

ГОДИШЕН ОТЧЕТ

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

**ПРИ
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ**

2019 ГОДИНА

СОФИЯ

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

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

Научната тематиката на ИФТТ е оформена с цел развитието на фундаментални и приложни изследвания в областта на микро- електрониката, акустоелектрониката, физиката на ниските температури, оптиката и спектроскопията. През годините тематиката на ИФТТ се разраства, за да обхваща широк кръг научни, научно-приложни и приложни изследвания на границите на няколко области от теорията и практиката. Основните научни и научно-приложни постижения на института са в областта на квантовата теория на твърдото тяло, теорията на фазовите преходи, свръхпроводимостта и свръхпроводимите материали, физиката на ниските температури, нанофизиката, микроелектрониката и микроакустиката, физиката на течните кристали, физиката на живата материя, изследването на структурата и свойствата на кристални и аморфни материали, физиката на атома и плазмата, нелинейната, интегралната и влакнестата оптика, физиката на лазери с метални пари.

В института се обучават и се подготвят висококвалифицирани 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.

Основните научни направления, които се развиват в ИФТТ-БАН са:

- Израстване и изследване на кристали с оптически, рентгеноструктурни, електронно-микроскопски и други методи; многофункционални магнитни системи и свръхпроводници.
- Физика и технология на тънки и наноразмерни неорганични диелектрични и полупроводникови слоеве, въглеродни наноструктури, биоматериали и наноструктурирани течни кристали; приложения в наноелектрониката, опто и акустоелектрониката, сензорни устройства.
- Изследване и моделиране на физико-химически процеси в кондензирани среди, фази и фазови преходи, структурни, електронни, механични и магнитни свойства, динамика на нелинейни системи.
- Фотоника, оптика и спектроскопия на нелинейни и анизотропни среди.
- Лазери, атоми и плазма, приложения на лазери (нанотехнологии, лазерни технологии, археометрия, медицина, екология).

Тези области се вписват изцяло в приоритетите на Националната стратегия за развитие на научните изследвания 2020 и тези на ЕС: нанотехнологии и нови материали, информационни и комуникационни технологии, околна среда, опазване на културното наследство и качество на живот.

1.2. Изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания 2020. Извършени дейности и постигнати резултати по конкретните приоритети

ИФТТ е участник в проект BG05M2OP001-1.001-0008, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове. Целта на проекта е изграждането на нов тип национален Център за върхови постижения по мехатроника и чисти технологии, който да мобилизира научно-изследователския потенциал така че да се постигне качествено ново ниво на познанието в няколко взаимно

припокриващи се икономически сегмента: механика, роботика, енергийна ефективност, устойчиво използване на суровини и ресурси, редуциране на парникови емисии.

Координатор на проекта е Институтът по обща и неорганична химия към БАН.

Центърът е съставен на принципа на допълване и обединява водещи научни групи от институти на БАН (общо 12) и висши училища СУ „Св. Климент Охридски”, ТУ-София, ТУ-Варна, ТУ-Габрово и ХТМУ - София. Ролята на всяка една от партньорските организации е да се координират, организират и провеждат независими научно-изследователски дейности в областта на мехатроника и чисти технологии.

На национално равнище в рамките на конкурса „ФИНАНСИРАНЕ НА НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ -2019“ към МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА, ФОНД „НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ“ в научна област „физически науки“ бяха спечелени три проекта, на които ИФТТ е базова и един проект, при който Институтът е партньорска организация, а в научна област „технически науки“ бяха спечелени три проекта, на които ИФТТ е базова организация. Така също бе спечелен един проект по програмата “Петър Берон и НИЕ“. През 2019г. продължава изпълнението на проектите, финансирани от Фонд „Научни изследвания“ в Конкурса за финансиране на фундаментални научни изследвания – 2016 г. и 2017 г. и 2018г: общо 14 проекта. С това ИФТТ дава заявка за запазване водеща роля в научните среди в страната.

1.3. Полза / ефект за обществото от извършваните дейности

През изминалите години съществена част от изследователската работа на Института беше свързана със създаване и миниатюризация на сензори. Създаването на нови селективни, високочувствителни и надеждни сензори и детектори, при използване на нови явления/принципи, както и различни методи за измерване и обработка на сигнала, е сред сериозните научни проблеми в настоящето, тъй като необходимостта от такива устройства и полето на тяхното приложение, както и изискванията към техните параметри, непрекъснато се разширяват. Особено сензорите за детекция на химически агенти имат важни приложения в различни области на промишлеността, биологията, селското стопанство, контрола на околната среда, качество на живота (контрол на замърсяването с различни неорганични и органични съединения в затворени пространства; радиационно замърсяване и пр.). По-съществените достижения на ИФТТ в тази област могат да се обобщят както следва:

- Създаден е нов сензор за откриване на замърсявания в аерозоли (мъгла), работещ на основата на повърхностния фото-заряден ефект. Сензорът е в състояние да контролира наличието на замърсители и да дава оценка за концентрация им. Това е първият в света сензор за директен контрол на примеси в мъгли. Може да се прилага и за контрол на чистотата на въздуха.

- Създаден е двувходов сензорен резонатор на Релееви повърхнинни акустични вълни (РПАВ) за измерване масата на единица площ и характеризиране свойствата на екстремално тънки диелектрични слоеве, с дебелини от части от нанометъра до няколко десетки нанометра, където традиционната кварцова микровезна на обемни акустични вълни е неизползваема. Този сензор може да намери сериозно приложение в установки за атомно послойно нанасяне (ALD), както и в сензорни системи за детекция на много ниски концентрации от високотоксични и вредни за човешкия организъм газове, химически агенти, бойни отровни вещества, фини прахови частици и пр.

- Предложен е газов сензор за пари на ацетон, включващ вълноводно-оптичен разклонител, състоящ се от странично полирано оптично влакно и планарен вълновод от двутанталов петоокис, покрит с хидрофобен зеолит.

- Разработени са свръххидрофобни кварцови микровезни за анализ на човешки сперматозоиди и детекция на постеякулационните динамични характеристики на пресен еякулат. Така обособените сензори показват устойчив, повтаряем и напълно различен сигнал при натоварване на активната им повърхност с неподвижни и подвижни мъжки гамети. Освен това, регистрираният отклик при подвижни клетки е различен при различни съотношения на бързо- и средно-прогресивни сперматозоиди, което недвусмислено показва, че предложените устройства могат успешно да установяват локални изменения в кинетиката на спермата от пациент до пациент. Нещо повече, предложените пиезорезонансни сензори успяват да регистрират съвсем точно фазите на коагулация и втечняване на човешки еякулат, чрез изменения в резонансната честота и динамичното съпротивление, което предоставя възможност за бъдеща по-прецизна оценка на репродуктивния потенциал на семенната течност.

В ИФТТ регулярно се провеждат редица демонстрации и обучения на докторанти, студенти и ученици от ИФТТ и от други институции. Ученици от елитни гимназии (Софийска математическа гимназия, Национална природоматематическа гимназия, Американски колеж и др.) с интереси в областта на математиката и физиката регулярно посещават Института, където биват запознавани с най-новите технологии и открития в областта на физиката, биофизиката и физикохимията.

Института по физика на твърдото тяло има одобрен проект „Физиката е забавна“ в рамките на договора между МОН и БАН по програма „Образование с наука“. По този проект в Института е създаден кабинет, където основни физически закони и явления се демонстрират по забавен, достъпен и интригуващ начин и с използване на подръчни и лесни за набавяне материали. Разработен е набор от експерименти, чрез които се демонстрират и визуализират по атрактивен и достъпен начин основни физически явления и закони, като например: закон на Ом, разпространение на светлината, електромагнитна индукция, магнитни ефекти и др.

За учениците от 8 до 12 клас предлагаме лекции, дискусии и посещение на лабораториите в Института, които разполагат с уникално за страната оборудване и разработени модерни технологии в областта на лазерната физика, акустоелектрониката, микроелектрониката, оптиката и спектроскопията, нанофизиката, биофизиката и др.

Учениците могат да посетят и кабинета на акад. Георги Наджаков, открил фотоелектретното състояние на веществото, вписано под №1 в Държавния регистър на откритията. През 2014 г. кабинетът е обявен от Европейското физическо дружество за историческо място в научното и културно наследство на Стария континент.

1.4. Взаимоотношения с институции

Наши служители участват в редица експертни комисии и съвети от държавно и академично ниво: 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, Временна Научно-Експертна Комисия по Физики Науки и Науки за Земята към Фонд „Научни изследвания“ и др.

1.5. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата

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. Технологичната база 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.

В ИФТТ функционира напълно окомплектована технологична линия и измерителна апаратура за реализиране и изследване на масочувствителни кварцови резонатори за сензорно приложение, както и на многофункционални пиезорезонансни 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.

В Института е изградена Бяла стая, където са монтирани установката Beneq TFS 200 за последователно отлагане на атомни слоеве (ALD) и системата Oxford Nanofab Plasmalab System 100 за плазмено стимулирано химическо отлагане (PE CVD). Получените слоеве могат да се охарактеризират с единствения по рода си в България автоматичен елипсометър тип M2000D, който позволява анализиране на проби с дебелина под 1nm. Към наличните лазери, регистрираща и спектрална апаратура и разработена технология за диагностика, консервация и реставрация на паметници на културата е изградена фемтосекундна лазерна система, състояща се от 4 модула, която ще се използва за наблюдение на свръхбързи процеси и динамични измервания, за изучаване на живи структури и модификации на материали в наноразмерната скала. С автоматизирана микрофлуидна система CellASIC™ ONIX, ръчен цитометър Scepter 2.0 и филтриращата мембранна установка са създадени условия за провеждане на експерименти върху взаимодействието на меката материя с наноструктури от различен вид и състав, а комбинираната система от галваностат и потенциостат SP-200 позволява да се извършват изследвания в областта на фундаменталната електрохимия, нано- и биотехнологиите, електролизата и електросинтеза, горивните клетки, фотоволтаиците и др.

В ИФТТ функционира високовакуумна система за оптични покрития Symphony 9 (Tecport Optics, САЩ), гарантираща реализиране на многослойни оптични структури на съвременно технологично ниво. Наличието на спектрофотометър Perkin Elmer-Lambda 1050, окомплектован с инфрачервен спектрофотометър с Фурие преобразование Vertex 70 и модул „150 мм интегрираща сфера“ позволява да се измерват и контролират във времето спектралните характеристики на различни материали в твърдо или течно състояние. Интерес към възможностите на системата проявяват малки и средни предприятия, работещи в областта на оптичкото приборостроене, с някои от които Института има сключени рамкови договори.

Най-значим проект, финансиран от национални институции и индустрия

В рамките на КОНКУРС НАЦИОНАЛНА НАУЧНА ПРОГРАМА „Петър Берон. Наука и иновации с Европа“ (Петър Берон и НИЕ) 2019 към МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА, ФОНД „НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ“ в научен панел „ФИЗИКА“ бе спечелен проект на тема „**Оптимизирани нанокompозитни полимерни мембрани за Na- и Mg- йонни проводящи електролити, протонен обмен и приложения**“ с ръководител доц. д-р Йордан Маринов.

Бенефициент: Институт по физика на твърдото тяло „Акад. Г. Наджаков“ -БАН

Договор номер № КП-06-ДБ-1 / 16.12.2019

срок –24 месеца

По този договор в института ще гостува ученият изследовател *д-р Хари Кришна Кодуру*.

Резюме: Нанокompозитните мембрани от твърд полимерен електролит (НМТПЕ) се възприемат като по-добра алтернатива на конвенционалните електролитни системи за създаване на модерни и адаптивни акумулаторни батерии. Те привличат огромно внимание в редица мултидисциплинарни изследователски области със своя потенциал, който може да бъде разширен и за други приложения, като добив на енергия и др. Модифицирането на полимерни матрици с различни неорганични наночастици е един от новите подходи за получаване на специфични системи от типа "полимер - неорганични наночастици" с подобрени механични, йонопроводящи, оптични, термични и магнитни свойства, дължащи се на техните забележителни свойства като: (i) наноразмерни неорганични съставки, (ii) наноскопична ограничена матрица и наноразмерно подреждане на съставките. Интерфейсите в системите „полимер - неорганични наночастици“ играят решаваща роля, като контролират конформацията, така че полимерните молекули да могат да избират състояния със свободна енергия на полимера, която е съществено различна от обикновения обмен полимер.

Схема на получаването и характеризирането на нанокompозитни твърди полимерни електролитни мембрани, предназначени за разработване на Na^+ / Mg^{+2} - йонни презареждаеми батерии.

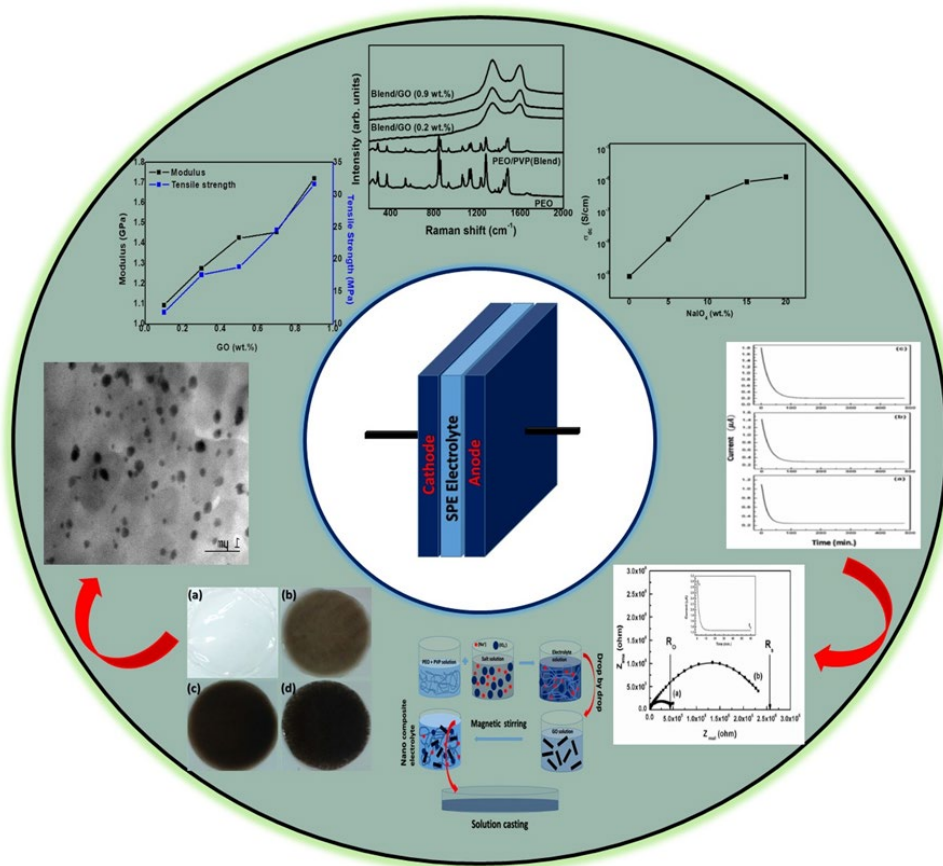


Схема на получаването и характеризирането на нанокomпозитни твърди полимерни електролитни мембрани, предназначени за разработване на $\text{Na}^+ / \text{Mg}^{2+}$ - йонни презареждаеми батерии.

Проектът е с бюджет за трите години 120 000лв., като за 2019г. са получени 60 000лв.

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО ПРЕЗ 2019 Г.

НАУЧНО - ПРИЛОЖНО ЗВЕНО ЕЛЕКТРОМАГНИТНИ СЕНЗОРИ

Експериментално изследване на промените настъпващи в мъгла при поява на добавки с друг състав.

Изследвано е влиянието на аерозоли върху формирането на мъглата в лабораторни условия. Физичните и химичните свойства на аерозолите влияят на образуването на капките. Мъглата е интересно явление, защото влияе на видимостта, качеството на въздуха, климата и човешкото здраве. Мъглата също се използва в някои индустриални процеси. Мъгли с подходящи добавки се използват като почистващ агент от военните, в мирно време за защита при терористични атаки, аварии, при природни бедствия и др. За да постигнем нашите цели, бяха създадени автоматизирани системи за генерация на мъгла, включително и на мъгли с контролирана добавка на примеси. Получените резултати показваха, че спектъра на разпределение на диаметрите на капките на мъглата се променя при промяна на концентрацията на добавката към мъглата. Това е оригинален научен резултат, който има сериозно практическо значение, като се вземат предвид важните функции на мъглата, някои от които бяха споменати по-горе.

