

СТРАТЕГИЯ

за развитие на научните изследвания в

Институт по физика на твърдото тяло – БАН

„акад. Георги Наджакон“

2018 – 2025

От създаването си през 1972 г. Институтът по физика на твърдото тяло към БАН осъществява политика на научна подкрепа на индустрията на България, на първо място за създаването на микроелектрониката у нас и за използването на слънчевата енергия. Освен това ИФТТ играе водеща роля в областта на физиката на кондензираната материя и физиката на лазерите; в квантовата теорията на твърдото тяло, на фазовите преходи, на свръхпроводимостта и свръхпроводимите материали; в нискотемпературната физика, физиката на течните кристали и на живата материя; в изследването на структурните свойства на кристалите и аморфните материали; в атомната и плазмена физика, акустоелектрониката и микроелектрониката.

Ние, учените от ИФТТ-БАН, осигуряваме полезни изследователски резултати за енергетиката, опазването на околната среда, националната отбрана, създаването на нови материали, здравеопазването, интегралната и функционална електроника. Тези резултати предоставяме на университетите и националната индустрия. Също така имаме успехи в обучаването на млади учени от България и целия свят. Днес, като членове на Европейското изследователско пространство, ние допринасяме за осъществяването на новото бъдеще на страната ни чрез прехода към икономика, основана на знанието, в условията на глобализация и технологична конвергенция. Наш дълг е да продължаваме да създаваме нововъведения и да съхраняваме оставеното научно наследство от нашите колеги, положили основите и допринесли за авторитета на ИФТТ-БАН. Ние имаме за цел да бъдем водещ национален институт в теорията на кондензираната материя, физиката на новите материали, нанофизиката, микро- и акустоелектрониката, нискотемпературната физика, физиката на оптиката и оптичните методи, физиката на живата материя, физиката на лазерите, атомите, молекулите и плазмата. Ние желаем да заемем наше заслужено място в научното изграждане на Обединена Европа и на света. За тази цел участваме като равноправен партньор в световни академични изследвания и в сътрудничество с индустрията. ИФТТ-БАН със своята дългогодишна репутация и задълбочен опит е ценен за България и може да бъде движеща сила за създаването на икономика на растежа. Първата стъпка в тази насока вече е направена от нас с формирането на бизнес-инкубатор за малки и средни предприятия. Това е началото на дълъг път, който ще ни изведе до нов преход – през науката и технологиите към предимствата на обществото на знанието.

Мисия на Института

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

Структурата на ИФТТ-БАН

Научни звена – Направления

1. Теория

1.1. Теоретичен отдел

Научно-изследователските интереси на Направлението са свързани с квантовата теория на кондензираната материя и статистическата физика. По-конкретно те обхващат изследвания в областите на квантов магнетизъм, нелинейни явления и математическо моделиране за изследване на физическите процеси в кондензирани среди.

2. Функционални материали и наноструктури

2.1. Физика на материалите и ниските температури – Лаборатория

2.2. Физични проблеми на микроелектрониката – Лаборатория

2.3. Акустоелектроника – Лаборатория

Научно-изследователските области на Направлението обхващат физика и технология на комплексни кристали, тънки диелектрични и проводящи слоеве и хетероструктури на тяхна основа: изследване на техните оптични, структурни, диелектрични, електрически и магнитни свойства; разработване на функционални структури и тяхното приложение в разнообразна микро-, нано-, оптоелектроника, както и сензорни устройства с множество приложения.

3. Нанозфизика

3.1. Фотоелектрични и оптични явления в широкозонни полупроводници – Лаборатория

Научно-изследователската дейност на Направлението е съсредоточена върху производството и характеризирането на наноструктурирани тънки покрития, съдържащи наноразмерни полупроводници – хомогенни и композитни слоеве и многослойни структури подходящи за електронни, оптоелектронни и сензорни приложения. Част от научноизследователските области на направлението са също изследванията на термично и фотоиндуцирани явления.

4. Физика на меката материя

4.1. Течни кристали – Лаборатория

4.2. Биомолекулни слоеве – Лаборатория

Научно-изследователската дейност на Направлението по физика на меката материя е съсредоточена върху термотропните и лиотропни течни кристали, механичните характеристики на липидните мембрани, фотостимулираните ефекти при течните кристали, наноструктурирани течни кристали, електрични свойства на биологични и моделни мембрани и биофлексоелектричество.

5. Физическа оптика и оптични методи

5.1. Оптика и спектроскопия – Лаборатория

Научно-изследователските области на Направлението се фокусират върху линейна и нелинейна оптика и спектроскопия, оптика и спектроскопия на термотропните течни

кристали и други анизотропни среди, интегрална оптика, холографски дифракционни решетки; фиброоптика, Раманова спектроскопия, тънкослойна оптика, многослойна оптика, теоретични методи в оптиката, както и спектроскопия и квантова оптика.

