

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО ФИЗИКОХИМИЯ
АКАДЕМИК РОСТИСЛАВ КАИШЕВ

ГОДИШЕН ОТЧЕТ
НА
Институт по физикохимия
“Акад. Ростислав Каишев”
за 2025 г.

1. ПРОБЛЕМАТИКА НА ИФХ

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

Институт по физикохимия „Акад. Ростислав Каишев“ – БАН (ИФХ) през 2025 г. реализира последователно своята мисия за развитие на висококачествени фундаментални и приложни научни изследвания в областта на физикохимията, материалознанието, електрохимията, физикохимия на повърхности и колоидни системи, както и компютърно моделиране на сложни физикохимични и биомиметични системи. Дейността на института беше организирана в рамките на утвърдените тематични направления, които осигуряват научна приемственост, интердисциплинарност и съответствие с националните и европейските приоритети в науката.

В рамките на тематиките, свързани с **авангардни материали и технологии**, бяха постигнати съществени резултати в разработването и охарактеризирането на електрохимично получени метални, сплавни и хибридни покрития, както и на порьозни и наноструктурирани системи с функционални свойства. Изследванията обхващаха както фундаментални аспекти на процесите на електроотлагане, образуване на зародиши и растеж, така и приложни задачи, насочени към повишаване на корозионната устойчивост, електрокаталитичната активност и експлоатационните характеристики на материалите. Получените резултати разширяват научната основа за разработване на устойчиви и ефективни технологии с потенциал за индустриално приложение.

Значим дял от научната дейност беше насочен към изследване на **колоидни системи, тънки течни филми, адсорбционни слоеве и меки биоматериали**. Тези изследвания допринесоха за по-задълбочено разбиране на механизмите на стабилизация, реологичните и междуфазовите свойства на сложни дисперсни системи, както и за разработване на модели и експериментални подходи с приложение в медицината, фармацевцията, хранителната и нефтената промишленост. Особено внимание беше отделено на използването на „зелени“ сърфактанти и биосъвместими материали, в съответствие с принципите на устойчивото развитие.

Институт по физикохимия развива активно и направление, свързано с **компютърното моделиране и симулация на фазови, структурни и транспортни явления** в мека кондензирана материя и биологично релевантни системи. Чрез разработване на оригинални симулационни кодове и модели бяха получени нови резултати относно динамиката на липидни мембрани, домейни и процеси на агрегиране, които имат значение както за фундаменталната наука, така и за биомедицинските приложения.

Оценката на изпълнението на стратегическите и оперативните цели на ИФХ показва висока ефективност на научната дейност, изразена в значителен брой публикации (81 публикации, като 45 от тях са в Q1 и Q2) в международни списания с импакт фактор (9 публикации са в списания с $JIF \geq 5$, например *Advances in Colloid and Interface Science* ($JIF=19.3$) и *Food Hydrocolloids* ($JIF=12.4$)), активно участие в международни научни форуми и устойчиво развитие на проектната дейност (3 инфраструктурни; 5 проекта по ПВУ; 4 – междуакадемични договори; 9 проекта по ФНИ, международни, индустриални и т.н.). Паралелно с това институтът продължи да изпълнява

ключовата си функция по подготовка и развитие на млади научни кадри чрез докторантури, постдокторски позиции и научно ръководство, което гарантира дългосрочната устойчивост и конкурентоспособност на ИФХ.

Перспективите за бъдещото развитие на Институт по физикохимия са свързани с надграждане на постигнатите резултати, засилване на интердисциплинарния подход, по-тясна връзка между фундаменталните изследвания и приложните разработки, както и с активна ориентация към решаване на обществени, екологични и индустриални предизвикателства.

1.2. Изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030 - извършени дейности и постигнати резултати по конкретните приоритети.

Научноизследователската дейност на Института по физикохимия през 2025 г. е в пряко съответствие с целите и приоритетите на Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017–2030. ИФХ допринася целенасочено за изпълнението на стратегическите приоритети чрез фундаментални и приложни изследвания с висока научна и обществена значимост.

✓ **По приоритет 1: Развитие на научния потенциал и човешките ресурси**, ИФХ осигурява устойчива среда за обучение и кариерно развитие на млади учени чрез докторантури, постдокторски позиции и участие в национални и европейски програми. Изпълняват се две програми - една за докторантура и една за постдокторантура чрез проекти, финансирани по Плана за възстановяване и устойчивост. Активното включване на млади изследователи в научни проекти и международни сътрудничества допринася за повишаване на конкурентоспособността и дългосрочния капацитет на института. През 2025 по Конкурс за финансиране на **Фундаментални научни изследвания на млади учени и постдокторанти** към ФНИ има един приключил проект и един спечелен нов проект, в които участват само млади учени от ИФХ (КП-06-М79/1 - Р. Андреева, Ч. Хюсеин и И. Захариев) и (КП-06-М99/3 - В. Чакърлова, Р. Андреева, М. Арнаудова).

По приоритет 2: Нови технологии и материали, ИФХ развива изследвания върху функционални покрития, хибридни и наноструктурирани материали, електрокаталитични системи и електрохимични сензори. Получените резултати имат потенциал за внедряване в индустрията, енергетиката, електрохимичните технологии и високотехнологичните производства, като по този начин подпомагат технологичната модернизация на икономиката.

По приоритет 3: Енергия, околна среда и климатични промени, институтът допринася чрез изследвания на корозионни процеси, устойчивостта на материали в агресивни среди, както и чрез моделиране и експериментални изследвания, свързани с транспорт и съхранение на въглероден диоксид. Разработването на екологосъобразни материали, процеси и „зелени“ химични подходи подкрепя националните и европейските политики за устойчиво развитие и декарбонизация.

По приоритет 4: Здраве и качество на живот, ИФХ реализира изследвания върху биолоидни системи, тънки течни филми, адхезия на клетки и функционализирани повърхности, както и разработване на микрофлуидни и микрореологични методи за анализ на биологични

обекти. Тези дейности създават научна основа за бъдещи приложения в биомедицината, диагностиката и биотехнологиите.

По приоритет 5: Интердисциплинарност и международна интеграция, институтът активно участва в международни научни проекти, съвместни изследвания и обмен на учени. Това допринася за повишаване на видимостта на българската наука, за трансфер на знания и добри практики и за интеграцията на ИФХ в Европейското научно пространство.

Политиката 4.7 за стимулиране на приложните научни изследвания, заложена в Националната стратегия за развитие на научните изследвания 2017–2030, акцентира върху укрепване на връзката наука–бизнес, защита и използване на интелектуална собственост, трансфер на технологии и реализация на резултати с обществен и икономически ефект. В този контекст дейността на ИФХ през 2025 г. предоставя конкретни доказателства за приложна насоченост: реализирани са индустриално релевантни разработки и договори (вкл. договор с „ВОЛТЕРА“ ЕООД за електродни технологии и проект със Shell Global Solutions International BV за корозия при транспорт на свръхкритичен CO₂ за CCS); отчетени са резултати с интелектуална собственост (полезен модел № 5108U1/15.09.2025 за електролит за химично отлагане на феромагнитни сплавни слоеве); развита е сервизна и експертна дейност за външни организации и индустрията, включително рентгенодифракционни анализи и компютърна томография с привлечени средства и предоставяне на специализирани измервания (рентгенов флуоресценцентен анализ/DLS/лазерна дифракция) за външни партньори; паралелно Институт по физикохимия участва в приложно-ориентирани проектни и инфраструктурни формати (вкл. проекти по ПВУ и инициативи в областта на „зелени“ технологии, както и участия в структури тип центрове за компетентност/върхови постижения и национална научна инфраструктура), които създават условия за внедряване и технологичен трансфер.

Във връзка с изпълнение на *Специфична цел 2, Дейност 2.2. Подобряване условията на труд на учените и специалистите* успешно бе реализиран проект (Договор BG-RRP-2.014-0006-C01) по Плана за възстановяване и устойчивост, с който се обнови част от инфраструктурата на ИФХ за по-добри и модерни условия на труд.

В заключение, чрез своята научна, проектна и образователна дейност ИФХ изпълнява последователно целите на Националната стратегия за развитие на научните изследвания 2017–2030, утвърждавайки се като водещ научен институт с ключова роля за развитието на физикохимичните науки и приложните технологии в България.