Уравнение на състоянието за магнетари

Магнитни полета от порядък 10^{15} G са измерени на повърхността на неутронните звезди и се очакват много по-силни магнитни полета под повърхността. Изследвани са ефектите на магнитното поле върху уравнението на състоянието и състава на кората, дължащи се на квантуването на движението на електроните по нива на Ландау-Раби. Както външната, така и вътрешната част на кората, са описани по единен и последователен начин в теорията на функционала на плътността.

Нуклеосинтезът чрез r-процеси, предизвикани от декомпресията на изхвърлената материя при бинарните сливания на неутронни звезди, наскоро бяха потвърдени от електромагнитните наблюдения на килоновата родила гравитационната вълна GW170817. Магнетарите може да са друго астрофизично място за проявление на тези процеси. Окончателното разпределение на ядреното обилие зависи от състава на кората. Използвайки най-новите експериментални данни за ядрените маси, допълнени с микроскопични модели, е изчислено разпределението на ядрата в различните слоеве.

Автоматизирана 2D лазерна сканираща система за изследване на твърдотелни повърхности

Създадена е автоматизирана оптична сканираща система за анализ на твърдотелни повърхности. Прототипите са способни да определят различни параметри и да откриват неравномерности по повърхности на твърди тела, чрез измерване на амплитудата на модулирани сигнали, получени посредством *Електромагнитния ехо ефект*. Системите позволяват да бъдат сканирани различни размери на всякакъв вид

повърхности и резултатите да се визуализират на компютърен екран. Общото им предназначение е да сканират различни области на образци и да визуализират тяхната чувствителност към *Електромагнитния ехо ефект* върху диаграма от координати, но те също така са способни да предоставят ценна информация за структурни, механични и електрически повърхностни параметри.

Математическо представяне на CFD модел за изследване на струи изкуствена мъгла

Разработен е математическият апарат, използван в числен симулационен модел, създаден със софтуера ANSYS CFX. Целта на модела е да извършва изчисления на параметрите на мъгла в различни точки от изкуствено генерирани струи, които след това се използват за калибриране на нов тип сензори за мъгла. Чрез промяна в разстоянието между дюзата и измерващия лазерен лъч на сензора, може да се определи как се променят броя и разпределението на диаметъра на капките на мъглата в струята.

ТЕОРИЯ

Извършен е анализ на температурната зависимост на намагнитването за двуподрешетъчен феримагнит, като е отчетено само обменното взаимодействие без магнитната анизотропия. Резултатите показват, че когато антиферомагнитното взаимодействие между двете подрешетки е по-слабо по отношение на феромагнитните сили в самите подрешетки, винаги с понижаване на температурата се появява точка на компенсация. При температурата на компенсация подрешетъчните намагнитвания се изравняват. Когато има голяма разлика между взаимодействията вътре в подрешетките, температурата на компенсация се понижава. Направено е сравнение с някои експериментални вещества и има принципно съгласие в температурното поведение на намагнитването.

Във връзка с появата на нови, доуточнени експерименти за фазовата диаграма на феромагнитните свръхпроводници UGe₂ и UCoGe са извършени пресмятания за феромагнитните фазови преходи в UGe₂ при ниско налягане, далеч от налягането, при което възниква свръхпроводящата фаза. Изчисленията са извършени с прилагане на спин-флукуационния подход, използван успешно в инвар сплавите.

Изследвани са магнитните свойства на наномагнитни системи, например самостоятелни молекулярни магнити и изолирани магнитни единици като съставна част на по-сложни химични съединения. В този случай от особено значение е правилното отчитане на влиянието на структурата и вида на междоатомните връзки в съответните системи върху техните магнитни свойства. Поради това, за характеризиране на ролята на тези връзки е разработен метод, базиран на теорията на молекулярните орбитали и метода на много-конфигурационното самосъгласувано поле. В рамките на предложения метод са поставени две задачи: Първата включва пълно характеризиране на експериментално наблюдаваните магнитни спектри на изолираните спин една втора тримери, съставлящи съединенията A₃Cu₃(PO₄)₄ (A = Ca, Sr, Pb). Втората задача касае обяснението на причините за експериментално наблюдаваните необикновени магнитни

свойства на молекулярния магнит $\text{Ni}_4\text{Mo}_{12}$. Това включва пълен анализ на магнитния спектър, намагнитването и магнитната възприемчивост, както и посочване на причините за наблюдаваните свойства.

Анализирана е класическата фазова диаграма на модела с две спиновни променливи ($S > s$) чрез метода на Каплан, като са използвани оптималните спиновни състояния на спиновия кластер на елементарната клетка, състоящ се от четири s спина във върховете и един S спин в центъра на клетката. Моделът е естествено обобщение на системата с един тип спиновни променливи ($s=1/2$), който е дискутиран в литературата като едномерен аналог на оригиналния 2D кагоме модел, който в продължение на повече от 20 години е обект на интензивни изследвания в научното направление Квантов магнетизъм.

Методът на Каплан позволява аналитично изследване на пълната класическа фазова диаграма на спиновата система, в която—освен две феромагнитни и две антиферомагнитни колinearни фази—се стабилизира (в широка област около границата на независими s верижки) неколinearна (canted) фаза с макроскопично израждане на основното състояние. Този феномен се наблюдава и в оригиналната 2D кагоме системата и е в основата на нестандартната структура на нисколежащия спектър от възбудени състояния.

Изследвана е ролята на квантовите флуктуации в класическия модел. На основата на $1/S$ разложения и точни числени диагонализации е показано, че освен стандартните феромагнитно и феримагнитно колinearни състояния, квантовата фазова диаграма съдържа две критични (Haldane-type) квантови фази за полуцели (цели) ефективни решетъчни спинове $S+s$ и $S-4s$ и двукратно изродена немагнитна явантова фаза, която е квантовия аналог на макроскопически изродената класическа спинова фаза.

Намерен е приносът на примката от заредени W -бозони към амплитудата за разпад на процеса $H \rightarrow Z + \gamma$ в унитарна калибровка с използване на дисперсионния метод и в $R\xi$ калибровка с използване на размерна регуляризация (DimReg). Показано е, че резултатите от пресмятанията с DimReg и с прилагането на дисперсионния метод, с използването на Goldstone boson equivalence theorem (GBET), напълно съвпадат. Това показва, че дисперсионният метод с отчитането на GBET е съвместим с метода DimReg. Предимството на приложения дисперсионен метод е, че се работи с крайни величини и не е необходима регуляризация.

Изследвана е динамиката на периодична XY-спинова магнитна система, взаимодействаща с константно хомогенно и квантувано кръгово поляризирано магнитно поле. Взаимодействието между квантувания мод и спиновите магнитни моменти е моделирано с модела на Дике. Приложено е приближението на въртящата вълна и са изследвани условията за неговата валидност. Показано е, че ако в началния момент всички възбуждения се съдържат в квантуваното поле тогава, в режим на голяма честотна разстройка, основният динамичен ефект се състои в осцилации между модът с нулев импулс в XY-системата и полето. Съответно, редуцираният брой на фотоните и магнетизацията показват подобно осцилиращо поведение. Получени са ефективни

Хамилтониани, описващи динамиката на системата, при предположение за голяма честотна разстройка, един/два периода на осцилациите и малък брой възбуждения. Резонансният случай е разгледан в контекста на фотонна емисия от верижката, подготвена първоначално в (частично) възбудено състояние. В частност, показано е с конкретен пример, че когато еволюцията започва с максимално възбудена XY верижка, то тя проявява суперрадиантно поведение. Получените приближени аналитични резултати са потвърдени с точни числени пресмятания. Разгледаният модел може да намери приложение в задачи като спинова верижка/молекулярен агрегат взаимодействащ с резонаторен мод.

Изследвани са условията за съществуване и стабилност на солитони в анизотропна феромагнитна верижка, като е отчетено обменното взаимодействие с първи и втори съседи. Анализирани са влиянието на взаимодействието с втори съседи и на анизотропията върху типа на решенията (светъл, тъмен солитон) за хомогенна верижка и произволно вълново число в зоната на Брюлиен. Изучено е също влиянието на вторите съседи върху стабилността на получените статични решения както за светли, така и за тъмни солитони при наличие на линеен точков дефект във верижката. Числено е изследвано разсейването на движещ се светъл солитон от линеен дефект и включено взаимодействие с втори съседи.

Изследвано е взаимодействието на солитони с локализирани дефекти от различен тип в анизотропна спинова верижка на Хайзенберг в приближение на първи съседи. Получени са еволюционните уравнения след прилагане на квазикласическо приближение и извършване на континуален преход. За линейни и нелинейни точкови дефекти са получени аналитичните решения на свързаното състояние солитон-дефект и е изследвана стабилността им. Влиянието на дефектен спин, което е моделирано чрез изменение в обменното взаимодействие между близки съседи, е изследвано в детайли.

Изследвано е поведението на солитонни възбуждения в система от две нехомогенни магнитни верижки, чиито срещуположните спинове си взаимодействат феромагнитно. Наличието на примеси води до линейни пертурбирани членове в еволюционните уравнения. Числено е изследвано влиянието на параметрите на солитона, големината на константата на взаимодействие между верижките и силата на дефекта върху солитонната динамика. Получени са условията за перфектно прехвърляне на солитон, първоначално възбуден само в една от верижките, от едната верижка в другата.

Изучено е взаимодействието между солитони, разпространяващи се в анизотропна магнитна верижка, и квантов бит (кюбит). Верижката е описана с модел на Хайзенберг в приближение на най-близки съседи с анизотропия. Квантовият бит е моделиран с квантовомеханична система от две нива. Получено е уравнението за еволюцията на кюбита и е изследвано влиянието на параметрите на солитона върху динамиката на кюбита. Резултатите са представени графично посредством сфера на Блох.

Използвайки пряк алгебричен метод за намиране на корелационни функции, са получени корелационните функции от трети порядък за случая на две частици,

подложени на електростатично взаимодействие. Разгледани са както основните съотношения за тези корелационни функции, които не зависят от формата на потенциала за взаимодействие на частиците, така и 4 вида форми на оператора за взаимодействие и съотношения за корелационните функции, които възникват за тях.

Разгледан е модел на разпределение на богатството в социална система. Показано е, че когато агентите са разпределени в прости 1D и 2D мрежи, неравенството нараства естествено до определена стационарна стойност, характеризираща се с ясно разделение между по-висок и по-нисък клас агенти. Агентите от висок клас са разделени от един или няколко агента от по-нисък клас, които служат като геометрична бариера, предотвратяваща по-нататъшния поток на обмен между тях. Отчетен е също ефектът на преразпределителните механизми като пропорционално (непрогресивно) данъчно облагане. Достатъчното данъчно облагане предизвиква рязък преход към по-равнопоставено общество. Това позволява да се твърди, че критичното ниво на данъчно облагане се определя еднозначно от геометрията на системата. Установено е също така, че грапавостта и ентропията на Шанън в разпределението на богатството е много полезно допълнение към стандартните мерки за неравенство, като например индексът на Джини и кривата на Лоренц.

Изследван е модел на Шелинг, където плътността на агентите се контролира от параметър, който може да се разглежда като измерване на привлекателността на околната среда. Този модел е пряко свързан с динамиката на нулевата температура на модела на спин - 1 на Blume-Emery-Griffiths (BEG) с кинетични ограничения. Динамиката на агентите, които вземат детерминирани решения, води до ново разнообразие от "фази", чиито основни характеристики са свързани с интерфейса между групи от агенти от различен тип. Различни явления като грапавост между различните групи, както и лавинообразната динамика между тях са изучени подробно. Получени и обсъдени са също и критичните индекси и съответните класове на универсалност.

Нелинейните частни диференциални уравнения, описващи поведението на системата, включват дисперсионни и дисипативни свойства на средата. Представен е метод за получаване на точни решения на нелинейни частни диференциални уравнения, наречен метод на простите уравнения (SEsM), който се основава на представяне на търсеното решение като функция на решения на едно или няколко прости уравнения. Методологията е описана и беше показано, че SEsM съдържа като частни случаи: Модифицирания метод на най-просто уравнение, G'/G - метода, Ехр-функция метода, Tanh-метода и метод на Фурие за получаване на точни и приблизителни решения на линейни диференциални уравнения. Тези методи са само малка част от методите, които са частни случаи на методологията на SEsM. Методологията беше приложена за получаване на точни решения на нелинейни частни диференциални уравнения (PDE) от вида на обобщеното уравнение на Кавахара (gKE). Обикновеното диференциално уравнение на Абел от първи вид беше използвано като най-просто уравнение и бяха получени две точни решения на изследваното уравнение. За конкретни случаи беше показано че съответните решения са от тип 'kink' или 'solitary' вълна.

Интерес за оценка на рисковете, свързани с наводненията, представляват изключително високите стойности на нивата на реките. Изучени са времеви редове,

съдържащи информация от повече от 10 години сателитно наблюдение на водното ниво на река Хуанг Хъ (Жълтата река) в Китай. Показано е, че съответното разпределение на крайни стойности е разпределение на Вейбъл и са определени параметрите на разпределението. Получените резултати могат да помогнат за оценка на рисковете, свързани с наводненията за населението и селата в съответния регион на река Хуанг Хъ.

ФУНКЦИОНАЛНИ МАТЕРИАЛИ И НАНОСТРУКТУРИ

Получени са светлинни клапани с висока механична гъвкавост на основата на прозрачни проводими филми от полимерно диспергиран течен кристал (PDLC) и хетероструктура $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$ върху полиетилен терефталат (PET). Чрез оптимизиране времето за отлагане на Ag слоя се образуват правилни метални наногранули, осигуряващи най-добрия компромис между оптичната пропускливост, листовото съпротивление и издръжливостта на огъване. При най-успешните образци листовото съпротивление на $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2/\text{PET}$ структурата не се променя дори и след 1000 цикъла на огъване.

Създадени са устройства на основата на PDLC, използващи графен като прозрачен електрод, нанесени върху PET подложка. Зависимостта на оптичната пропускливост от управляващото напрежение демонстрира високия потенциал на графена като алтернатива на ITO електродите за следващото поколение устойчиви на огъване устройства в оптоелектронни и дисплейни технологии.

Композитни нановлакна от поливинилпирилодон/титанов тетраизопропоксид (PVP/TTIP) са изготвени чрез електроразпръскване от алкохолни разтвори. Изследвана е зависимостта на кристалографската ориентация (рутилна, анатазна) на тези влакна от средата и температурата на отгряване.

ZnO слоеве с различна дебелина (~ 10–80 nm) са отложени върху кварцово-кристални микровезни (QCM) чрез атомно послойно отлагане (ALD), и е изследвана тяхната чувствителност към различни концентрации NO_2 . Установено е, че по-дебелите слоеве детектират много добре, бързо и сигурно по-ниски концентрации NO_2 дори под 50 ppm, докато много тънките слоеве работят много добре и стабилно само при високи концентрации.

Беше извършено отлагане и оптимизиране параметрите на израстване на тънки слоеве от ZnO, ZnO:Al, ZnO:Fe, ZnO:Ni, ZnO:Co чрез атомно послойно отлагане върху различни подложки (Si, glass, sapphire); тънки слоеве от ZnO върху PAA – порест анодиран алуминий за фотокатализатори; тънки слоеве – AlN върху Si подложки; измерване на свръхпроводимия отклик и критичната температура на обемни композитни материали – Graphene-YBCO-Ag.

Монокристали бисмутов титанат, легирани с рутений и родий са характеризирани с оптична и Раманова спектроскопия. Наблюдаваните различия в съотношението на интензивностите на LO/TO компонентите на тетраедричния асиметрично-разтегателен вибрационен мод са анализирани по отношение подреждането на решетката и оксидационните състояния на легиращите елементи.

