предстои подновяване на акредитацията по програмата „Биофизика“.

През 2014 г. в Института са се обучавали 8 редовни и 1 задочни докторанти и 4 на самостоятелна подготовка. Зачислени са 5 нови докторанти. Успешно са защитили 7 докторанти: Карекин Есмерян, Георги Янков, Елка Караколева, Харитюн Наракидян, Емил Манолов, Цветан Иванов и Петя Папазова.

А Стоянова-Иванова е научен ръководител на докторант към Медицинския университет-София, успешно защитил през 2014 г. и научен консултант на докторант от Института по електрохимични и енергийни системи –БАН.

В Направление „Лазерна физика и физика на атомите, молекулите и плазмата“ е проведен десетдневен курс за обучение на четирима сътрудници от Томския държавен университет, Русия. На едномесечен образователен курс е бил д-р Томаш Кренек от Изследователския център по нови технологии в Пилзен. О. Съботинов провежда курс за обучение на лекари за работа с лазерни системи.

На 12.12.–14.12.2014 г. в творческия дом на БАН „Златни мостове“ – Витоша се проведе XVII-ят Зимен семинар „Интердисциплинарна физика“ на докторантите и младите учени от институтите на комплекс 2 на БАН с председател А. Донков и секретар В. Стефлекова. В семинара участваха 26 души – лектори, докторанти, студенти и млади учени от институтите на БАН – ИФТТ, ИЯИЯЕ, НИМХ, ИБФБМИ, ИА, както и от физическият факултет на СУ „Св. Климент Охридски“. Бяха изнесени 9 лекции от поканени лектори и 12 доклада от докторанти. Отпечатана е книжка с програмата и абстрактите на лекциите и докладите.

В рамките на проекта ИНЕРА се проведе Обучителен семинар „Слоеви от метални оксиди: Технология и приложения“ на 8-ми и 9-ти септември в София. Програмата включваше две сутрешни сесии всяка по две лекции, последвани от посещение в лабораториите на ИФТТ и ЦЛСЕНЕИ на БАН. На семинара присъстваха част от чуждестранни младите участници в завършилата Научна сесия (4-6 септември) във Варна, както и докторанти и млади учени от ИФТТ-БАН и ТУ-София и СУ-София.

6. ИНОВАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО И АНАЛИЗ НА НЕЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ ПРЕЗ 2014 Г.

6.1 Осъществяване на съвместна иновационна дейност с външни организации и партньори

На 29 септември 2014 г. в град Несебър се проведе семинар за трансфер на технологии по проекта ИНЕРА, Работен пакет 4, на тема „**Аналитични методи за опазване на културното наследство**“. Семинарът беше организиран като паралелно събитие на Четвъртия Балкански симпозиум по археометрия (29-30 септ.) и имаше за цел да запознае участниците в симпозиума с различните иновативни методи, развивани в ИФТТ, както и възможностите за приложението им за опазване на паметниците на културното наследство. Бяха представени най-новите методи и техники за диагностика и анализ като лазерно индуцирана спектроскопия, колориметрия, виброметрия, рентгенография, 3-D сканиране и др. В музея “Старинен Несебър” и църквата „Св. Стефан“ в стария град бяха направени демонстрации с портативни апаратури, които показаха ефикасността на предлаганите методи. Получените резултати от проведените изследвания бяха предоставени на музея в града.

От 23 до 24 октомври 2014 г. в Старосел се проведе семинар „**Интелектуални права**“, организиран в рамките на проект ИНЕРА, като част от дейността по Работен пакет 4. Семинарът е ориентиран към развитие на капацитета на научния екип, като е фокусиран върху интересите и нуждите на целевата група от научни работници за практическо обучение в областта на интелектуалните права. При откриване на форума, участниците бяха поздравени от г-н Георги Шиваров, заместник председател на Българска стопанска камара (БСК).

Семинарът включваше два панела: лекционен и дискуссионен. В лекционния панел участваха г-н Марко Джиорджини, специалист по иновации и трансфер на технологии в Главна дирекция „Съвместен изследователски център“ към Европейската комисия, г-жа Кристина Койчева, мениджър „Интелектуална собственост“ в ИФТТ и г-жа Цанка Петкова, експерт в Патентното бюро на България. Техните презентации бяха свързани с: някои от подходите за валоризация на научните изследвания и продукти; използването на интелектуалните права за създаване на отделна специализирана компания на основата на разработена нова технология; формите за закрила на интелектуалната собственост и процедурите по тяхното придобиване у нас и в чужбина.