1.3. Полза/ефект за обществото от извършваните дейности

През 2025 г. дейността на ИФХ генерира пряк обществен и икономически ефект чрез приложни разработки, експертни услуги и интердисциплинарни изследвания с висока практическа значимост.

Научните изследвания на ИФХ създават знания и методологични подходи, които са основа за развитие на иновативни технологии и устойчиви решения в области с висока обществена значимост – енергетика, опазване на околната среда, здраве и качество на живот, индустриални технологии и инфраструктура. Разработването и изследването на нови функционални материали,

електрохимични системи и покрития допринасят за повишаване на енергийната ефективност, удължаване на експлоатационния живот на материали и съоръжения и намаляване на разходите за поддръжка и ремонти, което има пряк икономически и екологичен ефект.

Изследванията в областта на физикохимията на повърхностите, тънките течни филми и биоколоидите имат потенциални приложения в медицината, фармацевтиката, хранителната промишленост и екологичните технологии. Те допринасят за разработването на по-безопасни и ефективни продукти, както и за въвеждането на екологосъобразни процеси, базирани на „зелени“ химични принципи.

Съществен обществен ефект има и дейността на Институт по физикохимията в областта на образованието и човешките ресурси. ИФХ участва в изграждането на квалифицирани специалисти, докторанти и млади учени в специфичната научна област на физикохимично и електрохимично получаване и охарактеризиране на нови материали. Ефективно се използва висококвалифицирания научен потенциал и богатата материална база на ИФХ за обучение и на студенти (бакалаври и магистри). Обучението на млади специалисти и докторанти в областта на физикохимията и електрохимията и особено в рамките на специално обособени проекти е в услуга на повишаването на научния потенциал на страната в тези специфични области на науката и увеличаване на конкурентността на младите ни учени в европейското изследователско пространство. По този начин ИФХ има ключова роля за устойчивото развитие на научния и технологичния капацитет на страната.

Към този обществен ефект следва да се добави и дейността на **специализираните лаборатории към ИФХ**, които имат ключова роля за осигуряване на висококачествена експериментална база както за вътрешните научни изследвания, така и за външни потребители от академичния и индустриалния сектор.

✓ **Лабораторията за рентгенови дифракционни методи и компютърна томография** към ИФХ извършва анализи и предоставя научна експертиза за университети и научни организации, работещи в различни направления на НСРНИ, както и за предприятия и държавни институции. Тя осигурява структурен, фазов и морфологичен анализ на материали с широко приложение – от функционални покрития и композити до археологически и културно-исторически обекти. Чрез прилагането на съвременни рентгенови дифракционни и томографски методи лабораторията допринася за повишаване на надеждността на научните резултати и за решаване на практически задачи, свързани с идентификация, контрол на качеството и диагностика на материали.

Научните задачи на Лабораторията за рентгенови дифракционни методи и компютърна томография през 2025 г. са насочени към (i) физикохимично охарактеризиране на културни и художествени ценности с цел получаване на ново знание за използваните материали и технологии и осигуряване на надеждна аналитична основа за реставрация и консервация, както и към (ii) структурни изследвания на наноразмерни и функционални материали. В рамките на второто направление се провеждат фазови и структурни анализи на тънки филми и покрития и се проследяват измененията в структурата и фазовия състав на обемни материали, включително при разработване и валидиране на технологични решения с приложна насоченост.

✓ **Лабораторията по електронна микроскопия и микроанализ** на ИФХ има съществен принос за обществото чрез предоставяне на високоспециализирани аналитични услуги,

включително сканираща електронна микроскопия и микроанализ, използвани при изследвания на нови материали, корозионни процеси, културно-исторически находки и индустриални проби. Дейността на лабораторията подпомага както фундаменталните научни изследвания, така и експертни и приложни задачи с обществено значение.

Взаимодействието на ИФХ с множество фирми в страната е в подкрепа на тяхната производствена дейност и най-често служи за оптимизиране на производствените им процеси или въвеждане на нови такива. С това, макар и косвено, ИФХ участва в иновационните процеси в български промишлени предприятия.

1.4. Взаимоотношения с други институции

През 2025 г. ИФХ–БАН поддържа активни взаимоотношения с научни организации, университети, публични структури и индустрията чрез съвместни изследвания, проектно сътрудничество, обмен на експертиза и предоставяне на специализирани анализи и услуги.

В рамките на националната научно-образователна система Институт по физикохимия работи с ключови академични партньори като Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Технически университет – София, ХТМУ – София, МУ–Пловдив, МУ–Плевен, Пловдивски университет и Минно-геоложки университет, както и с институти на БАН (напр. ИОНХ, ИОХЦФ, Институт по електроника, Институт по минералогия и кристалография, Институт по полимери, ЦІ по приложна физика, ИФТТ) и активно допринася за изграждането на интердисциплинарни научни екипи, които адресират комплексни научни и технологични проблеми. Взаимоотношенията с висшите училища подпомагат интеграцията на научните изследвания с образователния процес, като служителите на ИФХ участват в обучението на студенти, водят лекционни курсове и практикуми и ръководят дипломни и дисертационни работи. Това сътрудничество допринася за привличането на млади хора към научна кариера и за повишаване на качеството на висшето образование.

На международно ниво ИФХ развива партньорства с университети и научноизследователски организации от Европейския съюз и трети страни. Сътрудничеството включва участие в международни научни проекти, съвместни публикации, научен обмен и мобилност на учени (по програмата СЕЕРУС и COST Акции). По този начин институтът е активно интегриран в Европейското научно пространство и допринася за международната видимост на българската наука.

Международното взаимодействие се реализира и чрез научни визити и съвместни активности с *Ningbo Institute of Materials Technology and Engineering, Chinese Academy of Sciences*, работа по междуакадемични договори със *Солунски университет „Аристотел“ (Гърция)*, както и контакти и работни срещи с партньори като *CanmetENERGY (Natural Resources Canada)* и *Институт по катализ и химия на повърхностите към Полската академия на науките (Краков)*.

Важен компонент на взаимоотношенията е приложната ориентация и връзката с индустрията – реализирани са договори/проекти с *VOLTERA* и *Shell Global Solutions International BV*, както и регулярна сервизна дейност за външни възложители и индустриални контрагенти

(напр. Festo, Aurubis България, Sensata, Kostal, Monbat и др.), което подпомага трансфера на знания към практиката.

Много от утвърдените учени от института са членове на редица престижни международни асоциации и общества:

- **проф. дхн Весела Цакова** – член на надзорния съвет и председател на Националния съвет на International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC); Регионален представител за България на International Society of Electrochemistry, член на Научния съвет на Организацията за забрана на химическото оръжие (OPCW);
- **проф. Александър Караманов** – член на Съвета по иновации при Българска търговско-промишлена палата (БТПП) и член на International Commission of Glass
- **проф. Богдан Рангелов** – член на Bulgarian Crystallographic Society; European Network of Crystal Growth
- **проф. Николай Божков** – член на International Association of Advanced Materials
- **проф. Виктория Милкова** – член на Съюз на учените в България
- **доц. Жения Георгиева** – член на International Society of Electrochemistry
- **гл. ас. Христина Петкова** - International Association of Colloid and Interface Scientists; European Colloid and Interface Society; Съюз на учените в България; Federation of European Biochemical Societies

1.5. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата.

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

Институтът по физикохимия изпълнява важна роля като научно-експертна структура, която подпомага държавата и обществото чрез предоставяне на научна експертиза, аналитични оценки и консултации в области с национално значение. През 2025 г. служители на ИФХ участваха в експертни съвети, работни групи и консултативни формати, свързани с въпроси на енергетиката, материалите, корозионната устойчивост и опазването на околната среда.

Практическите дейности включват експертни оценки и анализи на материали и процеси, свързани с корозионната защита на инфраструктурни съоръжения, енергийни инсталации и промишлено оборудване. Тези дейности подпомагат вземането на информирани решения от страна на държавни институции и оператори и допринасят за повишаване на безопасността и надеждността на инфраструктурата.

ИФХ предоставя научна подкрепа и при разработване и оценка на технологии и материали с екологична насоченост, включително процеси за намаляване на вредните емисии, устойчиво използване на ресурси и въвеждане на екологосъобразни химични и електрохимични решения. Тези дейности са в съответствие с националните и европейските политики в областта на околната среда и климата.