В оптимизиран режим на CVD израстване при ниско налягане за едрозърнест еднослоен графен газовия поток на реагентите беше допълнително пертурбиран чрез поставяне на различни приспособления в близост до подложката. Установено е, че тези модификации водят до увеличено образуване на двуслоен графен с различни ъгли на разориентация, индикация за което е втвърдяването на честотата на 2D Raman ивицата

по отношение на тази на еднослойния графен. Масираното образуване на двуслоен графен е допълнително потвърдено чрез сканираща и трансмисионна електронна микроскопия, атомно-силово микроскопия, както и измерване на оптичното пропускане. По този начин се създават възможности за контрол на броя на слоевете в CVD израстването на графен при ниско налягане чрез манипулиране на геометрията на газовия поток. Получен е и многослоен графен (3-4 слоя) чрез CVD израстване при атмосферно налягане.

Извършена е Раманова характеристикация на нематичната фаза на чист E7 и на E7 легиран с графенови наночастици в различни концентрации.

Изследвани са свръхпроводими FeSe кристали с многодоменна структура. Използвайки чувствителността на третата хармоника на променливотоковата магнитна възприемчивост към нелинейните ефекти във вихровата динамика, е показано, че наблюдаваният двоен пик в хистерезисната крива е всъщност „псевдо“ пик ефект. Той се дължи на нелинейни процеси в интер-доменната област.

В свръхпроводими кристали $Fe_{1.02}Se$ са измерени волт-амперните (V-I) характеристики при различни температури и различни фиксирани магнитни полета (3T; 6T). Установен е преход от стабилни (пининговани) флуксони към движение на флуксоните и е определена температурата на прехода. Показано е чрез подходящо представяне на (V-I) характеристики, че това е фазов преход от втори род във флуксонидната материя.

Изследвани са интергрануларните ефекти в свръхпроводими поликристални образци (купрати и желязо-базирани) чрез електротранспортни измервания ($R(T)$) при различни магнитни полета. Показано е, че съединението FeSeTe притежава много стабилни интергрануларни връзки, превъзхождащи тези в $Y(Ca)BaCuO$ в магнитни полета до 14 T.

Изследвани са хистерезисните криви на свръхпроводим $Fe(Se,Te)$ при различни температури. Установено е присъствие на пик ефект – аномално нарастване на критичния ток като функция на магнитното поле ($J_c(H)$). Анализът на $J_c(T)$ кривите показва, че пик ефектът се дължи на преход от режим на слаб пининг към режим на силен пининг.

Изследвани са кристали $FeSe_{0.5}Te_{0.5}$ получени по метода на Бриджмен. Определена е температурната зависимост на линията на необратимост ($H_{irr}(T)$) и второто критично магнитно поле ($H_{c2}=46.5$ T), което е близко до максималната стойност докладвана в литературата за системата.

Изследвано е постоянно токовото намагнитване като функция на полето ($M(H)$) и времето ($M(t)$) на кристали $FeSe_{0.5}Te_{0.5}$ получени по метода на Бриджмен. В рамките на модела на Бийн е определена зависимостта на критичния ток от полето $J_c(H)$ и анизотропията $J_{cH||c}/J_{cH||ab}$. От релаксационните измервания $M(t)$ (при различни температури) е определена енергията на пининг като функция на температурата $U(T)$ и е установен максимум в тази зависимост. Това предполага преход от еластичен към пластичен пининг и към край на пик ефекта.

Изследвано е влиянието на γ радиацията (Co^{60} източник, дози 1Mrad и 10Mrad) върху електрическите характеристики и процесите на захват на носители в наноламинатни слоеве Al_2O_3/HfO_2 получени с атомно послойно отлагане (ALD). Разгледано е и влиянието на отгряването в кислород върху радиационната устойчивост на структурите. Установено е, че облъчването увеличава положителния заряд в слоевете, като ефекта е по-силно изразен за неотгряти слоеве. Облъчването не води до съществено увеличаване на плътността на бързите интерфейсни състояния. В зависимост от термичната обработка на слоя и дозата на облъчване, γ радиацията може

да доведе както до намаляване, така и до увеличаване на хистерезиса в C-V характеристиките, отразяващ плътността на т.н. бавни интерфейсни състояния - при третираните в кислород структури облъчването с избраните дози намалява хистерезиса. Прозорците на запомняне показват съществено разширяване след облъчване. Този ефект се дължи основно на подобряването на електронния захват в слоевете (захвата на дупки практически не се влияе от радиацията). Увеличаването на електронния захват след облъчване е по-силно изразено за неотгряваните структури. Облъчването не е свързано с увеличаване на утечните токове, като при дози 1 Mrad е наблюдавано дори леко намаляване на тока. Получените волт-амперни характеристики преди и след облъчване могат да бъдат описани с комбинация от Омова проводимост и Пул-Френкел механизъм. Характеристиките на задържане на захванатия заряд в многослойните стехометрици също не се влияят от облъчването с използваните дози. Получените резултати показват, че радиационната устойчивост на многослойните Al_2O_3/HfO_2 диелектрици е по-голяма от тази на SiO_2 , като при ниски дози на облъчване могат да се наблюдават дори ефекти на огряване/пасивиране на интерфейсни дефекти. Едновременно с това третирането с γ радиация може да бъде използвано за увеличаване на прозорците на запомняне, без това да е съпроводено с влошаване на други характеристики на структурите.

Съвместно с лаб. „Оптика и спектрометрия“ са изследвани йоннопроводими твърди полимерни електролити съставени от смес на poly- (ethylene oxide) (PEO) и poly(vinylpyrrolidone) (PVP) с натриев перйодид (sodium periodate $NaIO_4$), за наличието на захващане на заряд (charge trapping CT) и поляризация на пространствен йонен заряд (space charge polarization SCP) при прилагане на статично електрично поле. Отложени са тънки слоеве с дебелина 110 μm от тези материали при отношение PEO: PVP. 70:30 тегловни проценти (wt%) и концентрации на с натриев перйодид ($NaIO_4$) 5, 7.5 или 10 процента. Изследвани са електрическият ток при стайна температура, както и зареждането и разреждането на тези слоеве в зависимост от приложеното напрежение и време. При слоеве PEO-PVP- $NaIO_4$ не са наблюдавани процеси на захващане на заряд и поляризация на пространствен йонен заряд, за разлика от случая на PEO слоеве при същите експериментални условия. Силно редуцираните явления на захващане на заряд и поляризация на пространствен йонен заряд са от голямо значение за електрохимичните приложения на йоннопроводими системи на основата на PEO-PVP- $NaIO_4$.

Открита е селективна UV чувствителност в структури Метал-Оксид-Полупроводник (MOS) със силициеви (Si) наноклъстери. Si нанокристали и аморфни Si наночастици (a-Si NPs) са получени чрез отгряване в пещ за 60 min в N_2 на SiO_x слоеве с $x = 1.15$, съответно на 1000 и 700 °C. XPS и TEM анализи доказват фазово разделяне и образуване на Si нанокристали в SiO_2 , докато a-Si NPs се образуват в матрица от $SiO_{1.7}$. И двата вида структури показват селективна чувствителност към UV светлина; ефектът е по-ясно изразен в структурата с нанокристали. Чувствителността на нанокристалната структура към 365 nm UV светлина е ~ 4 пъти по-висока от тази към зелена светлина при приложени 4 V на горният контакт. Наблюдаваният ефект е обяснен с предположението, че само късовълново лъчение генерира фотоносители в аморфните и кристални наноклъстери

Направени са първоначални експерименти по изследване поведението и поносимостта на сензори на Релееви повърхнинни акустични вълни (РПАВ) на 433 MHz, покрити с оптимизирани по дебелина слоеве, получени от хексаметилдисилоксан (HMDSO) в плазма, към контролирано въздействие на пари от амоняк (NH_3). Въпреки високата газочувствителност, надхвърляща 250 ppm при 50 ppm газова концентрация, е

установено, че при многократно газово въздействие, част от парите остават в слоя и не се отделят дори и при интензивно продухване със сух азот, което води до постепенно намаляване чувствителността на сензора. Предстои серия от експерименти с модифицирани с NH_3 HMDSO слоеве, при което се очаква значително намаляване на насищането на сензора с амонячни пари в процеса на измерване.

Проведени са първоначални изследвания на двувходови резонансни РПАВ структури, покрити по метода на Ленгмюир Блоджет (LMB) с мономолекулни слоеве от дипалмитол фосфатидил етаноламин и маркирани с нитробензоксадиазол (DPPE-NBD), за приложения в биологични масочувствителни сензори. Сензорните устройства са подложени на въздействие на наситени пари от различни летливи органични вещества и е измерена чувствителността на сензорната честота към тези пари. Получени са чувствителности от 730 и 340 ppm, съответно към пари на етанол и хлороформ, спрямо едва 50 ppm към парите на водата. Тази значителна разлика на сензорната чувствителност към парите на органичните вещества спрямо тази на водата е функция на тяхната летливост и е пропорционална на газовото налягане на наситените пари и тяхната молекулна маса.

Продължени са изследванията по изучаване възможностите за използване на лесно достъпни в търговската мрежа и достатъчно евтини свръхминиатюрни каскадирани резонансни филтри на обемни акустични вълни (DSBAR) за създаването на пренастройваеми микровълнови генератори управлявани от напрежение (МГУН). С такива DSBAR устройства са създадени прототипи на МГУН на честота 1,55 GHz с впечатляващо ниски фазови шумове от -114 dBc/Hz при разстройка от 10 kHz в страни от носещата честота и лента на пренастройка от 44 MHz ($\approx 3\%$). Очаква се, такива пренастройваеми генератори да намерят приложение в микровълнови синтезатори на честота за базови станции в GSM мрежите, свръхбързи и сателитни комуникации, цифрово радио, специализирани измерителни апаратури и др.

Методът за полимеризация в плазма е приложен за получаване на борсъдържащи полимерни слоеве. Проведени са предварителни експерименти, при които като изходен материал са използвани разтвори на боракс (Sodium tetraborate decahydrate - $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ или $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) в етилов алкохол с различна концентрация. Получените тънки слоеве върху стъкло и силиций са охарактеризирани с XPS. Резултатите показват наличието на връзки на бора с въглерода, което доказва синтезирането на нов борсъдържащ полимер. Предстои изследване с Раманова спектроскопия.

Разработени са свръххидрофобни пиезрезонансни сензори за оценка функционалността на човешки сперматозоиди и детекция на постеякулационните динамични характеристики (фази на коагулация и втечняване) на пресен човешки еякулат. Чрез контролирано горене на рапично олио са отложени въглеродни сажди, които впоследствие са използвани като интерфейсен сензорен материал, който да потиска неминуемо възникващите високи нива на шум при работа на пиезрезонансните устройства в биологични течности.

Проведени са и първите по рода си фундаментални изследвания, които да установят пряка корелационна зависимост между режимите на контролирано горене на рапично олио и съответните оптични свойства на свръххидрофобните въглеродни сажди. За първи път е наблюдавано, че саждите могат да пропускат до 10 % от преминаващия светлинен лъч в близката инфрачервена област, което е от 10 до 100 пъти по-висока оптична пропускливост на този материал в сравнение с досега известните графитоподобни наноструктури (графит, графен, пиролитен въглерод и т.н.). Установи се, че съществено подобрените оптични свойства на саждите са в резултат на изменения в химическите връзки на материала от sp^2 към sp^3 хибридизация, които понижават

общото количество делокализирани електрони и предотвратяват пълната абсорбция на светлинния поток (за разлика от графита, например). Синтезираните чрез пламък сажди са допълнително функционализирани със сребърен хидроген флуорид, което спомогна за значително подобряване на износоустойчивостта на материала. Така получените „хибридни“ сажди запазиха 100 % от цялостта си при издраскване с пръст и динамично въздействие на високоскоростен воден поток (25 m/s), както и между 50-80% от повърхнинните си свойства при абразионен тест с шкурка

НАНОФИЗИКА

Направена е апаратура и е разработена технология за получаване на слоеве от ZnO със spin-coating вариант на зол-гел метода, която позволява отлагане на слоеве с дебелини до 300-350 nm. При отлагането на тези слоеве са използвани или стандартният подход, или е прилагано допълнително обдухване с топъл въздушен поток. След нанасянето на слоевете те са отгрявани при 140 °C или 400 °C и част от двата вида слоеве са облъчвани с инфрачервени наносекундни лазерни импулси с енергиен поток от 110 mJ/cm². Рентгенодифракционните измервания показват, че всички слоеве (отгритите при 140° C и 400 °C, както и лазерно облъчените) са с вюрцитна кристална структура. Измерванията на Раманово разсейване показват наличие на C-H вибрации в спектрите на всички слоеве и това говори, че нито една от приложените обработки не довежда до пълно освобождаване на слоевете от органичния остатък от прекурсорите. Резултатите, получени с Атомно силова микроскопия (AFM) разкриват плътно опаковани нанокристали със значително по-малък размер (20-30 nm) от тези в слоевете, получени с deer-coating. При слоевете, нанесени чрез прилагане на стандартния подход от оптични микрографии и AFM повърхностни изображения е направено заключение за наличие на влакнести структури на повърхността, които са отговорни за високата повърхностна грапавост (до 160 nm). На повърхността на слоевете, отложени при прилагане на топъл въздушен поток, не се наблюдава влакнеста структура. Резултатите, получени със сканиращ електронен микроскоп показват, че лазерното облъчване води до намаляване на плътността и размера на порите на слоевете. От получените резултати може да се направи заключение, че както разработената в рамките на проекта технология на отлагане на слоевете, така и лазерното облъчване дават нови възможности за промяна и контрол на свойствата на слоевете от ZnO с оглед на търсено приложение.

Чрез елипсометрични изследвания на тънки слоеве от ZnO, легиран с желязо Fe, кобалт Co и никел Ni, които са отложени върху подложки от силиций и стъкло чрез послойно атомно отлагане (ALD), са определени дебелината на слоевете, оптичните константи и ширината на забранената зона. Продължена е работата по оптично характеризиране на тънки слоеве от метални оксиди (Al₂O₃, ZnO, AlZnO, TiO₂ и др.), чрез елипсометрични измервания. Слоевете са отложени чрез послойно атомно отлагане (ALD) върху подложки от силиций и стъкло или със зол-гел метода.

За определяне на ALD „прозореца“ за отлагане на слоеве от AlN са проведени систематични елипсометрични измервания на тънки слоеве от алуминиев нитрид (AlN), нанесени върху Si подложки, от които са определени дебелините на слоевете. Елипсометрични измервания са правени и на слоеве от графен, отложен върху SiO₂/Si.

Чрез вакуумно термично изпарение са получени тънки слоеве от ZnSe с дебелина 50 nm при скорости на отлагане 0.5, 1.5 и 3 nm/s. Слоевете са отложени върху фиксирани над източника подложки (статично) и при въртене на подложките като те преминават периодично над източника (динамично). Образци от всяка серия са допълнително отгрити при 200 °C в инертна среда за 60 минути. Изследванията с

рентгенова дифракция показват, че слоевете са нанокристални с кубична структура и пресметнатите размери на кристалитите са в интервала 6-18 нм. Чрез спектрална елипсометрия са получени данни за коефициента на оптично поглъщане, дебелината, порьозността и повърхностната грапавост. От спектрите на оптично поглъщане е определена оптичната ширина на забранената зона, която е една и съща за свежите и отгдетите слоеве от ZnSe (2.73 eV). Установено е още, че слоевете, отложени динамично, имат по-висока порьозност от отложените статично. Измерените Раманови спектри потвърждават, че слоевете са нанокристални и порьозни и показват наличие на вътрешни напрежения или/и излишък на селен в тях. Малкият размер на нанокристалите и порьозността правят изследваните ZnSe слоеве перспективни за приложение в сензориката.