В дискуссионния панел „Наука-бизнес-инновации, защита на интелектуалната собственост“ участваха на представителите на БСК г-н Сашо Дончев, председател на Управителния съвет на БСК и изпълнителен директор на „Овергаз Инк.“ АД, носител на наградата „ИН-5” за принос в развитието на българската икономика и г-н Венцислав Славков, член на УС на БСК и управител на „Спесима“ ООД. Г-н Дончев отговори на въпросите на участниците и се ангажира да предостави на учените от БАН възможността да използват информационния ресурс на БСК, за да може техният научен потенциал и иновационни резултати да станат достояние на заинтересованите индустриалци. Г-н Славков даде примери за добри практики по използване на патенти, полезни модели, търговски марки и дизайн в малките и средни предприятия.

На 27 ноември 2014 г. в хотел „Интер Експо”, София, отново в рамките на дейността на РП4 „Повишаване на иновационния капацитет“ бе организирана среща на тема „**Нанофотоника: нова оптична апаратура в ИФТТ-БАН**“ с представители на водещи фирми в областта на оптичната индустрия в България. Тя имаше за цел да

се представи уникалното оборудване, придобито в Института по физика на твърдото тяло при Българска академия на науките през 2014 г. по Европейски програми, и дейността на научните екипи, които работят с него.

На срещата присъстваха Страшимир Овчаров, ръководител на отдел „Технологии и инженеринг“ и други представители от фирмата „ОПТИКС“ АД, Панагюрище, д-р Никола Димитров, директор на „СЕО Оптеко и партньори“ ООД, София, а също и Венцеслав Станчев, заместник-директор на Единния център за иновации на БАН.

Директорът на Института по физика на твърдото тяло академик А. Г. Петров запозна присъстващите с целите и задачите на Европейския проект ИНЕРА и с провежданите изследвания в ръководения от него Институт.

Учени от ИФТТ представиха пред гостите възможностите на закупения спектрален елипсомер Woollam M2000 и договорената за доставка фемтосекундна лазерна система със средства по проекта ИНЕРА и с принципите на действие и приложение на доставените по оперативна програма „Развитие на конкурентоспособността на българската икономика“ спектрофотометри Perkin Elmer-Lambda 1050 и Vertex 70.

Срещата приключи с обсъждане на възможностите за работа по съвместни проекти по проблеми, представляващи интерес както за представителите на индустрията, така и за учените.

6.2 Извършен трансфер на технологии

Голяма част от дейността на ИФТТ има пряка практическа насоченост. През 2014 г. има подаден 1 патент „Желязо-базиран свръхпроводим материал“. 4 патента са в процедура и 10 се поддържат.

Гл.ас. Огнян Съботинов участва в международна научна мрежа съвместно с южнокорейската фирма Bison Medical Co за разработване на урологичен лазер за изпарение на простата.

7. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО ПРЕЗ 2014 Г.

7.1. Осъществяване на съвместна стопанска дейност с външни организации /продукция, услуги и др., които не представляват научна дейност на звеното/

- Приходи от поръчки към апаратурата за елементарен анализ – **1050 лв.**
- Приходи от продажба на течен азот на външни потребители, реализирани от дейността на Лаборатория НТФ за 2014 г. – **3248 лв.**
- Приходи от експертна дейност на Центъра за изследване на физични свойства на материали, повърхности и структури: - **11156 лв.**
- Приходи от Музея “История на физическите науки в България” при ИФТТ – **70 лв.**

7.2. Отдаване под наем на помещения и материална база

Продължи отдаването под наем на помещения и терени на фирми, както следва:

1. "АНЕД - С" ЕТ (до 01.05.2014 г.)
2. "Акс Каффа" ЕООД
3. "АПЛАЙ" ЕООД
4. "АРМЕКС - Ко" ООД (от 01.11.2014 г.)
5. "БУЛРЕНТАЛ" ЕООД
6. "БУЛПОД" –
7. "ГИТАВА" ООД
8. "ДЕКОРПЛАСТ" ООД
9. Деян Пламенов (от 01.09.2014 г.)
10. "ДИНО АРТ" ЕТ
11. "ДЖИ БИ ЕЛЕКТРИК" ООД
12. "ИВЕМ" ЕТ
13. ЕТ "Илиян Антонов – 777"
14. "ЛЕД КОРЕКТ"
15. "Ма-Койн - Й" ЕООД (до 01.09.2014 г.)
16. "Михаил Янков" ЕТ
17. Никола Байнов
18. "НИК ТРЕЙД 12" ЕООД
19. Преслав Валентинов Панчев
20. "ПУЛСЛАЙТ" ООД
21. "ПиСихаос" ЕООД
22. Радослав Сашев Иванов
23. "СУПЕРСНАК КЕТЪРИНГ ММ" ЕООД
24. "СКАЙ ПРИНТ" ООД
25. Стоян Нешев
26. "ЧЕНТИ СПОРТ" ООД
27. "ХОУМ МЕНИДЖЪР" ООД (до 01.10.2014 г.)

Общо през годината са получени от наеми 162 534.00 лв.

2 032 лв. – републикански бюджет
2 031 лв. - резерв
27 089 лв. - ДДС
65 691 лв - ЦУ - БАН
65 691 лв. - ИФТТ

162 534 лв.

В бъдеще възможностите за отдаване под наем са свързани с оптимизация на помещенията, както и с терени за рекламни табла.

7.3. Друга стопанска дейност няма

8. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО ЗА 2014 Г.

Институтът се финансира от бюджета и със собствени средства. Приходите са **3 788 646** лв., в т.ч. бюджетната субсидия е **1 902 938** лв. собствени средства **209 866**лв. **354 659** дог.7РП Counterfog трансфери БАН ЦУ **303 575**лв. трансфери МОН-съфинансиране **575 806**лв. МОН други трансфери-**121390** МИЕ-**320 390**лв.

Разходите са **5 107 675** лв. както следва:

| | | | |
|----|---|---|----------------------|
| 01 | Заплати, осиг. вноски, обезщетения КТ | - | 1 784 821 лв. |
| 02 | Други възнаграждения | - | 780 564 лв. |
| 10 | Издръжка /НИР охрана, командировки, раб. облекло, м-ли, външни у-ги, тек. ремонти, вода, парно, телефони, ел. е-я/ | - | 634 571 лв. |
| 40 | Стипендии | - | 43 050 лв. |
| 51 | Основен ремонт | - | 158 047 лв. |
| 52 | Придобиване на ДМА | - | 1 706 622 лв. |

Списъчният състав на Института от **183** щатни бройки и осем редовни докторанти към **31** декември **2014**г.

Договорите за отдаване под наем са тристранни - наемател, ИФТТ и БАН. От тях се превеждат дължимите данъци и остатъкът се разпределя между БАН и ИФТТ по **65 691** лв.

Транспортните средства са 3 на брой.

Дълготрайните активи са закупени със средства по договори.

9. СЪСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМИ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТЪВРДОТО ТЯЛО В ИЗДАТЕЛСКАТА И ИНФОРМАЦИОННАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2014 Г.

През 2014 г., за пореден път ИФТТ издаде във вид на книжка годишния отчет на Института на английски език (Annual Research Report 2013), което е много полезно при запознаване на чужди институции и колеги с дейността на Института.

През изминалата 2014 година продължи осъвременяването на локалната мрежа: Изграждане на кабелни трасета и отстраняване на повреди по вече съществуващи такива. Във връзка с назначаването на нови сътрудници на института, както и с ремонтването на редица помещения свързани с проекта ИНЕРА се наложи осъвременяване и изграждане на нова инфраструктура за тях.

WEB сайтът на института бе преместен на по-нов сървър, а впоследствие в края на годината бе разработен нов сайт за института, който замени стария. Предстои неговата допълване и актуализация през предстоящата 2015 г. Също така е подготвена и възможността всяка група да подготвя и поддържа самостоятелно своя страница.

Както до сега и занапред осигурените мрежови услуги са: електронна поща с ефективни анти-вирусна и анти-спам защита, уеб сървър, споделено дисково пространство, прокси-сървър и връзка с Интернет. Поддържа се необходимата инфраструктура (DHCP сървър, DNS сървър). Осигурена е постоянна наличност на мрежови консумативи – кабел, конектори и др.