Наред с научноизследователската си дейност, ИФХ изпълнява важни общонационални и оперативни функции чрез своите специализирани лаборатории, които предоставят аналитична и експертна подкрепа на държавни институции, научни организации и индустрията.

Лабораторията за рентгенови дифракционни методи и компютърна томография изпълнява дейности, свързани с фазов и структурен анализ на материали, контрол на качеството и неразрушаваща диагностика. Тези дейности са от значение за държавата в области като инфраструктура, индустриално производство, опазване на културното наследство и научна експертиза при археологически и исторически обекти.

✓ През 2025 година бяха проведени изследвания върху антични и средновековни археологически материали с използване на съвременни аналитични методи. По заявка от **Министерство на културата** беше извършено охарактеризиране на античен месингов шлем, при което чрез сканираща електронна микроскопия беше установена многослойна корозионна структура и средно съдържание на цинк около 27%, съпоставимо с познати антични технологии за циментация, като бе отчетена необходимостта от допълнителни сравнителни проучвания.

✓ Стартирана бе съвместна работа с **Националната художествена академия** за изследване на глазирана и сграфито керамика от XII–XIV век, открита край гр. Раднево, като първоначалните резултати насочват към възможно местно производство на сграфито керамика, а представянето им е планирано за 2026 г. на международна научна конференция.

✓ Продължи и работата по археометалургични обекти, като през 2025 г. бе публикувано съвместно изследване с **Национален археологически институт с музей при БАН (НАИМ)**, документиращо първия археологически проучен римски железодобивен обект от периода на Принципата (II–III в.) в България, разположен край Черни Осъм, което потвърждава интензивен железодобив и обосновава необходимостта от разширяване на интердисциплинарните изследвания в региона.

Лаборатория „Електронна микроскопия и микроанализ“ обслужва както научни, така и приложни задачи с национално значение чрез детайлен микроструктурен и елементарен анализ на материали. Лабораторията подпомага експертни оценки, свързани с корозионни процеси, дефекти в материали, автентификация и състояние на културни ценности, както и анализи за индустриални партньори и обществени институции.

Чрез тези дейности ИФХ допринася пряко за вземането на информирани решения от страна на държавни и обществени структури и за повишаване на надеждността и безопасността на технически и културни обекти от национално значение.

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

✓ Институт по физикохимия е научен и технически координатор на **ИНФРАМАТ**, инфраструктура от *Националната пътна карта за изследователска инфраструктура, финансирана от Министерството на образованието и науката*. ИФХ участва с високоспециализирано оборудване и водещи изследователи с експертност в областта на електронната микроскопия, рентгеновите дифракционни и томографски методи, термичния анализ, електрохимичните методи и анализа на повърхностни свойства. В рамките на проекта е разширен аналитичният капацитет на ИФХ чрез придобиване на ново научно оборудване.



Международна конференция "Ancient and Advanced Materials: Bridging Science and Cultural Heritage" INFRAMAT 2025 (AAM-INFRAMAT) се проведе в Grifid Encanto Beach Hotel (к.к. Златни пясъци), Варна, България, в периода 23–27 септември 2025 г. Форумът имаше за цел да насърчи **интердисциплинарния диалог** между специалисти по **материалознание, археология, консервация и опазване на културното наследство**. Чрез срещата на изследователи и практики от различни области ААМ-INFRAMAT 2025 разгледа **взаимовръзката между древните материали и съвременните знания в материалознанието**, като постави акцент върху **иновативни методологии, подходи за характеризирани на напреднали материали и научни решения за изследване и адекватно съхранение на културни ценности**, включително за по-добро разбиране на техния произход. В рамките на конференцията бяха представени **пленарни доклади, устни презентации и постерни сесии**, които осигуриха платформа за **обмен на идеи, професионални дискусии, споделяне на добри практики и разширяване на международното сътрудничество**. Провеждането на ААМ-INFRAMAT 2025 допринесе за укрепване на връзките между научната общност и професионалните среди, работещи в областта на материалите и културното наследство.

Дейностите по проекта допринасят за повишаване качеството на научните изследвания в областта на новите материали и за изследване и опазване на културни ценности. Чрез осигуряване на отворен достъп до модерна апаратура ИНФРАМАТ обслужва значими общонационални и обществени потребности, включително нуждите на академични институции, индустрията и сектора на културното наследство.



Международна конференция INFRAMAT 2025

Ancient and Advanced Materials: Bridging Science and Cultural Heritage

23 - 27 септември, кк „Златни пясъци“

Предмет на конференцията: актуални теми, иновации и добри практики в сферата на материалознанието, археологията, опазването и съхранението на културното наследство.

В цифри: 79 изследователи от 16 научни институции, включително реставратори от музей Гети и централната лаборатория по консервация и реставрация на Лос Анджелис. Изнесени над 30 доклада и представени 40 постера.



✓ Проект: „Използване на неорганични техногенни отпадъци за получаване на нови строителни материали с подобрени свойства“, Договор № ПБУ-65 от 16.12.2024 г. (BG-RRP-2.017-0024)

Финансираща програма: План за възстановяване и устойчивост (ПВУ) за изпълнение на инвестиция С2I2 „Повишаване на иновационния капацитет на Българската академия на науките в сферата на зелените и цифровите технологии“,

Координатор: Институт по физикохимия, Българска академия на науките

Постигнати резултати и принос: Основната цел на проекта е да демонстрира възможността за производство на нови строителни материали с подобрени експлоатационни характеристики чрез използване на високи проценти неорганични техногенни отпадъци. Сред разработваните материали са нискоизпичащи и/или клинкерни тухли, стъкло-керамични синтеровани материали, изолационни стъкло-кристални пено-материали и геополимери. Проектът надгражда и допълва дългогодишните изследвания в ИФХ в рамките на Центъра за компетентност „Чисти технологии за устойчива околна среда – води, отпадъци, енергия за кръгова икономика“ (Clean&Circle), като фокусът е поставен върху оптимизация на конкретни състави и технологични режими и получаването на прототипи с готовност за демонстрация на пилотно ниво (TRL 6–7).

През 2025 г. са проведени систематични изследвания на индустриални отпадъци и лабораторни синтези, подписан е договор и е започнато изграждането на пилотна наклоняща се пещ за реализация на демонстрационни експерименти. Постигнати са научни резултати, включително разработване на ново свързващо вещество на базата на 100% отпадъци и демонстриране на възможност за получаване на нископлътни, термоустойчиви керамични пено-материали чрез рециклиране на отпадъци от строителството и индустрията. Проектът има съществен принос за развитието на кръговата икономика и за обслужване на обществени и общонационални екологични приоритети.



2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2025 Г.

Научноизследователската дейност в ИФХ се провежда по три основни тематични направления. През 2025 г. изследванията обхващат изпълнението на 14 планови задачи с бюджетно финансиране, които включват частично и резултати от работа по договори, финансирани от ФНИ към МОН и по линия на международното сътрудничество. Описанието на постигнатите резултати в отчета е дадено по тематични направления и по отделни планови задачи.

Тематика 1: Авангардни материали и технологии на базата на електрохимично получени метални, сплавни и модифицирани полимерни покрития със защитни, декоративни и електрокаталитични свойства

Задача 1.1: Електрохимично получаване на хибридни цинкови покрития и системи

✓ Разработени са „умни“ Zn-базирани хибридни покрития чрез вграждане на полимерни наноконтейнери (хитозан/алгинат), заредени със ZnO и/или инхибитор (кофеин). Покритията са получени чрез съвместно електроотлагане и е проведено комплексно охарактеризиране (морфология/състав, електрохимично поведение, омокряне). Оценена е корозионната защита в хлоридна среда (до 40 дни) и е показано удължаване на експлоатационния живот спрямо стандартни Zn покрития.

Задача 1.2: Електроотлагане на метални покрития от екологосъобразни сулфатни електролити.

✓ Оптимизирана е експериментална постановка (електролизна клетка) за прецизно определяне на добива по ток при електроотлагане от сулфатни електролити. Проведено е сравнително галваностатично отлагане на Fe, Cu и Zn при контролирани условия (оценка на добив по ток, морфология и технологичност на отделяне на слоя).

