

**Институт по
обща и неорганична химия**
<https://www.igic.bas.bg>



ОТЧЕТЕН ДОКЛАД
на ИНСТИТУТ ПО ОБЩА И НЕОРГАНИЧНА ХИМИЯ
за 2025 г.

Директор на ИОНХ:
/проф. д-р Радостина Стоянова/

януари 2026 г.



1. ПРОБЛЕМАТИКА НА ИОНХ

1.1. Преглед на изпълнението на целите на ИОНХ

Институтът по обща и неорганична химия на БАН (ИОНХ) провежда фундаментални и приложни научни изследвания върху химия на материалите и химия на повърхността. Институтът води устойчива **научноизследователска политика** изпълнявайки специфичните цели и задачи съгласно разработените Национална стратегия за развитие на научните изследвания (НСРНИ) за периода 2018-2030 г., Стратегията за развитие на Института за периода 2018-2030 г., както и Научно-изследователския план на ИОНХ за 2025-2027 г. През 2025 г. научно-изследователската дейност на ИОНХ включваше изпълнението на следните теми: Тема А. Материали за съхранение и преобразуване на енергия; Тема Б. Материали за подобър живот; Тема В. Материали и процеси с екологична насоченост; Тема Г. Нови подходи за инструментален и теоретичен анализ на материали.

Научно-изследователската дейност в Института се финансира от изпълнението на различни проекти към ФНИ, ОП-НОИР, МОН (Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“), Национална пътна карта (НПК), **Национални научни програми (ННП)**, Националният център за върхови научни постижения „Мехатроника и чисти технологии“, както и от иновативна дейност. В резултат на активната проектна дейност ИОНХ има за 2025 г. **102 публикации и 4191 цитата**, отразени в международните бази данни (WoS и/или Scopus).

През 2025 г. ИОНХ продължи да развива приложни и иновационни изследвания, свързани с оползотворяване на природни ресурси. Разработени са и внедрени **два нови** козметични продукта от Лабораторията „Солеви системи и природни ресурси“ - Бургас, ИОНХ. С международната фирма „Кабот“ (САЩ) ИОНХ провежда изследвания върху въглеродни материали като аноди за натриево-йонни батерии, а с фирмата „Халдор Топсо“ (Дания) - разработва паладий-съдържащи катализатори, за очистване на летливи органични съединения в отпадни газове. Заедно с това, се извършват сервизни анализи, консултации и експертизи за нуждите на над **25 фирми** и организации.

След около 60 години от създаването на сградата, през 2025 г. бе извършен **мощен ремонт на блок 11** в рамките на проект „Подобряване на условията на труд и модернизирани на инфраструктурата за научноизследователска и иновационна дейност в ИОНХ-БАН“ (ИНФРА-ИОНХ) по Плана за възстановяване и устойчивост (ПВУ), инструмент „Следващо поколение ЕС“ (2021-2024 г.). **Ремонтирани и обновени са 19 лаборатории**, коридорното пространство и товарен асансьор, което доведе до значително **подобряване на условията на труд в Института**. Успоредно с това бе ремонтиран покрива на Лабораторията на ИОНХ в Бургас.

Научната инфраструктура в Института бе разширена чрез закупуване и инсталирани на малки специфични научни апаратури по проекти към ФНИ.

Кадровият състав на ИОНХ се развиваше успешно и през 2025 г. Привлечени бяха девет нови химици, шест от които на възраст под 30 години, проведени бяха конкурси за академичните длъжности „професор“ (3 бр.), „доцент“ (2 бр.) и „асистент“ (5 бр.). По Инвестиция С2.12 „Повишаване на иновационния капацитет на Българската академия на науките в сферата на зелените и цифровите технологии“ по Плана за възстановяване и устойчивост, бе спечелен и изпълняван проект „Повишаване на безопасността на натриево-йонните батерии“ SAFEBAT, в рамките на който бе обучен един специализант в Института. През 2025 г. **бе спечелен един нов проект** „Повишаване квалификацията на учени от ИОНХ-



БАН в областта на получаване и охарактеризиране на иновативни материали за по-добро качество на живот“ (№ BG-RRP-2.020 по Програма „Повишаване на квалификацията на научноизследователския състав на звената на БАН посредством специализации и обмяна на опит“ за изпълнение на инвестиция С2.12 по Плана за възстановяване и устойчивост. По Националната програма „Млади учени и постдокторанти“-2 в ИОНХ е изпълняван един проект в модул „Млади учени“. През 2025 г. в ИОНХ защити един докторант, един приключва третата си година на обучение, но същевременно бяха зачислени и 4 нови докторанти. Двама от зачислените докторанти са по проект „Интердисциплинарно обучение за развитие на знания и компетентности на докторанти в различни направления на съвременните изследвания за здравословен живот и чисти технологии (ИНТЕРДОК)“ бе спечелен и по програма „ОБРАЗОВАНИЕ“ 2021-2027 на МОН.