6. Лазерна физика и физика на атомите, молекулите и плазмата

6.1. Атомна спектроскопия – Лаборатория

6.2. Лазери с метални пари – Лаборатория

Научно-изследователските области на Направлението се концентрират върху изследване и разработване на нови лазерни източници и тяхното приложение, изследване на атомни константи и свойства на атомните спектри от астрофизичен интерес. Други изследвания касаят квантовата оптика, квантовооптични аналогии, лазерно охлаждане и манипулация на Rb атоми, процеси в ниско-температурната плазма от различни източници, в това число лазерно подпомагана плазма, аналитично приложение на лазерно-индуцирана спектроскопия при изследване на археологически обекти.

Специализирани звена

- Електромагнитни сензори
- Отдел обучение
- Отдел иновации
- Център за изследване на физичните свойства на материали, повърхности и структури
- Музей „История на физиката в България“

Научноизследователска инфраструктура и оборудване

ИФТТ разполага с богата гама от научно-изследователска апаратура, прецизни методики и технологии:

- апаратура и ноу-хау за израстване на монокристали от оксидни материали за лазерната техника и приложения на фоторефрактивния ефект, апаратура за синтез и изследване на високотемпературни свръхпроводящи материали;
- съвременна техника и технологии за нанасяне на тънки слоеве за направа на микроелектронни, оптоелектронни и акустоелектронни сензори и за лазерната технология, чиста стая.
- апаратура и методика за провеждане на електронномикроскопски, изследвания, за спектрални елипсометрични измервания, за спектрометрия от вакуумния ултравиолет до инфрачервената спектрални области;
- апаратура за поляризационни измервания в мезоморфни системи и полимерни течни кристали за нуждите на индикаторната техника, апаратура за стробоскопична видеомикроскопия и микроманипулация на липидни везикули;
- различни лазерни системи – газови лазери с метални пари, твърдотелни (наносекундни и фемтосекундни) лазери, излъчващи в UV, видимата и близката IR спектрална област, за нуждите на плазмената физика, анализ с използване на лазерен източник и обработка на материали, с възможности за приложение в нанотехнологии, медицина, археология, екологията и др.;

- високотехнологична експериментална апаратура за изследване на електричните, магнитните и термични свойства на материали, повърхности и структури.

Текущи научни изследвания

Основните научни области в Института са свързани със синтез и характеризиране на функционални материали и с търсене на нови пътища за експлоатиране на техните потенциални технологични приложения. За постигане на тези цели в ИФТТ-БАН се развиват следните научни направления:

- 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 с приложение 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 2030 и тези на ЕС: нанотехнологии и нови материали, информационни и комуникационни технологии, околна среда, опазване на културното наследство и качество на живот.

Основната цел на тази стратегия е не само запазването на извоюваните досега позиции от ИФТТ-БАН на национално и международно равнища, но също и да се положат всички усилия за превръщането му в модерен изследователски център за научни изследвания на високо ниво, приложни разработки и иновации с водещи позиции в Европейското изследователско пространство. Ще продължават да се развиват фундаменталните и научно-приложните изследвания, в които ИФТТ-БАН има традиционно високи постижения, като изследванията в областта на квантовата информация, получаване и характеризиране на нови материали, микроелектрониката, акустоелектрониката, физиката на ниските температури, квантовата оптика и спектроскопията и физиката на меката материя. По-конкретни примери са 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.

Имайки предвид динамичното развитие на изследванията в кондензираната материя в частност и науката като цяло, при синтезирането на нови материали, откриването на нови явления, необходимостта за научно обяснение на нови закономерности и в съответствие с националните приоритети в рамките ЕС, тези научни области могат да претърпят нужните промени без да излизат извън рамките на изследванията, характерни за института.

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.

Цели на Стратегията

Целта на тази стратегия е да се поставят основите на дългосрочно устойчиво развитие на института, а именно:

- Поддържане на най-високо качество на научните фундаментални и приложни изследвания на института в областта на нанонауките и новите материали.
- Повишаване на научния и иновационния капацитет на института благодарение на текущите проекти и наличната съвременна апаратура и оттам водещата му роля за спечелването на нови проекти на европейско и национално равнище, както и привличането на висококвалифицирани специалисти.
- Ефективно използване на научната инфраструктура с цел подобряването на условията за труд и повишаването нивото на научните изследвания до това на развитите европейски държави.
- Поддържане на международно сътрудничество със световни научни организации в областта на физиката, химията и биологията предвид интердисциплинарния характер на научните изследвания в института.
- Създаване на благоприятни условия за работа на висококвалифицирани утвърдени учени, както и привличане на дипломанти и докторанти, за да се запази балансът между високото научно качество и обучението на млади, талантиливи учени.
- Изграждане на трайни връзки и задълбочаване на сътрудничества от взаимен интерес с други институти на БАН, висши учебни заведения и индустрията.