✓ Стартирани са изследвания върху взаимодействие $Al-F^-$ при ниски концентрации като основа за подходи за отстраняване/контрол на флуориди (вкл. насочване към изолиране/охарактеризиране на фини продукти).

Задача 1.3: Синтез на сплави на база Ni за приложения в алтернативни източници на енергия.

✓ Получени са NiMo сплавни покрития върху пресована никелова пяна за приложение като активни електроди (суперкондензатори). Състава и морфологията на покритията е контролиран чрез промяна на режима на отлагане, и е изяснена връзката състав–адхезия–структура–електрохимична ефективност. Проведено електрохимично тестване и е показано, че по-високото съдържание на Mo води до по-добри капацитивни характеристики и стабилност при циклиране.

Задача 1.4: Химично и електрохимично получаване на защитни и функционални филми

Подзадача:1.4.1 Получаване и охарактеризиране на конверсионни и/или електрохимично отложени защитни (върху алуминий и сплавите му) и функционални (върху въглеродни ситопечатни електроди – ВСПЕ) покрития

✓ Получени и охарактеризирани са защитни моно-/многослойни системи (цериеви/фосфатни слоеве) върху Al и е търсена връзката структура–свойства–защитен ефект.

✓ Формирани са функционални оксидни модификации (цериево- и циркониево-оксидни) върху въглеродни ситопечатни електроди (ВСПЕ) и е изяснено влиянието на режима/състава върху химичното състояние и хомогенността на слоевете.

Подзадача:1.4.2 Получаване и охарактеризиране на екологосъобразни несъдържащи Cr⁶⁺ конверсионни филми върху цинк и цинкови сплавни покрития

✓ Разработен е екологосъобразен подход за пасивиране на Zn покрития без Cr⁶⁺ на основата на силикатни конверсионни филми и са оптимизирани технологични параметри (pH, време, разклащане и др.). Оценено е корозионното поведение на системите Zn/конверсионен филм чрез електрохимични методи и е показано подобрене на устойчивостта при оптимални режими.

Задача 1.5: Химично метализиране на диелектрични и проводящи слоеве

✓ Разработени са процеси за химично метализиране на ААО, ABS, 3D-ABS и 3D-принтирани PA12 (SLS/FDM), с фокус върху възпроизводимост и качество на първичния проводящ слой. Изяснено е влиянието на предобработка/морфология (грапавост, омокряне) върху успешното отлагане и приложимостта за последващо електрохимично удебеляване.

✓ Получени са Ni-Co и Ni-Co-P покрития и са оценени като електрокаталитични слоеве (HER/OER), включително ефектът на Ni/Co и P-дотиране върху активността.

✓ Натрупани са данни за ролята на водорода и структурната еволюция при сплавни/аморфни никелови покрития и за ограниченията при отлагане в порести матрици (ААО).

Задача 1.6: Получаване на сплавни покрития PtCo-P върху въглеродни носители

✓ Получени са Pt-Co/C нанокатализатори (ядро-обвивка) чрез двуетапен подход: 1) безтоково Co-P върху Vulcan 2) галванично заместване с Pt, и е направено пълно физикохимично/електрохимично охарактеризиране. Оценена е активността към ORR и е показано подобрене спрямо търговски Pt/C при сравними условия (ефект на малки количества Co и оптимизирана структура/размер на частиците).

✓ Изготвени са TiO₂ нанотръбички и N-дотирани TNT за повишена фото(електро)каталитична активност, с потвърждение на дотирането чрез повърхностен анализ.

✓ Проведени са експерименти за химично отлагане на покрития от Ni-Zn-P върху стоманена мрежа, с оглед на използването им като катоден материал в електролизьори за реакцията на отделяне на водород (HER).

Задача 1.7: Модифициране на въглеродни подложки с метални и метал-оксидни частици за електрокаталитични и електроаналитични приложения.

✓ Електроаналитично определяне на хидразин чрез биметално (Ag-Pd) модифицирани въглеродни електроди.

✓ Биметално модифициране (Pd и Au) на въглеродни ситопечатни електроди чрез спонтанен процес на отлагане от разтвор съдържащ двата вида метални йони.

✓ Получени са порьозни хибридни микроструктури от мед и калай, образувани чрез галванично и безтоково отлагане.

✓ Електрохимично отлагане, състав и свойства на Ni-P покрития върху порьозни микроструктури от мед.

Допълнителна задача: Получаване и охарактеризиране на NiFeMoCu покрития и определяне на каталитичната им активност за отделяне на водород в 6 М КОН.

✓ Получени са NiFeMoCu сплавни покрития с различен състав като алтернатива на благороднометални катализатори за реакцията на отделяне на водород в силно алкална среда (6 М КОН). Изясняване на връзката между състава, структурата и електрокаталитичните свойства на електрохимично отложени NiFeMoCu покрития.

Резултатите по Тематика 1 допринасят за по-добро разбиране и целенасочено управление на получаването и свойствата на разработваните системи и демонстрират способността те да бъдат оптимизирани и валидирани до ниво, релевантно за последващи приложни реализации.

Тематика 2: Наноразмерни фази и явления, кристализационни процеси и получаване на стъкла и стъклокерамики

Задача 2.1: Компютърно симулационно моделиране на фазови и транспортни явления

Развити и приложени са компютърни модели/кодове за описание на структура, динамика и транспорт в системи на мека материя (мембрани, полимери, капки) и повърхностни структури при растеж.

✓ *Динамика и агрегация на липидни рафтове в моделна сферична мембрана.* Изследването използва компютърни симулации на двукомпонентна сферична липидна мембрана, за да анализира формирането, растежа и подреждането на липидни рафтове.

✓ *Влияние на периодично променящ се флуиден поток върху преминаването на мембрана през процеп.* Проучването изследва как периодично променящата се сила на флуиден поток влияе върху времето за преминаване на моделна 3D мембрана през тесен процеп и установява, че такъв поток води до по-дълго и неравномерно време на преминаване в сравнение с постоянна сила, поради възникващи завихряния и нестабилности във флуида.

✓ *Поведение на възли в полимерни макромолекули в поток на Поазьой.*

✓ В обзорно изследване са обобщени *физичните механизми на целенасоченото движение на капки*, породено от градиенти в повърхностните свойства, и перспективни приложения в микрофлуидиката и биомедицинските технологии.

2.1.2. Компютърно симулационно моделиране на повърхностни структури и явления в кондензирана материя с далечно подреждане.

✓ Проведени са моделни изследвания на процеса на меандриране на стъпала върху растящи вицинални повърхности.

Задача 2.2: Фазови превръщания в слабо и свръхконцентрирани разтвори на биомacroмолекули

✓ Постигната е кристализация на белтъка лизозим в условия на “macromolecular crowding” (екстремно високи концентрации) и липса на подпомагащи кристализацията вещества (т.нар. преципитанти/изсолващи агенти).

✓ Развити са експериментални подходи за фин контрол на кристализацията чрез температурни режими/градиенти (вкл. платформа/условия за контролируеми импулси и малки стъпки в пресищането).

Задача 2.3: Синтез и охарактеризиране на нови керамики, стъклокерамики и геополимери

✓ *Разработване и изследване на керамични и стъклокерамични материали от отпадъци.* Проведени са експериментални и теоретични изследвания за получаване и характеризиране на керамики, стъклокерамики и свързващи материали с високо съдържание на индустриални отпадъци, като са анализирани процесите на фазообразуване, термична обработка и фазови трансформации с цел разработване на устойчиви материали с подобрени свойства.

Задача 2.4: Изследване и охарактеризиране на фазови преходи, структурни преходи и времезависими процеси като кристализация и релаксация в твърди, течни и наноматериали с термични методи за анализ

✓ Изяснена е структурата на нискотопими бор-съдържащи стъкла чрез разтичане и интерпретация на спектрални данни (идентифициране на основни структурни единици на аморфната мрежа).

✓ Разработвани са и усъвършенствани процедури за извличане на рений, като част от изследванията върху процеси и трансформации в материални системи.

Изследванията по Тематика 2 показват, че чрез комбиниране на експерименти и моделиране могат надеждно да се изясняват и управляват ключови процеси в сложни системи и материали, което дава основа за целенасочено подобряване на свойства и за разработване на приложими решения.