Изследвани са композиционни зависимости на фотолуминесценцията (ФЛ) на антимоитни $\text{Sb}_2\text{O}_3\text{-PbO-ZnO/ZnS}$ стъкла, легирани с ErCl_3 (0.25, 0.5 и 1.0 мол %). Измерванията на луминесцентните спектри са проведени при стайна (300 K) и ниска (4 K) температури в областта 400-1700 нм. Установено е влиянието на концентрацията на легиращия елемент върху емисионните ивици при 660, 855, 980, 1230 и 1530 nm. Поспециално внимание е обърнато на най-важната от приложна гледна точка ФЛ ивица при ~1530 нм и определените параметри на стимулирано емисионно сечение и квантова ефективност показват, че синтезираните нови стъкла могат да бъдат използвани като лазерна среда и в телекомуникациите за оптично усилване при ~1.5 μm .

Обобщени са данните от комплексни фотолуминесцентни изследвания на легирани с ербий халкогенидни $(\text{GeS}_2)_{100-x}(\text{Ga}_2\text{S}_3)_x$ стъкла. На основа на установеното силно влияние на съдържанието на Ga_2S_3 в матрицата за по-голямата разтворимост на Er^{3+} йони предваритено са измерени образци с повишени концентрации на Ga_2S_3 ($x = 25$ и $33 \text{ mol}\%$) и Er_2S_3 (1.8–2.7 mol%). По този начин е уточнен оптималният състав от тези стъкла с оглед на приложението им във фотониката.

Получена е информация за морфологията, кристалната структура и химическата чувствителност на аморфни и допълнително отгдети при 450 °C нанотръбички (НТ) от титанов двуокис, израснати върху подложки от сплав Ti6Al4V. Наблюдавано е забавено образуване на анатазна фаза и е предположено, че то е свързано с включване на алуминиеви атоми, идващи от подложката. Установено е още, че количеството на анатазната фаза намалява с намаляване на дебелината и диаметъра на стените на нанотръбите, което е обяснено с увеличаване на температурата на кристализация на НТ при намаляване на размера. Изследването на оптичния отговор на образците към пари от етанол при стайна температура разкри връзки между размера на НТ и чувствителността им към етанол.

ФИЗИКА НА МЕКАТА МАТЕРИЯ

Изследване свойствата на материали, използвани за лечение в денталната медицина в България

Изследвани са структурата, морфологията, химичният състав, термичното поведение и механичните свойства на неизползвани и използвани в *in-vivo* среда (клиничната практика) ортодонтски дъги, изработени от следните сплави: никел-титанова, мед-никел-титанова и титан-ниобиева. При избора на подходяща дъга за определен етап от ортодонтското лечение с фиксирана техника, информацията за физикохимичните характеристики, термичните фазови преходи и механичните свойства е от изключително значение за лекуващите ортодонти. Използвани са съвременни

методи като: рентгеноструктурен анализ (XDR), сканираща електронна микроскопия (SEM), енергийно-дисперсионен анализ (EDS) и рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS), диференциална сканираща калориметрия (DSC) и наноиндентация (Nanoindentation) за тяхното охарактеризиране.

Предимство на никел-титановата дъга с три термоактивни региона (TriTanium) е възможността за диференцирано освобождаване на сила в три обособени зони-фронтална, премоларна и моларна. По този начин всяка група зъби получава необходимото въздействие по време на ортодонтското лечение. За дъги TriTanium произведени от фирмата American Orthodontics, използвани до 6 и над 8 седмици, направеният рентгеноструктурен анализ показва, че в трите термоактивни региона се наблюдава запазване на аустенитната структура по време на лечението. Качественият и количественият елементен анализ показва, че не се наблюдават значителни промени в съотношението на Ni:Ti (1:1). Респективно Ni 51,21wt% и Ti 48,79wt% за дъгите, използвани до 6 седмици и Ni 50,36wt% и Ti 49,64wt% за дъгите, използвани повече от 8 седмици. SEM анализите, направени на повърхността на клинично използваните TriTanium дъги, във всички региони показват видими повърхностни дефекти и драскотини. Дъгите използвани повече от 8 седмици имат по-голяма поръзност от клинично използваните до 6 седмици. Термичните фазови преходи в температурния диапазон от -50°C до +50°C показват различна температура на прехода на аустенитна, мартензитна и R фаза на неизползваните и клинично използваните TriTanium дъги в трите региона. С увеличаване времето на престой на дъгите в устата на пациента се забелязва температурна разлика в трите изследвани области, особено в Af температурата (аустенитна крайна температура) в премоларната област с ~ 8°C.

Поради нарастващите случаи на алергия към Ni у пациентите, особено при децата, Ti-Nb дъга е една добра алтернатива, която след употреба може да бъде рециклирана. Направеният рентгеноструктурен анализ на неизползвани и използвани за 4 и 6 седмици Ti-Nb дъги (ORMCO Company, CA, USA) показва Ti-Nb сплав с аустенитна структура и β -фазова решетка. Съдържанието на Ti и Nb в неизползваната дъга, респективно 57.47wt% и 42.52wt% не се променя значително след използването ѝ за лечение до 6 седмици. От направените SEM микрографии се наблюдава, че няма големи разлики в морфологията на повърхността на неизползваните и използваните Ti-Nb дъги, като върху използваните се наблюдава по-голяма грапавост и остатъци от храна или слюнка. XPS анализът за клинично използваните Ti-Nb ортодонтски дъги показва наличие на Si, P, S и O на повърхността на пробите и поради наличие на Na и Ca, дължащо се на замърсяване на повърхността на пробите, бе наложено почистване с Ag⁺ йони с енергия 500eV за 30s. Между индентационната твърдост и индентационния модул на неизползваните и използваните в продължение на 4 или 6 седмици Ti-Nb дъги няма значима разлика, установена чрез метода на наноиндентацията.

Cu-Ni-Ti термично активиращи дъги се използват по-широко в клиничната практика, тъй като имат уникални свойства като свръхеластичност и биосъвместимост. Те се предлагат на пазара с работни температури 27°C, 35°C и 40°C. Ние изследвахме неизползвани, използвани до 6 и над 8 седмици и неизползвани автоклавиращи 35°C дъги, тъй като тяхната температура на прехода е най-близка до тази на телесната температура на човека. От направеният рентгеноструктурен анализ 35°C Cu-Ni-Ti от

фирмата ORMCO Glendora, CA, USA се наблюдават типични пикове за Ni-Ti сплав с аустенитна структура. Качественият и количественият елементен анализ показва, че химичният състав на изследваната Cu-Ni-Ti е Cu, Ni и Ti, респективно: 6.11 wt%, 47.07 wt% и 46.81 wt%. Процесът на автоклавиране и продължителността на интраоралната употреба на ортодонтските дъги не оказва значително влияние върху химичния състав. Анализът потвърждава наличието само на основните компоненти на сплавта. От повърхностната топография на Cu-Ni-Ti дъги се наблюдава грапава повърхност с драскотини и порьозности. При DSC анализът на изследваните 35°C Cu-Ni-Ti дъги в температурния диапазон от -50°C до +50°C не е открита междинна R фаза. Също така при получените резултати се наблюдават температури на прехода, различаващи се приблизително с ~ 7°C от предоставените в търговската мрежа.

На база на предишни изследвания за топлоактивиращите Ni-Ti и Cu-Ni-Ti дъги е направено статистическо изследване за динамиката на Ni по време на използване. Основен резултат от това проучване е полученият модел на динамика на освобождаване на никел по време на престой в устата на пациента. Новостта на подхода се основава на идеята за отчитане на разликите в дължините на интраорална употреба. Полученият модел може да се превърне в инструмент за определяне на оптималната продължителност на използване на ортодонтските дъги специфично за всеки пациент.

Изследването на Ti-Nb, Cu-Ni-Ti и Tritanium ортодонтски дъги е съвместна научна дейност с Катедра Ортодонтия, МУ, София, като на базата на получените резултати е се формира база данни за цялостното поведение на ортодонтските дъги използвани за лечение в България. Направените изследвания са от съществено значение за оптимизирането на приложението на ортодонтските дъги в клиничната практика, както и ще е в полза за здравето на пациента.

Синтез и структурни изследвания на поликристални мултифункционални материали (купратна керамика) от системите Bi-Sr-Ca-Cu-O и Y-Ba-Cu-O

С цел практическото приложение на керамичните мултифункционални материали, се изследва тяхното получаване и характеризиране с различни структурни методи. Чрез трърдофазен синтез са получени обемни образци от системите: Y-Ba-Cu-O (с номинален състав: 123; 134; 156; 13-20-33) и същите легирани с Ag₂O и Fe₃O₄ и Bi-Sr-Ca-Cu-O (с номинален състав: 2201; 2212). Различни методи като сканираща електронна микроскопия (SEM), рентгеноструктурен анализ (XRD), енергийно-дисперсионен анализ (EDS), определяне на кислородно съдържание чрез спектрофотометрична методика и магнити измервания (AC/DC) бяха използвани за тяхното изследване. Внасянето на добавки (Ag₂O и Fe₃O₄) с ниски концентрации към Y-Ba-Cu-O образци по литературни данни подобрява свръхпроводимите им свойства като повишат критичната температура и критичната плътност на тока. Получените Bi-Sr-Ca-Cu-O керамики са използвани като добавки към електродната маса на цинковия електрод в никел-цинкова батерия, с цел подобряване на електрохимичните ѝ характеристики.

Изследване на влиянието на В(Pb)SCCO керамиките, като добавки към цинков електрод за съхранение на енергия

Ni-Zn батерии са акумулаторна система с висока енергийна плътност, висок работен потенциал и широк диапазон на работна температура. Те имат значителни предимства като ниска токсичност, ниска цена и достъпни ресурси, стабилни във воден електролит и с нисък равновесен потенциал. Наред с изброените предимства, основният недостатък на този тип акумулаторни батерии е лошата електрическа проводимост на ZnO, ограниченият живот, изразен в цикли, което се дължи главно на Zn електрод и образуването на дендрити. Получените цинкови електроди са охарактеризирани посредством сканираща електронна микроскопия (SEM), рентгеноструктурен анализ (XDR), енергийно-дисперсионен анализ (EDS), хронопотенциометрия (CP), циклична волтаметрия (CV) и потенциостатична електрохимична импедансна спектроскопия (PEIS).

Проведените с Bio-logic SP-200 потенциостат-галваностат електрохимични изследвания потвърждават положителния ефект на добавки от два типа проводящи керамики В(Pb)SCCO 2201 ($\text{Bi}_{1.7}\text{Pb}_{0.3}\text{Sr}_2\text{CuO}_x$) и В(Pb)SCCO 2212 ($\text{Bi}_{1.7}\text{Pb}_{0.3}\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$) върху електрохимичните свойства - над 30% по-голям капацитет на разреждане на батерията при продължително циклиране. Получените резултати могат да бъдат обяснени с увеличаване на проводимостта и хомогенността на електродната маса в присъствието на използваните добавки, от една страна, и образуването на силно проводяща мрежа между частиците на цинковия оксид, от друга. По-краткият режим на синтез на термична обработка на керамика В(Pb)SCCO 2201 го определя като по-подходяща добавка в разглежданите батерии. XRD и SEM анализи на цинков електрод с добавка В(Pb)SCCO 2201 керамика потвърдиха, че керамиката не се променя по време на процеса на изготвяне на електрода. Положителният ефект на В(Pb)SCCO 2201 върху ефективността на цинковия анод не се дължи на неговата вътрешна проводимост, а на редуционните продукти на керамиката, които се получават по време на зареждане на електрода. За първи път са изследвани структурните и морфологични промени в керамики В(Pb)SCCO 2212 и В(Pb)SCCO 2201 след електрохимичната им обработка (CV и CP измервания) в среда, подобна на Ni-Zn батерия (7M KOH, 25°C). Те са изследвани физикохимично преди и след електрохимичния тест. След CV се откриват различни продукти на редукция, като CuO, Bi_2O_3 , Bi_2CuO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и $\text{Sr}(\text{OH})_2$ и CV-кривите показват, че при по-отрицателни потенциали съединенията на Cu и Bi се редуцират допълнително до метални Cu и Bi. Това може да доведе до образуване на метални частици, които подобряват общата проводимост на електрода и контакта между частиците на активния ZnO материал. От друга страна, Ca- и Sr- продуктите в случая на В(Pb)SCCO 2212 модификацията не участват в окислително-редуционни процеси в условията на експеримента и образуват хидроксида. Тези хидроксида образуват неразтворими съединения с Zn, като намаляват разтворимостта на ZnO в електролита и потискат промяната на формата на електрода. Следователно В(Pb)SCCO 2212 може да има допълнителен ефект върху работата на Zn електрод, поради съдържанието на калций в сравнение с В(Pb)SCCO 2201. За да се подобри хомогенизацията на добавките в състава на активната цинкова маса е използван ултразвук, като метод на смесване. Изследвани са и са сравнени 3 електрода (електрод само с въглеродна добавка; електрод с въглеродна добавка и В(Pb)SCCO 2201; електрод с въглеродна добавка и В(Pb)SCCO 2212), като SEM микрографите показват, че активната маса с въглерод и В(Pb)SCCO

2201 има по-добро разпределение на частиците в сравнение с другите две проби. Съставът на активната маса се запазва по време на ултразвуковото смесване. Макар и слабо, ултразвуковото смесване подобрява в известна степен вече известните ефекти на керамичните добавки. Затова смятаме, че по-добрата хомогенизация на добавките с ZnO може да подобри проводимостта, стабилността и по този начин да удължи живота на батерията. Резултатите от това изследване дават основание за бъдещи изследвания на новопригответените Zn електроди в Ni-Zn електрохимична клетка.

Определяне на механичните и електричните свойства на биомиметични липидни структури в присъствие на незахарни молекули, използвани в индустрията

През отчетния период е изследвана еластичността на огъване и електричният капацитет на липидни мембрани във водни разтвори на незахарните подсладители аспартам и сорбитол. Интересът към тези молекули е продиктуван от широката им употреба в хранителната индустрия и съществуващите в литературата данни за потенциалните опасности, свързани със здравето на човека. За изследване на влиянието на сорбитола върху електричните свойства на липидния бислой се използва електродеформация на липидни везикули от палмитил-олеил фосфатидилхолин (POPC) в променливо електрично поле, а за определяне на модула на огъване се прилага флукуационен анализ на везикули от POPC в присъствие на аспартам или сорбитол във водния разтвор. Установено е, че влиянието на изследваните молекули върху механичните и електричните свойства на мембраната се различава от описания по-рано ефект на нискомолекулни въглеводороди.

Определяне на електрокинетичните свойства и светоразсейването на катион-третиран тилакоидни комплекси

За изследването на молекулните механизми на действие на двувалентните катиони върху хлоропластни мембрани, бяха проведени измервания чрез микроелектрофореза и светоразсейване на тилакоидни образци при рН 7.5 и рН 6.3 и добавяне на калциеви или магнезиеви йони, чийто ефект върху структурната организация на хлоропластните мембрани и пигмент-белтъчните комплекси в комбинация с осветяване може да доведе до значителни функционални промени в мембраната. В присъствие на двувалентните катиони е установено нарастване на нетната плътност на заряда и агрегацията на тилакоидите при осветяване. Вторичният йонен обмен (формирането на протонен градиент) през мембраната се увеличава в присъствието на двувалентните катиони при рН 7.5. Резултатите от измерванията при рН 6.3 свидетелстват за силен ефект на Mg^{2+} и Ca^{2+} върху тилакоидната агрегация и първичния йонен обмен през мембраната. Дискутирани са получените резултати за катионното взаимодействие с тилакоидните мембрани при осветяване с фотоактивираща и близка до насищащата светлина.

Изследване на влиянието на наночастици и въглеродни нанотръбички върху фазовото поведение и спектралния отклик на синтетичен липид

Посредством методите на диференциална сканираща калориметрия (ДСК) и Фурие-трансформираща инфрачервена спектроскопия (ФТИС) е изследвано влиянието

на златни наночастици с хидрофобно покритие и едностенни въглеродни нанотръбички (нефункционализирани и функционализирани с амидна обвивка) върху фазовото поведение и спектралния отклик на синтетичния липид стеароил-олеил-фосфатидилхолин. Използваните наночастици са с размери от порядъка на 4nm и са синтезирани от колегите от Химико-технологичния университет в Москва. Резултатите от диференциалната сканираща калориметрия показват, че добавката на хидрофобни наночастици в концентрация 0,5 - 5 тегловни % силно влияе върху фазовите преходи на липида и при най-високата изследвана концентрация (5 тегловни %) размива фазовия преход от гел (L β) към течно кристална фаза (L α). Резултатите от получените инфрачервени спектри показват увеличение на интензитета на някои от абсорбционните линии (C-O; P-O; C = O и C = N) с увеличаване на концентрацията на наночастици в системата.