Редовно се изпращат материали, отразяващи важни събития от живота на Института по физика на твърдото тяло в Група „Протокол и връзки с обществеността“ на Българска академия на науките. Те могат да бъдат видени на сайта на БАН в рубриката Академични новини. Част от тях са препечатани в Информационния бюлетин на БАН, който се издава от 2013 г.

Особен интерес предизвика откриването на кабинета на академик Георги Наджаков като историческо място от Проф. Луиза Чифарели, за което изпратената от нас информация бе качена на сайта на Европейското физическо дружество.

Голяма част от научната дейност на ИФТТ предизвика медиен интерес и тя бе отразена в 29 материала: 1 участие на акад. А. Г. Петров в дискусия за „Сътворението и големият взрив“ на БНТ; 1 репортаж на тема „Проекта графен – нанотехнологии“ на TV+ с участието на проф. Марин Господинов и доц. Петър Рафаилов; 1 интервю с акад. А.Г. Петров по радио Варна; 5 статии във в-к „Аз-буки“, 2 статии във в-к „Дума“ и 1 статия във в-к „България сега“. Останалите са съобщения в новинарските емисии на електронните медии.

**10. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА
ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО
ПРЕЗ 2013 г.**

10.1. Списъчен състав на Научния съвет на ИФТТ

| № | звание | степен | Име, презиме, фамилия | |
|-----|--------|--------|---------------------------------|-----------|
| 1. | Акад. | дфн | Александър Георгиев ПЕТРОВ | ИФТТ |
| 2. | Акад. | дфн | Никола Василев СЪБОТИНОВ | ИФТТ |
| 3. | Проф. | дфн | Кирил Борисов БЛАГОЕВ | ИФТТ |
| 4. | Проф. | дфн | Николай Стойчев ТОНЧЕВ | ИФТТ |
| 5. | Проф. | дфн | Минко Първанов ПЕТРОВ | ИФТТ |
| 6. | Проф. | дфн | Светослав Рашев СЛАВОВ | ИФТТ |
| 7. | Проф. | дфн | Марин Мирчев ГОСПОДИНОВ | ИФТТ |
| 8. | Проф. | дфн | Изак Маир БИВАС | ИФТТ |
| 9. | Проф. | дфн | Хассан ШАМАТИ | ИФТТ |
| 10. | Проф. | дфн | Дианка Димитрова НЕШЕВА-СЛАВОВА | ИФТТ |
| 11. | Доц. | д-р | Марина Годорова ПРИМАТАРОВА. | ИФТТ |
| 12. | Доц. | д-р | Маргарита Георгиева ГРОЗЕВА | ИФТТ |
| 13. | Доц. | д-р | Теодор Иванов МИЛЕНОВ | ИЕ |
| 14. | Доц. | д-р | Виктория Виткова ВИТКОВА | ИФТТ |
| 15. | Доц. | д-р | Огнян Динев ИВАНОВ | ИФТТ |
| 16. | Доц. | д-р | Петър Методиев РАФАИЛОВ | ИФТТ |
| 17. | Доц. | д-р | Емил Стефанов ВЛАХОВ | ИФТТ |
| 18. | Доц. | д-р | Албена Паскалева ДОНЧЕВА | ИФТТ |
| 19. | Доц. | д-р | Екатерина Иванова РАДЕВА | ИФТТ |
| 20. | Доц. | д-р | Анна Мария СЕКЕРЕШ | ИФТТ |
| 21. | Доц. | д-р | Валентин Иванов МИХАЙЛОВ | ИФТТ |
| 22. | Доц. | д-р | Емилия Стоянова ДИМОВА | ИФТТ |
| 23. | Доц. | д-р | Димо Николов АСТАДЖОВ | ИФТТ |
| 24. | Доц. | д-р | Красимир Ангелов ТЕМЕЛКОВ | ИФТТ |
| 25. | Проф. | д-р | Димитър Атанасов ДИМИТРОВ | ВСУ-София |

10.2. Дата на избиране на Съвета и сведения за промени в състава му след избора

Научният Съвет на ИФТТ е избран след тайно гласуване на 08.02.2012 г. и 14.02.2012 г. от Общото събрание на учените на ИФТТ.