Тематика 3: Дизайн, охарактеризиране и оптимизация на комплексни течни среди и наноструктурирани материали за приложения в медицината, фармацията, хранителната и нефтената промишлености

Задача 3.1. Моделни изследвания на тънки течни филми във връзка с механизмите на стабилизация на колоидни системи и свойствата на био-мембрани

Проведени са комплексни изследвания, които съчетават експериментални и теоретични подходи за изясняване на фундаменталните механизми, определящи поведението и стабилността на дисперсни/междуфазови системи и тяхната динамика при различни външни въздействия. Получените резултати дават основа за целенасочен избор и оптимизация на състав, структура и условия на протичане на процесите, с перспектива за последващо прилагане в приложно ориентирани решения.

✓ Изследване на тънки емулсионни филми от типа вода-в-масло, включително и в електрично поле, с цел изясняване на механизмите на стабилизация на съответните емулсионни системи.

✓ Колоидни аспекти свързани с транспорта на свръхкритичен CO₂ за системи за улавяне и съхранение на въглероден двуокис – теоретично моделиране и експериментални изследвания.

✓ Изследване на адхезията на левкоцити и еритроцити върху покрити с ендотелни клетки повърхности, като и реологичните свойства, като *in vitro* модел на съдовата стена.

✓ Изследване на зелени сърфактанти за иновационно паралелно изучаване на стабилността на обемни пени (макро-ниво), на единични тънки течни филми (микро- и нано-ниво) и на свойствата на адсорбционния слой на единична повърхност газ/течност.

✓ Изследване на поведението на белтъчни агрегати от β-лактоглобулин във воден разтвор и на течна фазова граница (вода/въздух), както и тяхната способност да стабилизират меки биоколоиди (пени) с приложения в индустрията.

Задача 3.2. Дизайн, структура и свойства на междуфазови граници и функционални течни системи с фундаментално и приложно значение

Изследванията по тази задача са фокусирани върху структурата и свойствата на междуфазови граници и върху функционални течни системи, като са комбинирани експериментални и моделиращи подходи за изясняване на ключови молекулни взаимодействия, адсорбционни процеси и самоорганизация. Получените резултати дават основа за рационално управление на явленията на границата между две фази и за оптимизация на параметри, релевантни за последващи биомедицински и екологични приложения. Ето по-подробно описание на всеки аспект:

✓ Взаимодействия на растителни флавоноиди кверцетин и лутеолин с човешки транстиретин: изследване на амилоидозата и превенцията ѝ с междуфазови методи на границата вода/въздух.

✓ Адсорбция на йони върху монослоеве.

✓ Експериментално и молекулно-динамично изследване на двуантенни олигоглицини.

✓ Охарактеризиране и оптимизиране на ефективността на нови бактериални шамове биопродуценти с цел получаване на природни продукти с висока повърхностна активност и потенциално екологично и био-медицинско приложение.

Задача 3.3. Синтез, стабилност и електрични свойства на колоид-полимерни системи с приложение в индустрията, екологията и медицината

По Задача 3.3 са разработвани и изследвани колоид-полимерни системи с акцент върху стабилност, функционалност и физикохимични (вкл. електрични) свойства, като е търсена връзка между състав/структура и ефективност при целеви приложения. Резултатите подпомагат оптимизацията на материали и носители за контролирани функции (напр. защитни/биосъвместими решения и транспорт на биоактивни компоненти) и създават предпоставки за пренасяне към приложими технологии.

✓ Получаване на био-съвместими и корозионно устойчиви покрития върху стомана от природни полимери и наночастици от цинков оксид за приложение в медицината.

✓ Изследване на взаимодействието между катионни и неутрални антимикуробни пептиди в секреторни течности, с цел да се установи ролята на неутралните пептиди в самоасоциацията и формирането на стабилни наноструктурни агрегати.

✓ Получаване на наногелове от хитозан и хитозан/алгинат подходящи за капсулиране и контролирано освобождаване на кверцетин – влияние на характеристиките на компонентите върху свойствата на получените структури. Изследване на взаимодействието между протеина транстиретин и наногелове от хитозан

Изследванията по Тематика 3 допринасят за по-добро разбиране и целенасочено проектиране на колоид-полимерни системи с контролирани свойства, като създават основа за оптимизация на биосъвместими защитни материали и функционални носители за приложения в медицината, екологията и индустрията.

2.1. Най-значимо научно постижение:

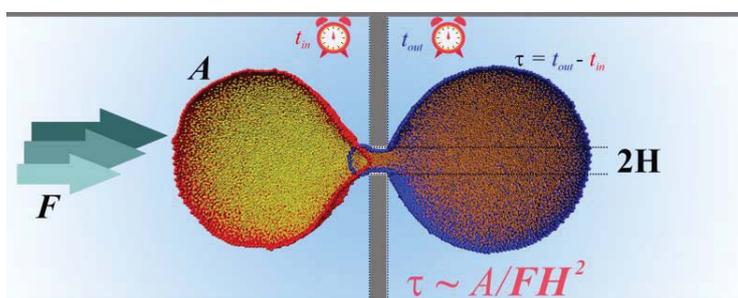
Преминаване на везикули през тесен процеп под действие на флуиден поток – скейлингови отношения

проф. д-р Богдан Рангелов, проф. дхн Андрей Милчев

Същност: Везикулите са „контейнери“ на микро- и нано-ниво, чрез които в живите системи се пренасят протеини, хормони, ензими и други молекули. В практиката и природата този пренос често включва преминаване през стеснения (пори/процепи) в мембрани и разделящи граници. Разбирането на механизма и скоростта на такова преминаване е важно за приложения като доставка на лекарства, нанофлуидика, клетъчна филтрация и хемостаза.

Резултати: Чрез хибриден подход на молекулна динамика с отчитане на хидродинамичните взаимодействия е моделирано преминаването на везикула с пълнеж през тесен правоъгълен процеп с ширина H под действие на флуиден поток, предизвикан от постоянна сила F . Анализирано е времето за преминаване τ в зависимост от площта/размера на везикулата (A), концентрацията на пълнежа, ширината на процепа и силата на потока. Получени са ясни скейлингови зависимости:

- $\tau \propto A$ (по-големите везикули преминават по-бавно);
- $\tau \propto 1/F$ (по-силен поток ускорява преминаването);
- $\tau \propto 1/H^2$ (дори малко увеличаване на процепа силно съкращава времето);
- $\tau \propto$ концентрацията на пълнежа (по-голям „товар“ води до по-бавно преминаване).



Фигура 2.1. Преминаване на везикула с пълнеж през тесен процеп под действие на поток: илюстрация на деформацията и установените скейлингови зависимости за времето на преминаване τ ($\tau \propto A$, $\tau \propto 1/F$, $\tau \propto 1/H^2$ и $\tau \propto$ концентрацията на пълнежа).

Значимост за науката и обществото: Научната стойност на изследването е в извеждането на универсални зависимости, които свързват геометрията на стеснението, характеристиките на „мекия контейнер“ и силата на потока с кинетиката на преминаване. Това създава основа за количествено предсказване и инженерно управление на процеси в микрофлуидни устройства и бариерни системи. От гледна точка на обществения ефект резултатите подпомагат оптимизацията на технологии за филтрация и разделяне, както и разработването на по-ефективни носители за контролирана доставка на активни вещества.

Rangelov B., Petkov P., Milchev A., Flow-Induced Vesicle Translocation through a Narrow Slit -Transit Time Scaling Relations, *Langmuir* 41(25) (2025), 15849-15856 (IF 3.9; Q2)

<https://doi.10.1021/acs.langmuir.5c00604>

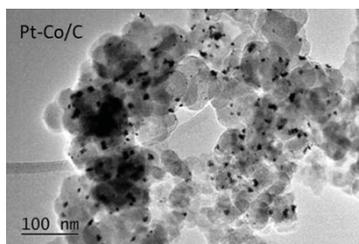
2.2 Най-значимо научно-приложно постижение:

Катализатори Pt–Co върху въглероден носител с повишена активност за реакцията на редукция на кислород, получени чрез безтоково отлагане и галванично заместване

доц. д-р Желя Георгиева

Същност: Ефективността на горивните клетки в голяма степен се определя от катодната реакция на редукция на кислород (ORR), която е сравнително „бавна“ и води до енергийни загуби. Стандартните катализатори са на основата на платина (Pt), но поради високата ѝ цена и ограничен ресурс е важно да се постигне по-висока активност при по-добро използване на Pt. Разработен е алтернативен двустъпков метод за синтез на Pt–Co нанокатализатори със структура „ядро–обвивка“, диспергирани върху въглероден носител.