Резултатите от ФТИС показват, че добавката както на функционализирани, така и на нефункционализирани нанотръбички (в концентрации 0,5 - 1 mg) води до силно увеличение на съотношението AC=Obonded/AC=Ofree. При по-нататъшното увеличение на съдържанието на въглеродните нанотръбички обаче се наблюдава незначително влияние върху популацията на водородно свързаните C = O конформации. Получените от ДСК анализа данни показват, че стойностите на енталпията, съответно ентропията на био-нанокompозита от липид и нефункционализирани нанотръбички, са по-малки от тези на сместа от липид и функционализирани такива. Получения резултат доказва по-добрата способност на функционализираните нанотръбички да създават водородни връзки с карбонилните C = O и полярни P = O групи в сравнение с нефункционализираните такива.

Изследване на наноструктурирани композитни материали

През 2019 бяха изследвани наноструктурирани материали, включително и такива притежаващи фотофункционалност. Беше използвана методиката на електрохимичната импедансна спектроскопия за определяне на техните електрични и диелектрични свойства.

По метода на отливане от разтвор, бяха получени нови PEO/E8 композитни течнокристални полимерни електролитни мембрани от твърд полимер, образуващи комплекси с NaIO₄ сол. Композитните солеви комплекси са изследвани чрез рентгеново разсейване (XRD), инфрачервена Фурие спектроскопия (FTIR), микро-раманова и рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS). Изследванията с диференциална сканираща калориметрия (DSC) потвърдиха намаляването на процента на кристалната част в матрицата на електролитните мембрани при добавянето на NaIO₄. Изследванията с EIS установиха повишаване на йонната проводимост на електролитите при повишаване на концентрацията на NaIO₄, като в това изследване, електролитът PEO/E8, комплексиран с 10 wt% NaIO₄, демонстрира по-висока йонна проводимост при стайна температура от порядъка на $1,05 \times 10^{-7}$ S/cm.

Тънки филми (7 μ m) от нанокompозити, съдържащи графенови нанолюспи (GrFs), които са диспергирани при концентрации от 10⁻³ тегловни% в нематичния течен кристал E7 (NLC), бяха характеризирани с различни техники за изследване, като: Раманова спектроскопия, импеданса и диелектрична спектроскопия, както и чрез

електрооптични измервания (оптичната пропускливост на нематичните слоеве като функция на приложеното външно променливо електрическо поле). В честотният диапазон от 0,5 Hz до 1 MHz, беше проведен анализ на проводимостта, диелектричната проницаемост и електричните загуби на планарните нематични филми при стайна температура. Анализът на експерименталните данни показва, че молекулната подредба, дължаща се на повърхностните взаимодействия GrFs – NLC, е отговорна за намаляването на йонната проводимост на E7, в присъствието на наночастици от GrFs. В сравнение с чистия нематик E7, това води до подобряване на характеристиките на нанокompозитите, необходими за практическото им приложение в електрооптиката.

Въз основа на получени експериментални резултати, ние обърнахме внимание на важна характеристика в електрооптичния (ЕО) отклик на нанокompозит от нематичен течен кристал (NLC), допиран с фотоактивен течен кристал. Като нанокompозит-домакин беше използван нематик със силикатен нанопълнител. Нематогенният течен кристал хептил цианобифенил (7CB) беше напълнен с хидрофилни силициеви наночастици (Aerosil 300) с размер ~ 7 nm (3 тегловни%). За да се получи фотоактивна нанонапълнена нематична система, наногелът аеросил/7CB се смесва с азобензена, 4-(4'етоксифенилазо) фенил хексаноат (EPH) (3 тегловни%). Чрез осветяване с UV светлина, с дължина на вълната от 375 nm, беше получено значително намаляване на праговото напрежение, което характеризира зависимостта на оптичната пропускливост на тънкия филм (25 μ m) от приложеното напрежение. Фото-индуцираната депресия на прага за преориентация на течния кристал, в присъствието на променливо електрично поле, възниква поради транс-цис фотоизомеризация на EPH молекули, които декорират наномрежата в наногела аеросил/7CB. Бяха анализирани същността и естеството на този ефект. Нашето обяснение включва модел, състоящ се от равномерно разпределени кондензатори, свързани с нематичните домени, ограничени в структурата на гела, които са свързани последователно. Въз основа на този модел, бе въведен терминът Пространствено-ограничен преход на Фредерикс (Confined Freedericksz Transition).

Мембранно разделяне на биологично-активни вещества

Колективи от Института по Инженерна Химия и Института по физика на твърдото тяло “Академик Георги Наджакков” при БАН имат сътрудничество в научни задачи с цел мембранно разделяне на биологично-активни вещества от групата на полифеноли и флавоноиди от растителни суровини. Учени от двата института участват в съвместна изследователска работа за изпълнението на задачи по договор № ДН 07/11 с Фонд Научни Изследвания на тема „Метод за оценка на ефективността на пренос при интегрирани процеси в биореактор с мембранно разделяне”.

Проведени са серия от експерименти на микро- и нано филтруване в кръстосан ток със стендов мембранен филтриращ модул MaxiMem (PS Prozesstechnik GmbH), оборудван с NF мембрана „Microdyn Nadir NP030P”. Извършено е оптимизиране на процесите на филтриране и концентриране при използване на мембрана с MWCO ~ 400 . С цел минимизиране на загубите е установено, че използваната мембрана е с нисък праг.

За възстановяване на биологично-активните съединения в растителния извлек, с цел бъдещото им използване, бяха проведени серия от експерименти на фракциониране чрез нанопилтрация, за получаване на по-чист разтвор на глюкоза и концентриран

разтвор на полизахариди и полифеноли. За целите на мембранното разделяне бе използван воден екстракт от водния плевел класовиден многолистник (*Myriophyllum spicatum*), с начална концентрация на глюкоза от 6 г/л и 10 г/л. Филтрацията бе извършена при следните работни параметри: трансмембранно налягане (5, 10, 20 бара), тангенциален поток (0.8, 1.2, 1.6, 2 л/мин.) и стайна температура.

ФИЗИЧЕСКА ОПТИКА И ОПТИЧЕСКИ МЕТОДИ

Анализ на ефекта на електрооптично контролируем ефект на памет в смектична C_G фаза в течнокристална клетка с електроди от графенов монослой

Целта на поставената задача беше да се индуцира електрооптична памет в неотдавна намерената от групата по „Оптика и спектроскопия на термотропни течни кристали“ смектична C_G фаза, състояща се в „запомняне“ на смектичната структура в по-високо-температурната нематична фаза. Реализиран е нанокompозит - течен кристал/графенови наночастици, в който се получи смектична C_G течнокристална матрица с висока степен ($S=0.7$) на обемна ориентация. Чрез вграждане в електрооптична клетка с температурно стабилизирани електроди от графенов монослой и графенови наночастици, с усреднена големина 0.4 nm, получихме висока степен на фероелектрична поляризация в C_G фазата, ≈ 150 nC/cm². При такова ниво на фероелектрична поляризация в C_G фаза, измерихме активационна енергия на изтриване на електрооптичната памет, $Q=670$ kJ mol⁻¹, с 200 kJ mol⁻¹ по-голяма от активационната енергия в конвенционалната смектична C фаза. Този резултат е индикация за осъществяване на ефективна електро-оптично контролируема памет в течнокристална матрица от типа смектик C_G . Това ни дава възможност и да увеличим и контролираме кодираната и запомнена информация в течнокристалната матрица, основно изискване на съвременната микро и нанофотоника, както и да моделираме намереният за пръв път от нас 3D наклон във фероелектрична смектична фаза с възможно най-ниска симетрия – C_1 . Извършен е подходящ подбор както на използваните течнокристални вещества, така и на компонентите на електрооптичната течнокристална клетка, като електроди и наночастици с оптимизирана форма, големина и концентрация. Това ще ни позволи да работим и с функционализирани наночастици, с които очакваме подобрение на управлението на електрооптичната памет при бързи релаксационни, в рамките на микросекунди, процеси в смектични структури. Ще получим и температурно стабилизирани графенови електроди, оптимизиран размер на графеновите наночастици и отчитане на двусмектичния наклон“.

Оптика и спектроскопия на твърди йонно-проводящи полимерни композитни електrolити с добавени наночастици или течен кристал

Йонно-проводящи твърди полимерни електrolити, съставени от смеси на поли(етиленов окис) (PEO) и поли(винилпиридон) (PVP), комплексирани с йонното съединение натриев периодат (NaIO₄), са проверени за наличие на захват на електрически заряд (СТ) и за поляризация на йонния пространствен заряд (SCP) в

статично електрическо поле. Тънки филми (с дебелина 110 μm) от тези материали са приготвени при съотношение на полимерите PEO:PVP=70:30 тегловни %, а концентрацията на NaIO_4 е 5, 7.5 или 10 тегловни %. Електрическият ток при стайна температура, както и зареждането/ разреждането във филмите са изследвани в зависимост от приложеното напрежение и от времето (t). На нивото на детекция не се наблюдават SCP и CT процеси в PEO-PVP- NaIO_4 , за разлика от идентични експерименти при PEO филми при същите експериментални условия. Силно редуцираните SCP и CT са от значение за електрохимични приложения на разглежданата йонно-проводяща PEO-PVP- NaIO_4 йон-полимерна система. Образци от твърдите електролити PEO-PVP- NaIO_4 са характеризирани и посредством оптична спектроскопия на дифузно отражение. С тази експериментална техника е установено, че добавянето на NaIO_4 води до нарастване на процентното съдържание на аморфната фракция в полимерната матрица на PEO-PVP- NaIO_4 , което е много важно за електролитната функция на този материал.

PEO/PVA композитни мембрани, комплексиранни с NaIO_4 сол в различни концентрации и с включени нано-листчета от графенов окис (GO), са приготвени с помощта на техниката за отливка от разтвор. В сравнение с чисти PEO/PVA смеси, нанокompозитните PEO/PVA мембрани демонстрират подобрени механична якост на опън и модул на Юнг. Измерванията на комплексния електрически импеданс на мембраните са извършени в честотен диапазон 0.1 Hz – 3MHz и при температура в диапазона 30–70 $^{\circ}\text{C}$. Чистият присмесен електролит, комплексиран с 20 тегловни % NaIO_4 , показва Na^+ йонна проводимост 1.03×10^{-7} S/cm при стайна температура. При смесените електролитни мембрани PEO/PVA/ NaIO_4 (20 тегл.%) демонстрират нарастване с един порядък на йонната проводимост при стайна температура в резултат на включване на нано-листчета GO при 0.9 тегловни %. Въвеждането на GO в матрицата на PEO/PVA електролитните мембрани води до нарастване на количеството на носителите на заряд, дифузивността и подвижността на йоните. По метода на отливка от разтвор са получени нови твърди полимерни електролитни мембрани, в комплекс със солта NaIO_4 , които са базирани на PEO и течен кристал E8. Комплексиранията между композита и солта са характеризирани чрез рентгенова дифракция (XRD), Фурие-трансформационна спектроскопия (FTIR), микро-Раманова и рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS). Проучванията чрез диференциална сканираща калориметрия (DSC) потвърждават намаляването на процента на кристаличната част в матрицата на електролитните мембрани при добавянето на NaIO_4 . Изследванията чрез комплексна електрическа импедансна спектроскопия свидетелстват за повишаването на йонната проводимост на електролитите при увеличаване на концентрацията на NaIO_4 . Електролитът PEO/E8, комплексиран с 10 wt% NaIO_4 , показва йонна проводимост 1.05×10^{-7} S/cm при стайна температура. Ефектът от включването на нематичен течен кристал (ТК) E8 в полимера поли(етиленов окис) (PEO) е проверен чрез изследване на структурни и електрически свойства на PEO-E8 композитите, при тегловен процент на E8, вариращ от 10 % до 50 %. Гъвкави PEO-E8 филми с дебелина 0.1 mm са структурно характеризирани с рентгенова дифракция (XRD) и рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS). Резултатите, получени от рентгено-структурните анализи, показват, че се образува полимер-ТК между-молекулен комплекс чрез включване на E8

ТК молекули в РЕО 'домакина', при определено ниво на тяхната концентрация. Структурните свойства на РЕО-Е8 композитите са корелирани с техните електропроводящи свойства, както зависят от концентрацията на Е8 ТК. Чрез количеството на фракцията ТК може да се постигне контролирана модификация на структурните и електропроводящите свойства на РЕО-Е8 материала. В сравнение с РЕО, включването на Е8 ТК в РЕО полимерната матрица може да доведе до значително подобрена електрическа проводимост на РЕО-Е8 композитите.

Тъй като са интересни за практически приложения в акумулаторни мини батерии, както и в органичната електроника, сензорика и мехатроника, електрическите и диелектрични свойства на електролитна система, състояща се от полимера поли (етиленов окис) (РЕО) и нематичния течен кристал Е8 (при съотношение на състава РЕО:Е8 = 70:30 тегловни %), са подробно изследвани. Гъвкави тънки филми от този органичен електролит с дебелина ~ 0.1 mm са характеризирани чрез честотни спектри на техния комплексен електрически импеданс и на диелектричната им функция. В сравнение с полимера-'домакин' РЕО, е постигнато значително подобрение както на електрическия транспорт, така и на диелектричните свойства на РЕО-Е8 композитните електролити. Получените резултати са сравнени със съответните стойности и характеристики, измерени за авангардни метало-органични твърди полимерни електролити, базирани на РЕО или на смеси от РЕО с поливинилпирилодон (PVP) - йонни полимерни електролитни комплекси от РЕО/PVP, легирани с неорганично йонно съединение и с наночастици, актуални понастоящем.

Оптика и спектроскопия, електро-оптика и нано-електроника на нематични нанокompозити

Тънки (7 μm) планарно-ориентирани филми от нанокompозити от графенови нано-люспи (GrFs), диспергирани при концентрации от 10^{-3} тегловни % в нематичен течен кристал (НТК) Е7, са характеризирани с различни техники за изследване, като оптическа спектроскопия на пропускане/поглъщане в близката УВ-видима-близка ИЧ области, Раманова спектроскопия, измерване на импеданса и диелектрична спектроскопия, както и чрез електро-оптични измервания (оптическо пропускане на НТК филмите в зависимост от напрежението на приложеното външно променливо електрическо поле). Проводящите характеристики, диелектричната възприемчивост и загубата на електрическа енергия на НТК филмите при стайна температура, са анализирани като функция на честотата на полето, в областта от 0.5 Hz до 1 MHz. Промяната на електрическия импеданс на нанокompозитните GrFs/Е7 филми, йонната им проводимост, мобилността на свободните йони и диелектричната им функция са анализирани в зависимост от температурата (в диапазона от 15 °C до 60 °C). Съответните стойности и характеристики са сравнени с тези на филми от чист НТК Е7, измерени при същите експериментални условия. В резултат на дотирането с графен се наблюдава значително намаляване на йонната проводимост на планарно-ориентирани Е7 НТК филми. Анализът на експерименталните данни показва, че този ефект в присъствието на GrFs се дължи на молекулното ориентиране чрез GrFs/НТК повърхностни взаимодействия. В сравнение с чистия ТК Е7, за изследваните нематични нанокompозити това води до подобрени характеристики, необходими при

практическото им приложение в електро-оптиката, напр. за дисплеи и електро-оптични модулатори. Положителният ефект от добавката на съвсем малкото количество на графенови наночастици в НТК материал се проявява в широк честотен и температурен диапазон и е важен за електро-оптичната функционалност на тънките НТК филми.