В краткосрочен план ще се обръща специално внимание на най-модерните направления в кондензираната материя, както от теоретична така и от експериментална гледни точки. Голяма част от тези изследвания имат интердисциплинарен характер. Те ще бъдат фокусирани приоритетно върху гореспоменатите основни направления. Част от изследванията включват нелинейни явления в дисперсни кондензирани среди, фази и фазови преходи в квантови магнитни системи, спинтроника, квантова информация, теория на колективните явления в подредени и не подредени кондензирани среди, квантови компютри, получаване и характеризиране на наночастици, наноструктури и нанокompозити, графен и въглеродни нанотръбички, оксиди на преходни метали, молекулни машини, самоасемблирани наноагрегати от органични и биомолекули върху аморфни кристални повърхности и в свободен обем, биоминерализация, физика на течнокристалната повърхност, изследване и характеризиране на повърхности; нови свръхпроводници с подобрени параметри, термодинамични и транспортни свойства на високотемпературни свръхпроводници и влияние на високи налягания върху критичните им параметри; монокристали и тънки слоеве с колосално и гигантско магнитосъпротивление, генерация на лазерно лъчение в ултравиолетовия диапазон, квантови ефекти на взаимодействието на лазерното поле със свободни атоми: охлаждане на атоми и получаване на охладени газове; квантова оптика и контрол върху квантови системи.

Тази стратегия за развитие на научните изследвания и иновации на ИФТТ е в

съответствие с мисията на Института. Реализирането на долуописаните стратегически действия се очаква да има изключително положително въздействие върху резултатите на Института и да укрепи неговата позиция като водеща научна институция в национален мащаб и международно ценен партньор, и най-важното, тя ще гарантира дълготрайна устойчивост и просперитет на ИФТТ.

Ключовите стълбове на стратегията са:

- *Научните области, в които Институтът традиционно има успехи и е международно признат са важни за икономическото и социално развитие на страната.* Актуализираната структурата на ИФТТ, която е в голяма степен интердисциплинарна и съответства на повишения капацитет на Института, има потенциал за успешни в близкото бъдеще научни изследвания и разработване на нови материали, процеси, технологии, като по този начин обуславя устойчивото развитие на академичните изследвания в тясно сътрудничество с възникващия в България сектор на високите технологии.
- *Съществуващият много добър човешки потенциал включва както водещи учени, така и млади изследователи.* Съществуващото младо поколение изследователи, силно мотивирани и ентусиазирани по отношение на научно-изследователската работа, е гаранция за устойчивото развитие на Института по физика на твърдото тяло. Институтът ще продължи политиката за привличане на млади кадри с оглед създаване на приемственост и перспектива за развитие на различните направления.
- *Съществуващите научноизследователски съоръжения и оборудване.* Придобитото оборудване по различни проекти (международни и национални) значително разширява възможностите за изследвания на границите на науката и повишава качеството на научните изследвания. То може да бъде използвано за изследвания в областта на подобряване качеството на човешкия живот и безопасността, контрола на замърсяването, запазването на културното наследство и др. Адекватното използване на новото оборудване, с повишен научен и иновационен капацитет, ще осигури възможност за бързо и комплексно характеризиране на нови синтезирани материали и структури, което от своя страна ще помогне да се ускори трансферът на знания към технологиите и ще повиши иновационния потенциал на проведените научни изследвания. Правилният избор на подходящи методи и подходи и тяхната изпълнимост и надеждност се гарантират от дългогодишния опит на научно-изследователските екипи на ИФТТ-БАН в съответните области, както и от професионалното използване на новата изградена научна инфраструктура в комбинация със съществуващото научно оборудване.
- *Международно сътрудничество.* Учените от ИФТТ-БАН имат традиционно добро сътрудничество с научно-изследователски екипи по целия свят. Финансирането по научните проектите стимулира нови модели на сътрудничество между Института и други научно-изследователски организации в Европа и целия свят.

В ИФТТ работят изтъкнати учени с иновативно мислене и идеи на европейско и световно ниво. Те са негов много ценен актив. Институтът има оборудване, което е на високо европейско ниво. Въз основа на задълбочен анализ на научния и човешки потенциал бъдещото развитие на ИФТТ ще се фокусира върху следните научни области:

- Функционални материали и наноструктури
- Лазерна физика, атомна физика и приложения
- Системи от мека материя за различни приложения

Научните изследвания и развитието в тези области ще съчетае силните индивидуални качества за осигуряване на научни резултати от високо ниво. Ние целим допълнително да повишим квалификацията на научните работници за получаване на отлични фундаментални резултати и да подобрим взаимодействието с индустрията като задвижваме иновациите с нови технологични решения. По този начин ще създадем нови възможности за подобряване на човешкия живот и развитие на обществото.

План за изпълнение на стратегията

За изпълнението на Стратегията за научни изследвания ще се разработват ежегодно планове в съответствие с индикативните годишни работни програми за финансиране на научноизследователска дейност (бюджет, национални оперативни програми, проектно финансиране от ФНИ, международни програми и др.). Плановете ще съдържат конкретни проектни предложения със срокове, източници на финансиране, резултати и отговорници от научните звена на ИФТТ-БАН.