Резултати: Катализаторът е получен чрез: (i) **безтоково отлагане** на Co–P покритие върху въглероден прах Vulcan XC72R и (ii) **спонтанно частично галванично заместване** на Co с Pt чрез потапяне на прекурсора Co–P/C в хлороплатинатен разтвор. Полученият материал съдържа както агломерати, така и отделни наночастици с размер <10 nm. Съставът, морфологията, кристалната структура и химичното състояние на повърхността са изследвани със SEM/EDS, TEM, XRD и XPS. Електрохимичното поведение е оценено чрез циклична волтаперометрия, а активността към ORR – чрез линейна волтаперометрия и сравнена с търговски Pt/C. При свръхпотенциал **380 mV (0.85 V спрямо RHE)** Pt–Co/C показва **по-висока масова и повърхностна активност** от Pt/C. Положителният ефект се наблюдава дори при **много малко съдържание на Co (<1 тегл.%)**, което се свързва с оптимален състав, наноархитектура и размер на частиците, постигнати чрез предложения метод.



Фигура 2.2. TEM изображение на наночастиците Pt-Co върху въглерод

Значимост за науката и обществото: Постижението е научно-приложно значимо, защото демонстрира технологично рационален подход за получаване на по-активни Pt-базирани ORR катализатори чрез контролирана наноархитектура и минимално количество легиращ елемент. Практически това създава потенциал за **намаление на необходимото количество платина** при запазване или повишаване на производителността, което е ключово за по-достъпни и ефективни горивни клетки. В обществен план това подпомага развитие на нисковъглеродни енергийни технологии за транспорт и стационарни приложения.

Banti, A., Avramova, I., Sotiropoulos, S., Georgieva, J.,* „Enhanced Oxygen Reduction Reaction Activity of Carbon-Supported Pt-Co Catalysts Prepared by Electroless Deposition and Galvanic Replacement”, *Catalysts*, **15** (2025) 895 (IF4.0; Q2) <https://doi.org/10.3390/catal15090895>

3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ИФХ

През 2025 г. международното научно сътрудничество на Институт по физикохимия се развива устойчиво и многостранно – чрез участие в **европейски научни мрежи**, изпълнение на **двустранни и междуакадемични проекти**, активни **мобилности и научни визити**, прием на **чуждестранни учени и лектори**, както и чрез **публикации с международно съавторство** и присъствие на международни научни форуми.

✓ **Участие в международни научни мрежи (COST и др.)**

Сътрудничеството се подпомага от участие на изследователи на ИФХ в международни мрежи и тематични инициативи, които улесняват обмена на експертиза, съгласуването на методики и формирането на устойчиви партньорства в европейското научно пространство. (напр. DAEMON, PhoBioS, ADVANCE-TV и други тематично близки действия).

✓ **Двустранни и междуакадемични проекти и партньорства**

През отчетния период са реализирани и развивани партньорства по двустранни и междуакадемични схеми, които осигуряват рамка за съвместни изследвания, обмен на данни и съвместни научни резултати, както и за подготовка на бъдещи проектни инициативи на европейско и международно ниво. (ЕБР и Грантова схема: 1) Солунски Университет „Аристотел“, Гърция на тема „Модифицирани наноматериали за електро- и фотоелектрокаталитични приложения – синтез и характеризиране“; 2) Институт по Физика, Полска академия на науките на тема „Анализ на повърхността на GaN чрез модел на клетъчен автомат“ и 3) Институт по катализ и химия на повърхностите, Полска академия на науките на тема „Изследване действието на агрегати от протеини като стабилизатори на "меки" био-колоиди“.) През 2025 започнаха и двустранни партньорства с университети извън ЕС (напр. Турция), което разширява тематичния и организационния обхват на международните колаборации.

Продължи успешното сътрудничество с изследователски групи от Полша и Япония в изпълнение на проект към ФНИ на тема „Контролирани на атомен мащаб интерфейси от AlGaIn за UV-C LED“, който е в изпълнение на съвместен проект по програма „EIG CONCERT-Japan“.

✓ **Мобилности, научни визити и прием на гостуващи учени (вкл. Erasmus, CEEST)**

Ключов елемент на международното сътрудничество са мобилностите и краткосрочните научни визити, които подкрепят прякото взаимодействие с партньорски организации, достъпа до допълваща апаратура и експертиза и ускоряват съвместната научна продукция. Наред с утвърдените форми (научни командировки, обучения и участия във форуми), през 2025 г. ИФХ използва и **програми за международна мобилност**, включително **CEEST – програма за мобилност на студенти и учени за Централна и Източна Европа**, по която институтът приема **двама гостуващи лектори**, допринесли за обучение, обмен на знания и разширяване на научните контакти.

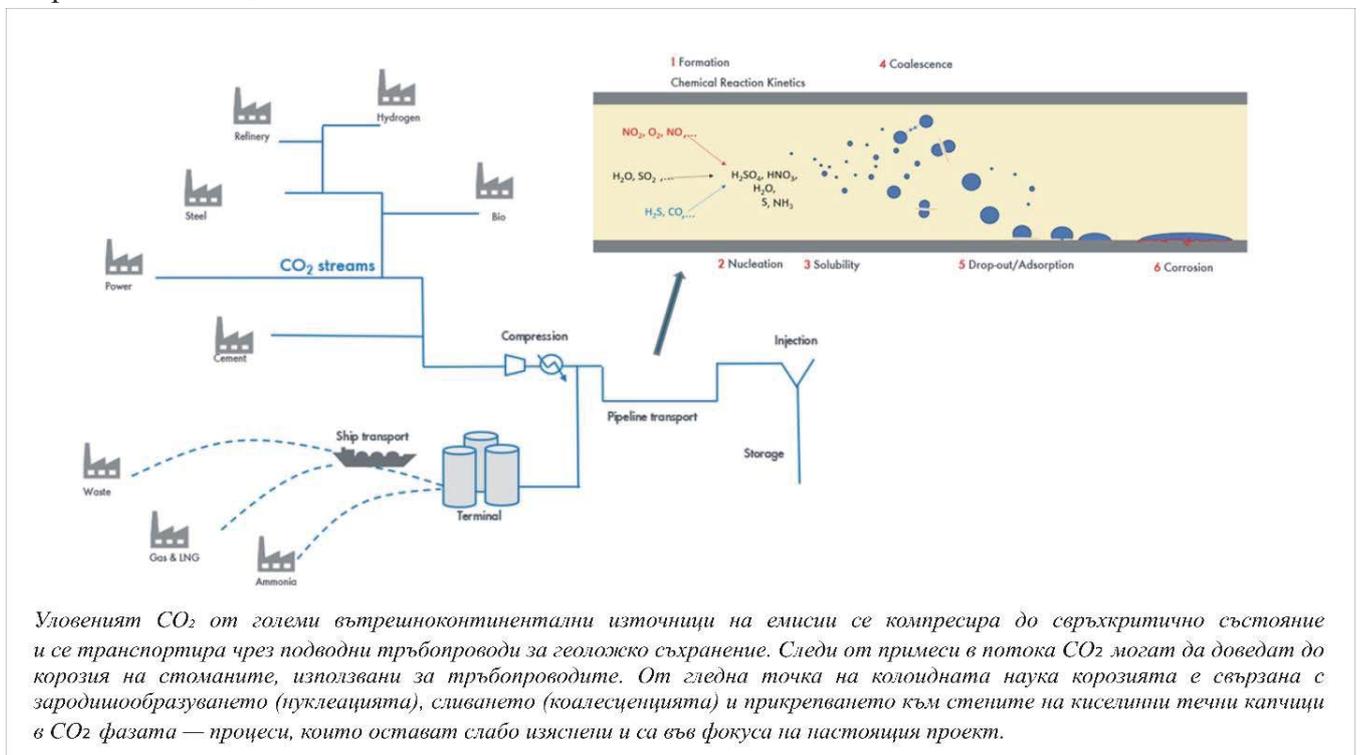
✓ **Сътрудничество с водещи международни институции и обмен на изследователи**

През 2025 г. ИФХ е активен и в обмена с водещи институции извън ЕС – пример са научните престои и визити, свързани с **Chinese Academy of Sciences (Ningbo Institute of Materials Technology and Engineering)**, както от китайска, така и от българска страна.