Нови фото-управляеми наноструктурирани нематични материали

Понеже е от практическо значение за фото-управляеми електро-оптични приложения и устройства, базирани на нематични течни кристали (ТК), фото-индуцираната промяна на светопропускането при фотоактивни нематични нанокompозити е изследвана в зависимост от температурата и приложеното променливо-токово електрическо поле. Фотоактивният нанокompозитен материал е получен от нематичен ТК 4-n-хептил цианобифенил (7CB), напълнен с 3 тегловни % аеросилни наночастици с размер ~ 7 nm и допълнително легиран с азо-съединение, което е нематогенен ТК. Допингът с такъв фотоактивен ТК, а именно 4-(4'-ethoxyphenylazo) phenyl hexanoate (EPH), при концентрация 3 тегловни %, прави нематичния нанокompозит аеросил/7CB фото-реагиращ. Изследвани са тънки нематични филми (дебелина 25 μ m) от получения азо-дотиран композитен наноматериал. Установено е значително усилване на техният електро-оптичен отклик, когато те се осветяват със светлина в УВ спектралната област, при дължина на вълната 375 nm. В определен температурен диапазон, управляваното от електрическо поле оптическо пропускане на азо-легиран аеросил/7CB филми, може да бъде ефективно контролирано със светлина посредством *транс-цис* фотоизомеризация на азо-нанодопантите. Чрез електро-оптични измервания е изследван фото-индуцирания ефект върху електрически-управляемото оптическо пропускане на приготвените фотоактивни азо-легиран нематични нанокompозити. При прилагане на променливо-токово електрическо поле, фото-индуцираният ефект върху зависещото от напрежението светопропускане при аеросил/7CB/EPH е добре изразен, доста силен и обратим. Изследвани са ефектът от интензитета на ултравиолетовата светлина и ролята на фотоизомеризуемите фотохромни EPH нанодопантите за фото-управляема електро-оптика на нематичния нанокompозит аеросил/7CB/EPH.

По покана на Университета Жул Верн, град Амиен, Франция са изследвани фазовите, електрооптичните и диелектрични свойства на група термотропни течни кристали, показващи нематична twist-bend фаза, синтезирани в Департамента по органична химия и биохимия на Института Рудер Божкович, Загреб, Хърватия. Използвани са методите на поляризационната оптична микроскопия и импедансната спектроскопия.

Направени са голям брой спектрофотометрични изследвания в различни спектрални области на колеги от Института, от институтите в БАН и външни потребители:

1. Измерване на оптичните качества на Si пластини, предназначени за направа на оптични елементи, работещи в ИЧ спектър, за ОПТИКС АД, София
2. Измерване на ИЧ спектралните характеристики на антиотразяващи покрития върху Ge пластини, за Холдинг Кимкооп ООД, София

3. Измерване на ИЧ спектралните характеристики на многослойни покрития от биоразградими вещества с антиоксидантни свойства, нанесени върху подложка от полимлечна киселина, за Пловдивския университет Паисий Хилендарски
4. Измерване на UV-VIS спектрални характеристики на антиотразяващи покрития и тесноивични филтри върху стъклени пластини, за Холдинг Кимкооп ООД, София

Проведен е теоретичен анализ за генерацията на времеви солитони или Кер честотен гребен в микрорезонатор с нехомогенност и е конструирана хомоклинната бифуркационна структура. Демонстрирана е нова, разширена област на стабилност на еднопиков солитон.

Изследван е динамиката на кръгов резонатор с фотонно оптично влакно в рамките на модела на Лужато-Лефеве и е показано че тя се описва добре близо до прехода от моно- към би-стабилност с обобщено уравнение на Суиф-Хохенберг с реални коефициенти. С помощта на слабо-нелинеен анализ е характеризирано движението на дисипативни солитони в тази система.

Разработен е модел, описващ динамиката на електрично- и оптично- напompвани лазери с вертикално излъчване и външен резонатор (VCSELs) и с огледало, включващо насищаем поглъtitел. Изследвани са различията в динамиката при линейна и „сгъната“ геометрия на резонатора и възможността за модовото заключване на сблъскващи се импулси.

През годината бе започната отладка на работния вариант на компютърния код, в който са вградени теоретичните изрази за елементите на матриците на собствените стойности - константите на разпространение и електричното и магнитното полета на модовете, които се разпространяват в

- Брегови фотонно-кристални влакна и
- Фотонно-кристални влакна, с покрити със слоеве дупки,

получени с въвеждане на локални координатни системи в метода на Галеркин за пресмятане на Фотонно-кристални влакна.

Описани са най-разпространените вълноводни структури за модулиращо действие в протонно-обменен литиев ниобат с приложение в системите за навигация и в сензорите за температура и електрично поле.

Извършен е сравнителен анализ на резултатите, получени при използване на различни методи за оценка на фазовия състав и оптичните свойства на протонно-обменени вълноводни слоеве в литиев ниобат. Използваният подход позволява оценка на влиянието на технологичните параметри върху фазообразуването. Комбинацията от методи (модова, вибрационна, рентгенова фотоелектронна спектроскопия и измерване на механични напрежения) допринася за по-точен анализ на фазовия състав и дебелините на фазовите слоеве в този тип оптични вълноводи.

Направен е обзор на лазерните методи за изследване художествени материали, използвани в кавалетната живопис – свързватели, пигменти, фирниса. Разгледани са основните спектроскопични методи с лазерно оборудване, даващи възможност за *in situ*

анализ с висока точност. Описани са холографско-интерферометричните методи за структурен анализ на живописни слоеве, както и използването на лазерно базирани сензори за микроклимат в помещенията за експониране и съхраняване на картини.

През годините до 2018 включително бе направен пълен обзор на мегалитните обекти у нас и бе посочено, че те трудно се датират по класическите способности, поради което за тях е подходящ методът на луминесцентно датирание. През 2019 бе разширен съществено кръгът археологични обекти, където луминесцентното датирание може да бъде изключително полезно, като бяха добавени още две големи групи: средновековни християнски и османски надгробия. Проследени са културни кореспонденции между Балканите и Кавказ, които се изразяват в технологията на мегалитното строителство. Те свидетелстват за културни взаимодействия между двата района от праисторията до античността. Проследена е съдбата на мегалитните обекти в България след приемането на християнството – християнизация и реинтерпретация. Цялата дейност е извършена от името на Института по физика на твърдото тяло „Акад.Г.Наджаков”.

ЛАЗЕРНА ФИЗИКА И ФИЗИКА НА АТОМИТЕ, МОЛЕКУЛИТЕ И ПЛАЗМАТА

При изследването на стронциев атомен лазер с пари на стронций, генериращ в средната инфрачервена спектрална област, е получена рекордна средна изходна мощност от 29 W, която е повече от два пъти по-висока от средната лазерна мощност, получена от единична тръба. Получена е също така и най-високата енергия на лазерния импулс 2.9 mJ. Създадена е и е изследвана генератор–усилвател система с пари на стронций с рекордно високо качество на лазерното лъчение на линията 6.45 μm ($M^2 = 1.044$), работеща в стационарен отпоен режим при средна изходна мощност от 3 W.

Изчислено е радиалното разпределение на газовата температура в изследваните експериментално четири лазерни тръби, като за целта са определени: коефициента на топлопроводност на тръбите, ограничаващи разрядната зона, и използваните термични изолации; плътността на средната електрическа мощност, въвеждана в газоразрядната плазма, т. е. източника на топлина. Изчислено е също така времето и радиалното разпределение на електронната температура $T_e(r, t)$ в Cu^+ лазер с CuVg пари и He-Sr^+ рекомбинационен лазер при би-Максуелова функция на разпределение на електроните по енергия чрез създадения нов теоретичен метод, основаващ се на решаването на нестационарното уравнение на топлопроводността за електронния газ.

Проведени са експерименти, при които с фемтосекундно лазерно лъчение са облъчени стъкла, дотирани с наночастици от благородните метали злато и сребро. Изследвани са образци с различна концентрация на сребърни наночастици 1, 5 и 10 %, както и такива без добавки. Работните параметри на лазерното лъчение са изменени в следните диапазони: брой лазерни импулси – от $4 \cdot 10^3$ до $6 \cdot 10^3$; енергия на лазерните импулси – от 20 до 60 μJ и дължина на вълната на лазерното лъчение – 800 nm. Проведени са анализи на образци от стъкла, дотирани с частици на злато и стъкла, които не са дотирани с наночастици. Методите и техниките, които са използвани за анализи на облъчените образци, са: терахерцова спектроскопия за определяне на коефициентите на пропускане, пречупване и отражение; СЕМ анализи.

Разработен е модифициран z-scan метод с фемтосекундно лазерно лъчение за експериментално определяне на нелинейните свойства и ефекти на тримерни ансамбли

от наночастици на благородни метали, дотирани в оптичен материал. Методът е калибриран с образци от топен кварц. Изследвани са образци от боросиликатни стъкла, дотирани със златни йони с концентрации 0.1 и 1 wt%. Получени са и са изследвани филаментни структури в обема на изследваните материали за спектрален интервал от 260 – 1600 nm. Чрез фокусиране на лазерното лъчение с ахроматична леща е получена генерация на втора хармонична, която е наблюдавана на следните дължини на вълната: 266, 400, 532, 600, 800, 1064, 1500 и 1600 nm.

Експериментално е изследвана лазерна аблация със субпикосекундни и фемтосекундни лазерни импулси за микро и нанообработка на различни материали, такива като: Al, Zn, Cu, месинг, нераждаема стомана, полипропилен, найлон.

Чрез използване на PLASIMO платформа е направен 2D нестационарен флуиден модел на кухо-катоден разряд с катодно разпръскване в нова конструкция на разрядната тръба, която комбинира надлъжен кухокатоден разряд с кухокатоден разряд от флейтов тип. Тази конструкция на разрядната тръба позволява да се реализира до известна степен независимо получаване и въвеждане на активни частици в основния надлъжен кухокатоден разряд, в който разрядните условия са оптимални за лазерна генерация, чрез използването на допълнителния флейтов кухокатоден разряд. Определени са разпределенията на потенциала на електричното поле и на концентрациите на електроните, атомите и йоните на медта.

Разработени са нови композитни импулси, които допускат грешки във релативните фази. Това е стъпка към разрешаването на един от най-сериозните недостатъци на техниката на композитните импулси: необходимостта от прецизно манипулиране на фазите. Завършена е работата по: 1) разработването на близначни (twin) композитни импулси, позволяващи по-голяма гъвкавост на общата площ на импулсите и 2) метод за квантов контрол, базиран на „детюнгов импулси“, които представляват обобщение на композитните импулси и могат да бъдат използвани във физични системи, където е невъзможно, или е трудно, да се осъществи скок във фазата на полето.

Чрез използването на формалната аналогия между еволюцията на вектора на състоянието в квантовата механика и вектора на Джоунс в поляризационната оптика, ние конструирахме и демонстрирахме експериментално пренастройваеми композитни широкоивични поляризационни ротатори на линейна поляризация по два модела: като система от четен брой полувълнови пластини и комбинация от полувълнови пластини и Френел ромб. Друга разработка е създаването на композитни поляризационни филтри и тяхното приложение за селективно, спрямо дължината на вълната, въртене на линейната поляризация. Създаденият композитен поляризационен филтър е изграден от съвкупността от многоредови вълнови пластини подредени като сандвичева структура, при което оптичните оси на всяка една от пластините е под предверително оценен ъгъл една спрямо друга, при което се получава компенсация, водеща до реализирането на определен поляризационен филтър. Ключов момент при тази разработка е това, че пластините са многоредови.

Продължи работата по изграждане на експериментална апаратура и методика за манипулация на лазерно охладени рубидиеви атоми. За целта бяха създадени няколко програми на LabView за различните степени на контрол и детекция на състоянията на атомите. Бе подобрена експерименталната система за изследване и детекция.

В областта на аналитичната спектроскопия са проведени изследвания за определяне на елементния състав на редица археологически артефакти. Изследвани са керемиди от периода на Ранния Халколит, открити в два региона в България – Врачанско и Старозагорско. Целта е да се определи елементния състав на белия пигмент в инкрустациите чрез LIBS. На базата на получените резултати и резултатите получени

от анализите чрез други методи (FTIR и XRD), изследваните предмети са класифицирани в различни групи според състава на пигмента - калцит, гипс и биоапатит. Изследвани са и бронзови оръжия (копия и брадви) от колекцията на Националния археологически институт с музей при БАН. Целта е да се определи концентрацията на антимон в сплавта, на базата на което да се направят заключения за производствените процеси и произхода на артефактите. За част от изследваните предмети е установено съдържание на антимон в количество между 1% и 3%, което се приема за индикация, че антимонът е добавен към сплавта, а не е примес от рудата. Добавянето на антимон към бронза е било характерно за източната част на Централна Европа през Късната Бронзова епоха, което не се е практикувало на Балканите. Получените резултати може да бъдат потвърждение на предположението за произхода на предметите.

Музей „История на физическите науки в България“ при ИФТТ

През 2019 година на 80 годишна възраст почина проф. д-р Петер Мария Шустер (26.10.1939–26.12.2019). Като председател на групата по История на физиката към Европейското физическо дружество проф. д-р П. М. Шустер посети музея на Георги Наджаков при Института по физика на твърдото тяло, БАН по време на третия симпозиум “Разпространение и развитие на физико-математическите знания на Балканите”, организиран от Музея на 17–18 октомври 2011.

Оценката за Евгени Леяровски (05.07.1933–23.04.1999) като превъзходен експериментатор с новаторско въображение и брилянтни научни идеи е в основата на постиженията му върху високотемпературната свръхпроводимост, ниските температури, парамагнетизма при слаби магнитни полета и разделянето на газови смеси.

Роля на проф. Рашко Гаврилов Зайков (10.12.1901–25.11.1982) за развитието на теоретичната ядрена физика в България е проучена документално. Повод е честването на 140 годишнината от рождението на Алберт Айнщайн (1879–1955), организирано от катедрата по германистика и скандинавистика при Софийския университет и Австрийската библиотека „Д-р Волфганг Краус“ на 5 юни 2019 година.

Българската национална телевизия, канал 2 засне в Музея част от документалния филм „Студенти и преподаватели разработиха сензори за сигурност на обществени места“, който е излъчен в рубриката “Млади иноватори” на 10 февруари 2019.

През 2019 г. учени работещи в ИФТТ бяха отличени за своите научни постижения със следните награди:

Награда за най-успешен младежки проект по Програма “Млади учени и докторанти” получи понастоящем доц. д-р Карекин Есмерян.

В рамките на наградата Питагор, Виктория Атанасова получи грамота за млад учен от научното издателство „Elsevier“.

Две от публикациите на доц. д-р Елена Назърова, доц. д-р Кръстьо Бучков и гл. ас. д-р Вихрен Томов за 2018 г. (Supercond. Sci. Technol. 31 (2018) 015014 и J. Appl. Phys. 123 (2018) 233904) бяха класирани между двайсетте най-добри статии за 2018 г. в своите списания от техните редакции. Поради това до тези статии за определен период бе даден свободен достъп.

По случай „150 години БАН“ по инициатива на акад. д-р А.Г. Петров бе организиран Конкурс за високи научни постижения в ИФТТ (2017-2018). Наградата бе спечелена от доц. Боян Торосов.

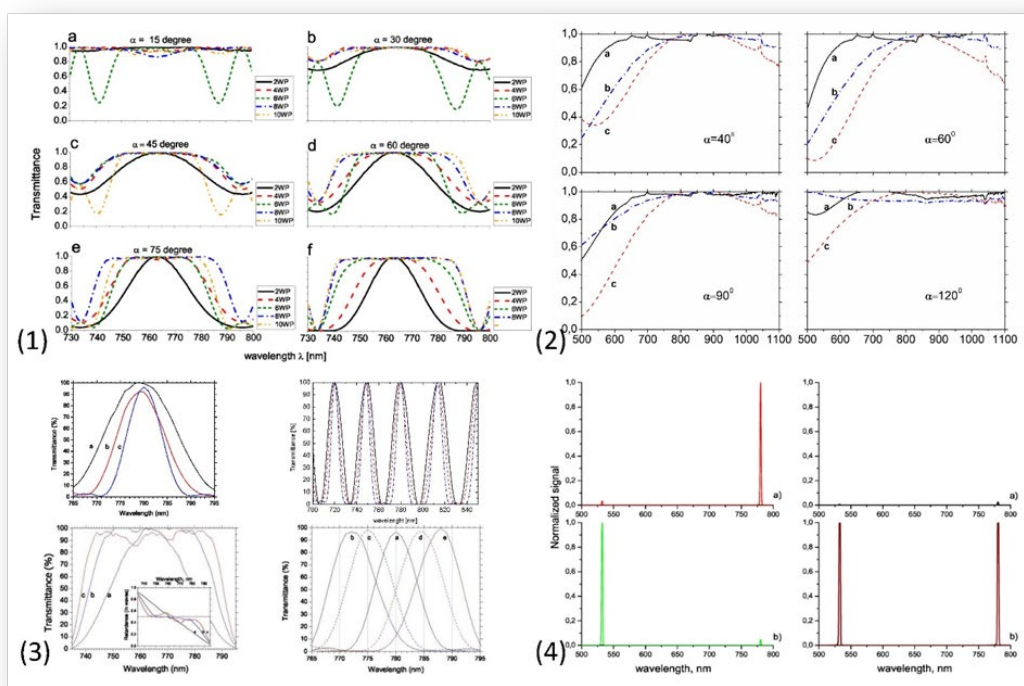
2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО ПРЕЗ 2019 Г.

2.1. Най-значимо научно постижение

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ТЕХНИКАТА НА КОМПОЗИТНИТЕ ИМПУЛСИ В ОПТИЧНИТЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ръководител на темата: доц. д-р Емилия Димова

Прилагайки квантово-оптичните аналогии са разработени пренастройваеми композитни широкопаявични поляризационни ротатори на линейна поляризация по два модела: 1) система от четен брой полувълнови пластини, при което въртенето на линейната поляризация е в спектрална област с ширина от 50 nm и 2) комбинация от ахроматични полувълнови пластини и Френел ромб, при което въртенето на линейната поляризация е в спектрална област с ширина около 400 nm.



Графична зависимост на коефициент на пропускане спрямо дължината на светлинната вълна при споменатите разработки: (1) композитен широкопаявичен поляризационен ротатор, (2) ултра-широкопаявичен поляризационен ротатор, (3) композитен теснопаявичен поляризационен ретърдър и (4) демонстрация на селективно манипулиране на линейната поляризация на един светлинен лъч в сноп.

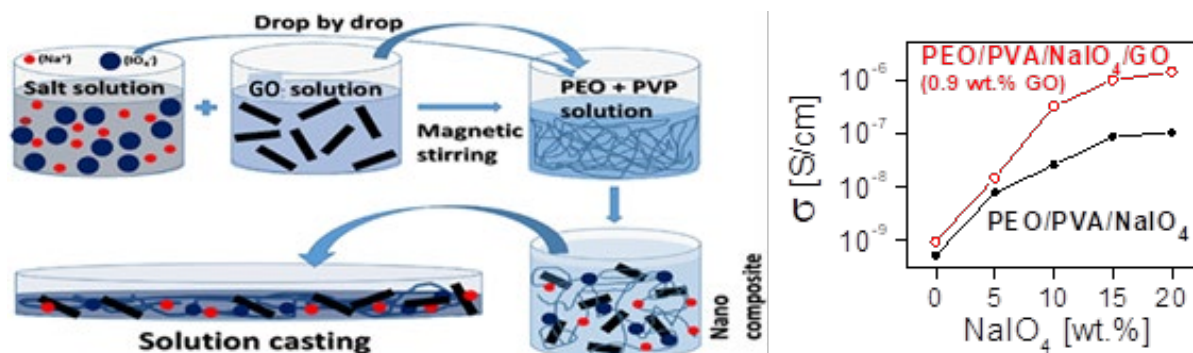
Използваната аналогия бе приложена също така за създаването на композитни тесноивични поляризационни ретардъри (КТПР) и по-специално тяхното приложение за селективно, спрямо дължината на вълната, въртене на линейната поляризация в светлинен сноп. При този експеримент беше изграден тесноивичен композитен ретардър, който има свойствата на полувълнова пластина. Той е изграден от съвкупност от многоредови $\lambda/4$ вълнови пластини ($\lambda=780$ nm, WPMQ10M-780, Thorlabs) подредени последователно една след друга, при което оптичните оси на всяка една от пластините е под предварително оценен ъгъл една спрямо друга (подобно на последователност от импулси с определени фази). Използвайки зависимостта на закъснението от дължината на светлинната вълна полученият КТПР работи за няколко дължини на вълните, определени от специфичните особености на единичната вълнова пластина. Създаденият композитен тесноивичен поляризационен ретардър може да бъде използван като ротатор на равнината на линейната поляризация на светлина с избрана дължина на вълната. Това е експериментално потвърдено като в сноп, състоящ се от светлина с две различни дължини на вълните, съответно 532 nm и 780 nm, селективно е манипулирана линейната поляризация на единият светлинен лъч (532 nm), докато композитния тесноивичен поляризационен ретардър не влияе на лъча с другата дължина на вълната (780 nm). Посочените по-горе разработки в оптичните технологии биха могли да се използват в експерименталните изследвания в областта на спектроскопията, лазерните технологии и тяхните приложения, и др.

2.2. Най-значимо научно-приложно постижение

Na⁺ ЙОННО-ПРОВОДЯЩИ ПОЛИМЕРНО-БАЗИРАНИ КОМПОЗИТНИ ЕЛЕКТРОЛИТИ С ВКЛЮЧЕНИ НАНОЧАСТИЦИ ИЛИ ТЕЧЕН КРИСТАЛ

Ръководител на темата: доц. д-р Йордан Маринов

Обект на научната разработка са нови полимерно-базирани електролити, представляващи комплекси на полиетиленов окис (PEO) и поливинил-пиролидон (PVP) (или поливинил алкохол, PVA) с йонно неорганично съединение NaIO₄. Като Na⁺ йонно-проводящи материали, те представляват интерес за приложение в мини мобилни устройства за съхранение на енергия. Изследвани са случаите, когато системите са модифицирани с различни нанодобавки: нано-люспи от графенов окис (GO), наночастици TiO₂, а също и с молекули на нематичен течен кристал (ТК) E8.



Изследванията с комплексна електрическа импедансна спектроскопия показват значително нарастване на йонната проводимост на йон-полимерните електролити с увеличаване на концентрацията на NaIO_4 . В сравнение с РЕО, включването на ТК Е8 в полимерната матрица РЕО подобрява значително йонната проводимост на композита РЕО/Е8. В резултат на включване на нано-люспи GO (0.9 тегловни %), йонната проводимост на електролитни мембрани РЕО/PVA/ NaIO_4 (20 тегл.% NaIO_4) при стайна температура нараства с повече от един порядък.

3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО ПРЕЗ 2019 Г.

Институтът по физика на твърдото тяло продължи да развива и през 2019 г. сътрудничества на ниво Академия и двустранните сътрудничества между ИФТТ и университети, лаборатории и организации от цял свят.

Голяма роля играят традиционно добрите сътрудничества на Института с авторитетни международни центрове като ОИЯИ – Дубна, Русия и Международната лаборатория за силни магнитни полета и ниски температури във Вроцлав, Полша.

66 публикации от общо 143 излезли от печат публикации през 2019 г. са в съавторство с чуждестранни учени.

През 2019 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 и докторанти от ИФТТ за търсене на възможности за тяхното финансиране по различни други програми и договори. През изтеклата година продължи работата по бте спечелени проекта на млади учени от института по Програмата за подпомагане на младите учени в БАН от 2017 година и бяха спечелени още 9 проекта за млади учени и един за постдокторант от същата програма за 2018г..

През 2019 г. в ИФТТ беше работено общо по 11 проекта в рамките на традиционното вече междуакадемично сътрудничество между БАН и съответните научни организации в: Румъния (3), Полша (2), Сърбия (3), Белгия (1), Италия (1) и Естония (1). Те се изпълняват въпреки финансовите трудности и отчетите им са разгледани и приети от Научния съвет на ИФТТ.

ИФТТ има преки двустранни сътрудничества с чуждестранни институти и лаборатории от много страни (главно от Европа). 1 от тези договори е получил финансиране през 2018г.- програмата Д ЕРА 333 (рък. Д. Димитров, 25 000 лв.).

Учени от ИФТТ работиха през 2019г. по два договора с ОИЯИ-Дубна (рък.: проф. Н. Тончев и рък. доц. Ю. Генова) и участваха в пет Европейски мрежи по програмата Cost (доц. Д. Димитров, доц. З. Димитрова и доц. Е. Йорданова).

През 2019г. ИФТТ започна организацията на 21-та ШКОЛА ПО ФИЗИКА НА КОНДЕНЗИРАНАТА МАТЕРИЯ (Progress and Perspectives in Functional Materials), която ще се проведе в периода 31 август – 4 септември 2020 във Варна. Отново с цел подпомагане финансирането на школата се подготвя проект към Фонд научни изследвания по „Процедура за подкрепа на международни научни форуми, провеждани в Република България“. Реализирането на такъв проект би позволило да бъдат командирани около десет млади учени за участие в школата. На този етап за участие в школата са дали съгласие 19 поканени лектори от САЩ, Русия, Франция, Германия,

Сърбия, Унгария, Полша, Словения, Румъния, Италия, Белгия и Катар.

През 2019 година сътрудници на Института са участвали в множество конференции и школи в чужбина и страната, където са представили своите постижения в 42 доклада и 57 постера.

Най-значим международно финансирани проект на ИФТТ

„Мехатроника и чисти технологии“, номер на проекта BG05M2OP001-1.001-0008, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.

Общ бюджет за целия проект около 70 милиона, от които за ИФТТ – 2,3 милиона лв.

Целта на проекта е изграждането на нов тип национален Център за върхови постижения по мехатроника и чисти технологии, който да мобилизира научно-изследователския потенциал така че да се постигне качествено ново ниво на познанието в няколко взаимно припокриващи се икономически сегмента: механика, роботика, енергийна ефективност, устойчиво използване на суровини и ресурси, редуциране на парникови емисии.

Координатор на проекта е Институтът по обща и неорганична химия към БАН.

Центърът е съставен на принципа на допълване и обединява водещи научни групи от институти на БАН (общо 12) и висши училища СУ „Св. Климент Охридски“, ТУ-София, ТУ-Варна, ТУ-Габрово и ХТМУ - София. Ролята на всяка една от партньорските организации е да се координират, организират и провеждат независими научно-изследователски дейности в областта на мехатроника и чисти технологии.

4. УЧАСТИЕ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ ПРЕЗ 2019 Г.

Учени от Института четат лекции и водят упражнения по основни и специализирани курсове към Центъра за обучение към БАН, като: Течнокристален подход във физиката на живата материя; взаимодействие на лазерното лъчение с веществото; компютърно моделиране на комплексни системи; увод в теорията на фазовите преходи; свръхпроводимост; Експериментални методи в атомната физика; видове и свойства на газовите разряди, използвани в лазерите и нелинейни възбуждения в кондензирани среди, както и базовия курс основи на LaTeX.

В „Центъра за изследване на физичните свойства на материали, повърхности и структури“ към ИФТТ са проведени редица демонстрации и обучения на докторанти, студенти и ученици от ИФТТ и от други институции. Ученици от елитни гимназии (Софийска математическа гимназия, Национална природоматематическа гимназия, Американски колеж и др.) с интереси в областта на математиката и физиката регулярно посещават Института, където биват запознавани с най-новите технологии и открития в областта на физиката, биофизиката и физикохимията.

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“. Във връзка с изтичането на акредитацията на ИФТТ за обучение по тези две докторски програми през годината бяха избрани комисии и подготвени, одобрени и депозиранни в НАОА Доклади – Самооценка по тези две докторски програми. През 2016 г. бе подновена акредитацията по програмата „Биофизика“ за срок от 6 години.

През 2019 г. в Института се е обучавал 1 редовен докторант и 1 на самостоятелна подготовка. Успешно са защитили 3 дисертации за образователната и научна степен „доктор“.

От 06 до 08 декември 2019 г. в творческия дом на БАН „Златни мостове“ - Витоша се проведе XXII-ят Зимен семинар „Интердисциплинарна физика“ на докторантите и младите учени от институтите на комплекс 2 на БАН с председател доц. д-р Красимир Темелков и научен секретар ас. Валери Джурков. В семинара взеха участие 17 души – 12 от ИФТТ, 3 от ИЯИЯЕ, 1 от ИЕ и 1 от ИОНХ. Участниците представиха 14 устни доклада. Изнесените доклади от докторантите, студентите и младите учени бяха върху най-актуални теми от областта на физиката на лазерите, плазмата, сензориката, оптиката и спектроскопията, материалознанието, биологията, медицината и др. Темите на лекциите и резюметата на докладите са отпечатани в материалите на семинара.

5. ИНОВАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО И АНАЛИЗ НА НЕЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ ПРЕЗ 2019 Г.

5.1 Осъществяване на съвместна иновационна дейност с външни организации и партньори

ГОТОВИ ЗА СТОПАНСКА РЕАЛИЗАЦИЯ НАУЧНИ ПРОДУКТИ

1. Динамичен тягов интегратор.
2. Оптимално разпределение на подвижен състав.
3. Прогнозиране на трафик.
4. Устройство за визуализиране на неравномерности по повърхности.
5. Устройство за контрол на състава на образци.

5.2 Извършен трансфер на технологии

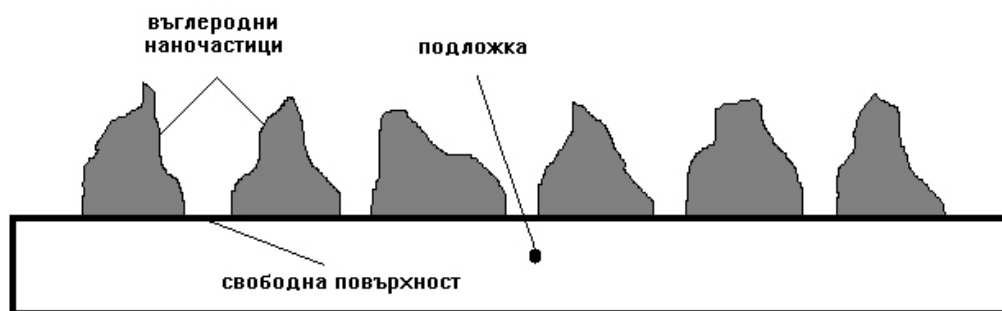
В ИФТТ се поддържат общо 14 патента.

През 2019г. е одобрен един патент на ИФТТ:

МЕТОД ЗА СТАБИЛИЗАЦИЯ НА СВРЪХХИДРОФОБНО ПОКРИТИЕ ОТ ВЪГЛЕРОДНИ НАНОЧАСТИЦИ

с автори И. Аврамов, Е. Радева, К. Есмерян

Патентът предлага метод за стабилизация на свръххидрофобни покритията от въглеродни наночастици (ВНЧ), използвани в химични, биологични и медицински сензори, на повърхнинни и обемни акустични вълни. След нанасянето на ВНЧ сензорите се покриват допълнително с полимерен слой, образуващ маска, която залавя ВНЧ за свободните зони от повърхността на подложката. Така значително се подобрява тяхната механична устойчивост и покритието запазва своята свръххидрофобност за голям брой работни цикли.



а)



б)

В експертиза са 11 патента на ИФТТ. През 2019 е подадена една нова заявка за патент: К. Д. Есмерян и Т. А. Чаушев, Метод за криоконсервация на човешки клетки и тъкани, подаден на 21.06.2019г., София, България, №112950.

6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО ПРЕЗ 2019г. И АНАЛИЗ НА НЕЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ.

6.1 Съвместна стопанска дейност

ИФТТ няма договори за съвместна стопанска дейност.