✓ Значим **Международно финансиран научно-изследователски проект:**

„Steel corrosion in transport of supercritical CO₂ for carbon capture and storage system – Model theoretical study and experiments“ се изпълнява в периода 2025–2027 г. като съвместен проект между **ИФХ** и **Shell Global Solutions International BV**. Ръководител на проекта е доц. д-р Пламен Чуков, с участието на доц. д-р И. Минков, гл. ас. д-р Д. Арабаджиева, гл. ас. д-р Х. Петкова, д-р И. Максимова, д-р Н. Панчев и д-р Б. Пейчев.

Проектът има за цел изясняване на теоретичните и експерименталните аспекти на образуване и стабилност на микроскопични киселинни капчици в среда на свръхкритичен CO₂ и влиянието им върху корозията на транспортната инфраструктура за улавяне и съхранение на CO₂. Установено е, че при транспорта на свръхкритичен CO₂, налични индустриални примеси образуват микроскопични киселинни капчици (напр. H₂SO₄ и HNO₃), които могат да причинят сериозни корозионни проблеми на транспортната инфраструктура. В изпълнение на теоретичната част на проекта е разширен моделът на кавитация на квадруполни течности и е разработено ново уравнение на състоянието на CO₂, като са анализирани ограниченията му спрямо експериментални данни. Адаптиран е алгоритъм за химично равновесие и е създадено уеб-приложение за прогнозиране на равновесния състав по дължината на тръбопроводи за свръхкритичен CO₂. Проведени са мащабни експериментални изследвания на тънки течни филми вода-в-масло, демонстриращи зависимостта на стабилността и междуфазовото напрежение от концентрацията на сярната киселина, с ясно изразени ефекти при концентрации над 1.5 mol/kg. Резултати ще допринесат за по-добър контрол на корозията в транспортната инфраструктура в системите за съхранение на CO₂.



Уловеният CO₂ от големи вътрешноконтинентални източници на емисии се компресира до свръхкритично състояние и се транспортира чрез подводни тръбопроводи за геологско съхранение. Следи от примеси в потока CO₂ могат да доведат до корозия на стоманите, използвани за тръбопроводите. От гледна точка на колоидната наука корозията е свързана с зародишообразуването (нуклеацията), сливането (коалесценцията) и прикрепването към стени на киселинни течни капчици в CO₂ фазата — процеси, които остават слабо изяснени и са във фокуса на настоящия проект.

4. УЧАСТИЕ НА ЗВЕНОТО В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

През 2025 г. Институтът по физикохимия участва активно в подготовката на специалисти чрез обучение и научно ръководство на докторанти, работа със студенти (дипломанти/стажанти), преподавателска дейност във висши училища и целенасочени демонстрационни и обучителни инициативи с външни организации. Бяха реализирани 3 защиты на дисертационни трудове и са зачислени 2-ма редовни докторанти в секция „Електрохимия и корозия“, като паралелно се поддържа и подготовка на докторанти в други форми (по чл. 21, ал. 7 от ЗВО в съответствие с процедурата за Финансиране на докторантури в областта на зелените и цифровите технологии BG-RRP-2.012 по ПВУ).

✓ **Форми на обучение и подготовка (докторанти, студенти, млади учени)**

- Проведени са **3 публични защиты** на дисертационни трудове.
- Продължава подготовката на **1 редовен докторант** към секция „Повърхности и колоиди“,
- Проведени са конкурси и са **зачислени 2 редовни докторанта**, с научно ръководство от хабилитирани лица на ИФХ.
- Осъществявано е ръководство на **студенти (дипломанти/практиканти)** от СУ „Св. Климент Охридски“, МУ – София, ХТМУ-София, по конкретни задачи и теми.

✓ **Сътрудничество с учебни организации и преподавателска дейност.** През 2025 г. продължи традиционното сътрудничество с висши учебни заведения и подпомагане на тяхната дейност за обучаване на студенти и дипломанти. Лекции и упражнения на различни теми са водени от сътрудници на ИФХ в СУ „Св. Климент Охридски“, ХТМУ, ТУ – София, УниБИТ и УНСС.

• **Външни заявители и практико-ориентирано обучение:** През 2025 г. са проведени **3 демонстрационни посещения** от фирми (**КЦМ, АРТМонбат, Костал**), като част от взаимодействието „наука–бизнес“ и популяризиране на научната дейност и компетентности.

Налице е устойчива ангажираност на ИФХ в обучението чрез докторантури, преподаване и работа със студенти, подкрепена от инфраструктура и партньорства с университети и външни организации. Перспективно е целесъобразно да се разширяват съвместните форми с ВУЗ (практики, дипломни работи, съвместни курсове) и да се усилва международният компонент (гост-лекции и мобилности), така че подготовката да води до по-бързо изграждане на компетентности за научна и приложна реализация.

5. ИНОВАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНОТО И АНАЛИЗ НА НЕЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

5.1. Осъществяване на съвместна иновационна дейност с външни организации и партньори, вкл. поръчана и договорирана с фирми от страната и чужбина.

През 2025 г. ИФХ–БАН реализира **съвместна иновационна дейност с външни организации и партньори** както чрез **договорирани разработки с фирми**, така и чрез **предоставяне на специализирани анализи и експертни услуги**.

✓ По договор с „**ВОЛТЕРА**“ ЕООД е разработван метод за производство на електрод върху стоманена решетка с развита повърхност на основата на химично **Ni-Zn-P** покритие.

✓ Съвместно с бизнес партньори е разработен и публикуван **иновативен метод за количествено регенериране на Al_2O_3** от бракувани абразивни дискове, с демонстрирана приложимост за получаване на материали/продукти, отговарящи на изисквания и стандарти.

✓ Паралелно институтът изпълнява **поръчани анализи и консултации** за външни възложители, включително фирми и институции (напр. **Sensata Technologies, Елпром Хеви Индъстрис**, както и **Агенция „Митници“**), като предоставяните услуги обхващат специализирани физикохимични и структурни изследвания и подпомагат внедряването и контрола на качество в практиката.

✓ Като конкретен резултат с приложен потенциал може да се посочи и **излязъл полезен модел: *Полезен модел № 5108U1/15.09.2025 „Електролит за химично отлагане на феромагнитни сплавни слоеве“*** (М. Георгиева, Д. Лазарова, Б. Цанева).

5.2. Извършен трансфер на технологии и/или подготовка за трансфер на технологии по договор с фирми; данни за полученото срещу това заплащане; данни за реализираните икономически резултати във фирмите (работни места, печалба, производителност, дял на новите продукти в общия обем на продажбите и т.н.).

6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНТО

6.1. Осъществяване на съвместна дейност - научно-изследователски услуги, експертна дейност или други услуги, възложени от външни организации и договорирана с фирми от страната и чужбина.

През 2025 г. Институтът по физикохимия реализира стопанска дейност и ефективно сътрудничество с външни организации чрез предоставяне на специализирана научно-изследователски услуги, изпълнение на заявки за анализи/измервания и договорирана разработки с индустрията.

Лабораторията по „Електронна микроскопия и микроанализ“ отчита изпълнение на външни заявки в порядъка на **около 100 часа за годината**, като сред основните клиенти извън БАН са *ХТМУ, Пловдивски медицински университет и Минно-геоложки университет*, а сред фирмите – *Festo, Vul Bio, Sensata, Kaproni* и др.

В рамките на **Лабораторията за рентгенови дифракционни методи/рентгеноструктурен анализ и компютърна томография** стопанската и сервизната дейност е с отчетен обем – извършени са **фазов анализ (750 проби), компютърна томография (120 проби) и GDOS (10 проби)**, като са обслужвани външни възложители като *„Костал България Аутомотив“*, *„Аурубис България“*, *„Капрони“ АД*, *„Барит Майнинг“*, *„Металик“ АД*, *„МонбатАрт“*, *„Сенсата Технолоджис България“ ЕООД*, *„Теразид“ ЕООД*, *„Гримас Балкан Контрол“ ООД* и *Агенция „Митници“*.