6.2 Отдаване под наем

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

- 1. “Каффа ойл” ЕООД**
- 2. “АПЛАЙ”ЕООД**
- 3. „Вертех“ЕООД**
- 4. “БУЛРЕНТАЛ”ЕООД**
- 5. "БУЛПОД" ООД**
- 6. “ГИТАВА” ООД**
- 7. “НАТИ-75”ЕООД**
- 8. Деян Пламенов**
- 9. “ДИНО АРТ” ЕТ**
- 10. Мирослав Гергинов**
- 11. “АСКИ ”ЕООД**
- 12. Интересно БГ**
- 13. “Михаил Янков”ЕТ-2 договора**
- 14. Никола Байнов**
- 15. “НИК ТРЕЙД 12” ЕООД**
- 16 МИХАИЛ НИКОЛОВ**
- 17. “ПУЛСЛАЙТ”ООД**
- 18. “Пи Си хаос” ЕООД**
- 19. Радослав Сашев Иванов**
- 20. “СКАЙ ПРИНТ ООД**
- 21. Стоян Нешев**
- 22.. „Дива 2009“ЕООД**
- 23 „Гопал Прасад“ 2 договора**
- 24. Теодор Станоев**
- 25. БФМ ЕООД**
- 26. ЕПО ЛУКС ООД**
- 27. МИКРОТЕХ БГ ЕООД**
- 28“ЧЕНТИ СПОРТ”ООД**
- 29.АЙ ТИ УЪРКС**
- 30.Семра Дургут**
- 31.Симпекс ди**
- 32.Самекс ЕООД**
- 33.РСенз**

- 2 518 лв. – републикански бюджет

- 2 518 лв. - резерв

- 33 565 лв. ДДС

- 81 395 лв. - ЦУ - БАН

- 81 395 лв. – ИФТТ

-общо събрани приходи от наеми-201 391лв.

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО ЗА 2019 Г.

Институтът се финансира от бюджета и със собствени средства. Приходите са както следва: от бюджетната субсидия – **2 898 485 лв.**, собствени средства **233 343 лв.**, трансфери от МОН – **487 947,87 лв.**, вътрешни трансфери получени-**148 751,75 лв.** и предоставени- **84 000 лв.**/заем БАН -40 000 лв. и по договори към ИОМТ-20 000 и ИЕ-24 000 лв./ и трансфер към БАН за отчисления от наемни договори – **81 395 лв.**

Разходите са 3 187 546 лв. както следва:

§01 Заплати	1 988 122 лв.
§02 Други възнаграждения	101 669 лв.
§05 Осиг.вноски работодател	392 972 лв.
§10 Издръжка /НИР охрана, командировки, раб.облекло, м-ли, външни у-ги, тек.ремонти, вода, парно, телефони, ел.е-я/	636 809 лв.
§19 Платени данъци и такси	1 362 лв.
§40 Стипендии	4 550 лв.
§52 Придобиване на ДМА	62 062 лв.

Списъчният състав на Института е с планова численост от **183 щатни бройки**
Договорите за отдаване под наем са тристранни - наемател, ИФТТ и БАН. От тях се превеждат дължимите данъци и остатъка се разпределя между БАН и ИФТТ по **81 395 лв.**

Транспортните средства са 3 на брой.

8. ИЗДАТЕЛСКА И ИНФОРМАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО В ПРЕЗ 2019 Г.

През 2019 г., за пореден път ИФТТ издаде във вид на книжка годишния отчет на Института на английски език (Annual Research Report 2019), което е много полезно при запознаване на чужди институции и колеги с дейността на Института.

В периода 14-18 октомври 2019 г. пред фойето на зала „Проф. Марин Дринов“ (ул. „15 ноември“ №1) бе проведена изложбата Технологии и материали в полза на обществото. Изложбата бе организирана от Института по физика на твърдото тяло (ИФТТ) „Акад. Г. Наджакон“ и бе посветена на 150 годишнината от създаването на Българската академия на науките – период от време, за който от Българско книжовно дружество тя достига статута на научна институция със съвременна структура и достойно място в международното изследователско пространство.

Експозицията включваше 18 постера, показващи научните постижения на направленията в ИФТТ, допринесли за създаването и развитието на микроелектрониката, акустоелектрониката и на нанотехнологиите в България. На тях бяха представени както експонати от миналото, така и резултати от проведените изследвания през последните години.

През 2019г. бяха продължени дейностите по обновление на наличната инфраструктура и поддържаните услуги. В момента, ИФТТ поддържа самостоятелно следните услуги: DNS, DHCP, MAIL, WEB hosting, file servers за администрацията и счетоводството и др.

Периодично през годината бяха обновявани версиите на счетоводните софтуерни програми Omeks 2000 и заедно с представителите на фирмата поддържаща софтуера Скипър е направена настройка за периодични съхранявания на данните на предвидения за това сървър.

Извършвани са и рутинни дейности по регистрация на нови емайл потребители, регистрация на нови компютри към локалната мрежа, лицензиране на компютри и др.

ВРЪЗКИ С ОБЩЕСТВЕННОСТТА

За популяризиране на дейността и постиженията на учените, както и на важни събития, организирани от Института по физика на твърдото тяло, са използвани всички видове информационни канали: печатни, интернет базирани и ефирни медии. Изпращаната информация е публикувана на сайта на БАН и в Информационния бюлетин на БАН, на сайта на Съюза на физиците в България и на сайта на Софийския клон на Съюза на физиците в България. Тя е отразена под формата на съобщения от 11 медии сред които са (bta.bg, bnr.bg, dir.bg, mediabricks.bg, nowini.bg, nauka.bg, nauka.offnews.bg и др.) Постиженията на учените са намерили място в рубриките „Младите иноватори“ по БНТ2 и „Красив ум“ на в-к „Азбуки“.

Направеният медиен мониторинг показва, че съобщенията в интернет базираните медии за Института по физика на твърдото тяло имат над 29 000 четения, а проведените интервюта от списание nauka.bg, които са качени в ютюб, над 500 гледания.

Учените от ИФТТ активно участват в популяризирането на българската наука: 4-ма от тях са членове на редакционната колегия и на редакционния съвет на научно-

популярното списание „Светът на физиката“; публикувани са над 6 научно-популярни статии, организирани са изложба „Технологии и материали в полза на обществото“ (14-18.10.2019) и Ден на отворените врати (17.10.2019); кабинетът на акад. Георги Наджаков, обявен от Европейското физическо дружество за историческо място на Европа, е достъпен за посетители всеки ден след предварително договаряне.

ИФТТ активно участва във всички инициативи за отбелязване на годишнината на БАН и всички организирани от ИФТТ събития са посветени на честването „150 години БАН“.

1. Представяне на книгата на академик Никола Съботинов „Лазерът“ 16.01.2019.
2. Участие в предаването „Младите иноватори“ – „Студенти и преподаватели разработиха сензори за сигурност на обществени места“, излъчено на 10.02.2019 и през месец август.
3. Вътрешен конкурс за високи научни постижения (2018-2019) с връчване на наградата на 23.05.2019.

09.01.2019

<http://www.bta.bg/bg/c/VI/id/1936288>

Акад. Никола Съботинов представя новата си книга „Лазерът“,

<http://www.bta.bg/bg/c/BO/id/1939639>

Акад. Никола Съботинов представя новата си книга „Лазерът“

15 януари 2019 / 11:46

<https://topvesti.bg/c/8fDwUGgBmGY-kCSovLyf/2019-01-15/akad-nikola-subotinov-predstavya-novata-si-kniga-lazerut>

Акад. Никола Съботинов представя новата си книга „Лазерът“

16.01.2019

https://nauka.offnews.bg/news/Novini_1/Nova-kniga-razkazva-za-balgarsko-izobretenie_120684.html

Нова книга разказва за българско изобретение

„Лазерът“ на акад. Никола Съботинов проследява историята на лазера с пари на меден бромид, , 1936 четения

автор Антон Оруш

<http://www.bta.bg/bg/gallery/image/5469876>

София (16 януари 2019) Новата книга "Лазерът" на акад. Никола Съботинов (на снимката) бе представена в зала "Проф. Марин Дринов" /Големия салон/ на БАН. Пресфотото - БТА снимка: Цветомир Петров (ЕД)

Източник: БТА

<http://bnr.bg/sofia/post/101069160/nakade-v-sofia>

Накъде в София, 9.22,

В БАН, зала "Проф. Марин Дринов" от 16.00 ч. ще бъде представена новата книга "Лазерът" на акад. Никола Съботинов. В книгата е описана историята на създаването и развитието на лазера с пари на меден бромид. Лазерът е българско изобретение и представлява нов усъвършенстван вариант на медния атомен лазер, който е най-мощният и ефективен газов лазер във видимия диапазон на спектъра. Този лазер намира приложение в медицината, в индустрията за прецизна обработка на материали, в лазерната локация и лазерната навигация, използва се също за лазерни дисплеи и за изследване на морската вода.

18.01.2019

<https://mediabricks.bg/%D0%BF%D1%8A%D0%BB%D0%BD%D0%B0-%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D0%B0-%D1%81-%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8-%D0%B8-%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B8-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D0%B5%D1%80/>

Пълна зала с учени и ученици за премиерата на книгата на акад. Никола Съботинов „Лазерът“, 478 прочитания

https://nauka.offnews.bg/news/Novini_1/Balgarskiiat-lazer-kojto-uchastva-v-programi-na-NATO-i-vpechatli-nauc_120684.html

Българският лазер, който участва в програми на НАТО и впечатли научната общност „Лазерът“ на акад. Никола Съботинов проследява историята на лазера с пари на меден бромид, 4073 прочитания

февруари/август

<https://www.bnt.bg/bg/a/mladite-inovatori>

Малдите иноватори по БНТ 2, 10 февруари и август.2019,

https://www.youtube.com/watch?v=W9kJTG522_U, nauka.bg

29.05.2019

Доцент Боян Торосов, Кохерентен контрол чрез композитни импулси, Как се става доцент на ~30 г. - доц. Боян Торосов (ИФТТ)

Интервю с акад. Александър Петров и доц. Боян Торосов

14.11.2019

в-к „Аз буки“ брой 46, 14 – 20. XI. 2019 г. Красив ум

В плен на квантовата физика

07.10.2019

<https://www.youtube.com/watch?v=p6Lg3bVU1hQ>

ас. д-р Карекин Есмерян, Институт по физика на твърдото тяло, 07.10.2019

03.12.2019

Науката решава проблеми, vol. 21: Свърхнеомокреми покрития, 03.12.2019

12.10.2019

https://nauka.offnews.bg/news/Novini_1/Izlozhba-Tehnologii-i-materiali-v-polza-na-obshtestvoto_138053.html

Изложба „Технологии и материали в полза на обществото“, 607 четения

<https://www.sandacite.bg/%d0%b8%d1%84%d1%82-%d0%b1%d0%b0%d0%bd-%d0%b1%d1%8a%d0%bb%d0%b3%d0%b0%d1%80%d1%81%d0%ba%d0%b8-%d1%82%d0%b5%d1%85%d0%bd%d0%be%d0%bb%d0%be%d0%b3%d0%b8%b8/>

14.10.2019

<https://sites.google.com/a/bgphysics.eu/bgphysics/forum>

- Съюз на физиците в България (форум), 846 четения

<https://dnes.dir.bg/obshtestvo/parvata-elka-42-shte-mozhe-da-se-vidi-na-izlozhba-v-ban>

Първата "Елка 42" ще може да се види на изложба в БАН

09:06 | 14 октомври 2019 | Редактор: Криси Димитрова 8 3052 четения

<https://eurocom.bg/news/article/ban-s-dve-izlojbi>

БАН с две изложби ЦЕЛИ ДА ПОДБУДИ ЛЮБОПИТСТВОТО НА ОБЩЕСТВОТО

<https://mediabricks.bg/%D0%B1%D1%8A%D0%BB%D0%B3%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0-%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%8F-%D0%BD%D0%B0-%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B8%D1%82%D0%B5-%D1%89%D0%B5-%D1%87%D0%B5/>

ИЗЛОЖБА В БАН ПРЕДСТАВЯ ВАЖНИ БЪЛГАРСКИ ТЕХНОЛОГИИ

14-10-2019 г. 16:49 ч.

17.10.2019

<https://nauka.bg/izlojba-tehnologii-materiali-polza-obshtestvoto/>

Изложба „Технологии и материали в полза на обществото“,

https://nauka.offnews.bg/news/Novini_1/Izlozhba-Tehnologii-i-materiali-v-polza-na-obshtestvoto_138053.html

Изложба „Технологии и материали в полза на обществото“,

<https://novini.bg/razvlecheniq/liubopitno/562536>

Първият български електронен калкулатор "Елка 42" ще може да се види на изложба в БАН

<http://www.bta.bg/bg/c/VI/id/2089374>

Първият български електронен калкулатор "Елка 42" ще може да се види на изложба в БАН

22.10.2019

<https://it.dir.bg/tehnologii/kak-balgariya-se-naredi-do-sasht-i-yaponiya-v-elektronikata-d-r-stefan-andreev-pred-dir-bg>

Как България се нареди до САЩ и Япония в електрониката: Д-р Стефан Андреев пред Dir.bg; 09:24 | 22 октомври 2019 | Автор: Стоян Гогов 315 коментара; 18126 гледания

ИЗЛОЖБА В БАН ПРЕДСТАВЯ ВАЖНИ БЪЛГАРСКИ ТЕХНОЛОГИИ

14-10-2019 г. 16:49 ч.

9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО ПРЕЗ 2019 г.

9.1. Списъчен състав на Научния съвет на ИФТТ

проф. дфн Дианка Димитрова Нешева - Славова (председател)- ИФТТ
проф. дфн Изак Маир Бивас (заместник председател) - ИФТТ
доц. д-р Емилия Стоянова Димова (секретар) - ИФТТ
акад. дфн Александър Георгиев Петров – ИФТТ (почетен член)
проф. дфн Хассан Шамати - ИФТТ
проф. дфн Кирил Борисов Благодоев - ИФТТ
проф. дфн Албена Дончева Паскалева – ИФТТ
проф. дфн Недко Борисов Иванов– ИФТТ
доц. д-р Марина Тодорова Приматарова – ИФТТ (асоцииран член)
доц. д-р Маргарита Георгиева Грозева - ИФТТ
доц. д-р Виктория Виткова Виткова - ИФТТ
доц. д-р Огнян Динев Иванов - ИФТТ
доц. д-р Петър Методиев Рафаилов - ИФТТ
доц. д-р Тихомир Колев Тенев - ИФТТ
доц. д-р Валентин Иванов Михайлов - ИФТТ
доц. д-р Юлия Любомирова Генова - ИФТТ
доц. д-р Елена Кръстева Назърова – ИФТТ
доц. д-р Йордан Георгиев Маринов – ИФТТ
доц. д-р Екатерина Иванова Радева– ИФТТ
доц. д-р Георги Стоянов Попкиров – ЦЛСЕНЕЙ

гл. ас. д-р Карекин Есмерян (млад учен без право на глас) - ИФТТ

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

Научният Съвет на ИФТТ е избран след тайно гласуване на 12.02.2016 г. 15.02.2016 г и 16.02.2016 г от Общото събрание на учените на ИФТТ.

На заседанието на НС от 14 септември 2017 год. бе разгледано и прието заявление от доц. д-р Петър Захариев за прекратяване на членството му в НС на ИФТТ поради дългосрочен неплатен отпуск. Поради предстоящо пенсиониране на един от членовете на НС от 01.01.2019г, за да отговаря съставът на НС на изискванията в Устава на БАН и Правилника на ИФТТ, с решение на общото събрание на учените на ИФТТ съставът на НС беше допълнен с трима учени от м. декември 2018, и така членовете на НС са 21, 20, от тях с право на глас: 1 академик, 6 професори и 1, доцент дфн, 12 доцента с образователна и научна степен „доктор“. Един от членовете на НС д-р Георги Попкиров е от ЦЛ СЕНЕИ – БАН. През 2018 год., след изтичане на едногодишния мандат на ас. д-р Станислав Върбев, за представител в НС на младите учени в института бе избран гл. ас. д-р Карекин Есмерян, който участва в заседанията на НС без право на глас.

Почетните членове на ИФТТ – БАН са почетни членове на Научния съвет, без участие в гласуването. През тази година единодушно беше решено те да имат равен с редовните членове достъп до материалите за заседанията на Научния съвет.

10. ПРАВИЛНИК ЗА РАБОТАТА НА ИНСТИТУТА ПО ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО

http://www.issp.bas.bg/wp-content/uploads/2016/10/PRAVILNIK_IFFT_20_04_2018.pdf