Паралелно са предоставяни **анализи и консултации** за външни възложители и предприятия, включително **Sensata Technologies Bulgaria ЕООД, Елпром Хеви Индъстрис АД, Медико Инженеринг ООД, Кристан Янков ЕООД**, както и други институции, като услугите обхващат експертни физикохимични и корозионни изследвания и подпомагат контрол на качество

и технологични решения в практиката. Като пример за договорирана съвместна дейност с националната индустрия е реализиран договор с „ВОЛТЕРА“ ЕООД за разработване на метод за производство на електрод върху стоманена решетка с развита повърхност на основата на химично Ni-Zn-P покритие.

6.2. Осъществяване на стопанска дейност – предоставяне на достъп до научно-изследователска инфраструктура.

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ИФХ-БАН ЗА 2025г.

Наличности по левови сметки към 01.01.2025: 1 451 545 лв.

Наличности по валутни сметки към 01.01.2025: 302 714 лв.

I ПОСТЪПИЛИ ФИНАНСОВИ СРЕДСТВА

Приходи 01.01.2025 г. -31.12.2025 г.	ОБЩО	Левови сметки и СЕБРА	КСФ и ДЕС, ПВУ
Утвърдена бюджетна субсидия	3 202 110	3 202 110	0
Получени средства по договори, МОН, ФНИ, КСФ, ПВУ	1 512 682	741 800	770 882
Приходи от услуги	155 381	155 381	0
Платено ДДС и данък приходи	-11 539	-11 539	0
Дарения	4 850	4 850	
В С И Ч К О ПРИХОДИ, ПОМОЩИ И ДАРЕНИЯ	4 863 484	4 092 602	770 882

II НАПРАВЕНИ РАЗХОДИ

Разходи 01.01.2025 г. -31.12.2025г.	ОБЩО	Бюджет лева и валута	КСФ и ДЕС, ПВУ
Заплати и възнаграждения по трудови договори	2 686 987	2 521 182	165 805
Други възнаграждения	276 978	3 365	280 343
Разходи за осигурителни вноски	486 907	459 856	27 051
Разходи за материали и консумативи	178 062	155 628	22 434
Разходи за външни услуги и ремонти	269 123	136 924	132 199
Разходи за командировки	72 140	53 555	18 585
Други разходи	1 016	1 016	0
Стипендии	44 334	16 734	27 600
Разходи за ДМА	235 795	90 246	145 549
В С И Ч К О РАЗХОДИ	4 254 707	3 712 119	542 588

III. РЕКАПИТУЛАЦИЯ КЪМ 31.12.2025 г.

Остатък от бюджетна субсидия: 78 239 лв

Остатък от средства по партии и договори с МОН, ФНИ: 1 982 758 лв.

Остатък от валутни сметки в левова равностойност: 289 206 лв.

8. ИЗДАТЕЛСКАТА И ИНФОРМАЦИОННА ДЕЙНОСТ

През 2025 г. Институтът по физикохимия няма собствена издателска дейност. ИФХ поддържа интернет страница (<http://www.ipc.bas.bg/>) и facebook страници на *Институт по физикохимия* (<https://www.facebook.com/share/183Gu6z7RA/>) и *Лабораторията по Електронна микроскопия* (<https://www.facebook.com/ELMIIPC>). Уебсайтът и facebook страниците предоставя актуална информация относно научната дейност, образователната дейност, текущите събития, обявените процедури и конкурси, промените в личния състав, изпълняваните от ИФХ проекти и обществени поръчки. Информацията се обновява своевременно и се извършва текуща поддръжка.

9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ЗВЕНТО

Съставът на Научния съвет на ИФХ е избран на 12.01.2023 г. (Протокол № 82-РД-18-01) от Общото събрание на учените в ИФХ) и на 18.01.2023 г. (Протокол № 64-РД-18-03 от заседанието на НС на ИФХ). Списъчен състав е публикуван на страницата на ИФХ. <https://ipc.bas.bg/page/bg/struktura/rkovodni-organi/nauchen-svet.php>

№	Име, презиме, фамилия	Академична длъжност и научна степен	Месторабота
1.	Рашко Стефанов Рашков <i>Председател</i>	доцент, д-р	ИФХ-БАН
2.	Виктория Милкова Накова <i>Зам. председател</i>	професор, д-р	ИФХ-БАН
3.	Ивайло Любенов Димитров <i>Секретар</i>	доцент, д-р	ИФХ-БАН
4.	Богдан Ставрев Рангелов	професор, д-р	ИФХ-БАН
5.	Драгомир Младенов Тачев	професор, д-р	ИФХ-БАН
6.	Женя Стефанова Георгиева	доцент, д-р	ИФХ-БАН
7.	Весела Цветанова Цакова	професор, дхн	ИФХ-БАН
8.	Николай Стоянов Божков	професор, д-р	ИФХ-БАН
9.	Александър Живков Караманов	професор, д-р	ИФХ-БАН
10.	Мария Христова Петрова	професор, д-р	ИФХ-БАН
11.	Георги Вячеславович Авдеев	доцент, д-р	ИФХ-БАН
12.	Камелия Павлова Камбурова	доцент, д-р	ИФХ-БАН
13.	Цецка Борисова Радева	дхн	ИФХ-БАН
14.	Даниела Богданова Карашанова	професор, д-р	ИОМТ-БАН
15.	Геновева Атанасова	доцент, д-р	ИОНХ_БАН

10. КОПИЕ ОТ ПРАВИЛНИКА ЗА РАБОТА В ЗВЕНТО - посочва се линк към сайта на звеното, където е качен правилника.

https://ipc.bas.bg/media/DOCUMENTI/Pravilnici/Pravilnik_IPC_11_06_2024.pdf

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

БАН – Българска академия на науките
БТПП - Съвета по иновации при Българска търговско-промишлена палата
ВТУ – Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“
ВУЗ - Висше учебно заведение
ИАНМСП - Изпълнителната агенция за насърчаване на малките и средните предприятия
ИБЦТ - Институтът за балканистика
ИЕ – Институт по електроника
ИЕЕС – Институт по електрохимия и енергийни системи
ИЕФЕМ - Институтът за етнология и фолклористика с Етнографски музей при БАН
ИК – Институт по катализ
ИМК – Институт по минералогия и кристалография „Акад. Иван Костов“
ИОМТ – Институт по оптически материали и технологии
ИОНХ – Институт по обща и неорганична химия
ИОХЦФ – Институт по органична химия с Център по фитохимия
ИП – Институт по полимери
ИФТТ – Институт по физика на твърдото тяло
ИФХ – Институт по физикохимия
МИЕТ - Министерство на икономиката, енергетиката и туризма
МОН – Министерство на науката и образованието
МУ – Медицински университет
НАИМ - Националният археологически музей
НАМСП - Национална агенция за малки и средни предприятия
НАОА - Националната агенция за оценяване и акредитация
НБУ - Нов български университет
НИРД – Научно-изследователска и развойна дейност
НИФ - Национален иновационен фонд
НП – Национална програма
НС – Научен съвет
НСРНИ - Националната стратегия за развитие на научните изследвания
НХА - Национална художествена академия
ОП -Оперативна програма
ПВУ – План за възстановяване и устойчивост
СУ - Софийски университет „Св. Климент Охридски“
ТУ – Технически университет
УниБит - Университет по библиотекознание и информационни технологии
ФНИ – Фонд научни изследвания
ХТМУ - Химикотехнологичен и металургичен университет
ЦВП – Център за върхови постижения
ЦК – Център по компетентност
ЦЛПФ - Централната лаборатория по приложна физика
СЕЕPUS - Central European Exchange Program for University Studies
DPV - Диференциална импулсна волтаперометрия
DLS – Динамично светоразсейване
EDXS - Energy-dispersive X-ray spectroscopy

FDM – Fused Deposition Modeling
FESEM - Field Emission Scanning Electron Microscopy
IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry
SEM - Scanning electron microscope
SLA - Стериолитография
SLS - Селективно лазерно синтероване
XPS - X-ray photoelectron spectroscopy
XRD - X-ray powder diffraction