През 2025 г. бе осъществена значителна **мобилност** на учените в чужбина, от общо 82 командировки, 39 (т.е. 48 %) са в чужбина за участие в научни форуми и работни срещи. **Трима учени** са получили стипендия за научен обмен по програмата Еразъм+. Организирана бе Заключителна конференция в рамките на проект CARiM-VIHREN през май 2025 г. в гр. София и **една творческа работилница** по проект „Химия на водно-солеви системи за оползотворяване на природни минерални ресурси и отпадни продукти, в частност морски химически ресурси“, проведена през октомври в гр. Сандански.

Международната дейност на ИОНХ се изразява в сътрудничеството с водещи научни организации от Испания и Турция в рамките на Европейския проект M-ERA.NET, както и на един проект с Китай към ФНИ. Четирима чуждестранни учени посетиха Института през 2025 г. В рамките на междуакадемични договори и споразумения (ЕБР) бяха изпълнявани два проекта – с Египет и Сърбия, а един нов бе спечелен с партньор от Италия.

През 2025 г. ИОНХ участва в международна редакторска дейност, резултат от която през месец юли излезе вторият том на специалното издание със заглавие Size-Dependent Effects in Materials for Environmental Protection and Energy Application (2nd Edition) ([Materials | Special Issue : Size-Dependent Effects in Materials for Environmental Protection and Energy Application \(2nd Edition\)](#)), с издателство MDPI. В момента се подготвя трето специално издание със заглавие Size-Dependent Effects in Materials for Environmental Protection and Energy Application към списанието Materials (3-rd Edition). През месец ноември бе подготвено и специалното издание на Journal of Solution Chemistry, Springer, посветено на 90-годишнината на проф. Христо Баларев (<https://link.springer.com/article/10.1007/s10953-025-01540-6>).

Информираността на обществото за научните постижения на ИОНХ обхваща многобройни и разнообразни обществени изяви, като участие в Наука за бизнес, XV Софийски фестивал на науката, участие в "Млади посланици на науката", интервюта в БНТ, NOVA телевизия, bTV, BG on-air, БТА, 24 часа и др.

Устойчивите резултати и научни показатели през 2025 г. утвърждават ИОНХ като водещ национален изследователски и иновационен център по химия на материали и процеси с екологична насоченост. Най-яркото независимо доказателство за това е класирането на ИОНХ на **шесто място** в категорията H-index в Scopus от общо 152 институти и висши училища в България. Това затвърждава позицията му във водещата група **Scientific potential leaders**, съгласно класацията **National H-index Ranking за 2025 г.** В допълнение трима учени на основен трудов договор в ИОНХ – акад. дхн К. Хаджииванов (Физикохимия), проф. д-р Р. Стоянова (Енергия), проф. д-р Е. Жечева (Енергия) са сред първите 2% от милиони учени по света в съответните тематични области в класацията на Станфордския университет за 2025 г.



Признание за водещата роля и приноса на ИОНХ в научните изследвания в областта на химията е и връчването на **Голямата награда „Питагор“** за цялостен научен принос на проф. д-р Радостина Стоянова, която е и един от най-изявените български учени. Събитието е и едно от най-значимите за Института през 2025 г.

1.2. Изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030

ТЕМАТИКА НА ИОНХ И НСРНИ: ИОНХ работи активно за справяне с глобалните предизвикателства, свързани с изменението на климата, съхранението на енергия и подобряване на условията на живот, което е и в изпълнение на една от приоритетните тематични области на Иновационната стратегия за интелигентна специализация *ИСИС 2021-2027 „Чисти технологии, кръгова и нисковъглеродна икономика“*. Тя се разглежда като *хоризонтална и приоритетна област на интелигентна специализация на страната за всичките ѝ административни области (т.е. 28 области на страната на ниво NUTs III)*. В тази връзка ИОНХ е водеща организация в създаването на **Национален център за върхови постижения „Мехатроника и чисти технологии“**. През 2025 г. успешно стартира втората фаза на проекта „Национален център за върхови постижения мехатроника и чисти технологии“, който е финансиран по Програма "Научни изследвания, иновации и дигитализация за интелигентна трансформация". През 2025 г. стартира и **Национален Център по компетентност „Технологии и системи за генериране, съхранение и потребление на чиста енергия“** (Хитмобил), в който ИОНХ участва като партньор.

МЕЖДУНАРОДНА АКТИВНОСТ НА ИОНХ И НСРНИ: В изпълнение на Специфична цел 9 „Разширяване на участието на българската научна общност в европейското изследователско пространство и разширяване на международното научно сътрудничество“ и Специфична цел 1 „Осигуряване на висока квалификация и ефективно кариерно развитие на учените, основано на високо ниво на научните изследвания на НСРНИ в РБ“, ИОНХ успешно продължава да изпълнява Европейския проект по програма M-ERA.NET с водеща организация ИОНХ-БАН и ръководител проф. Р. Стоянова (КП-06-Д002/3 от 18.5.2023 г.). Партньори по проекта са колегите от Университет на град Кордоба, Испания, Университет Инону-Малатя, Турция и TÜBİTAK Институт за железопътни транспортни технологии (Тюбитак-Руте), Турция. В ИОНХ бе проведена тримесечна специализация на докторант от Университета в гр. Кордоба (Испания) и едноседмична специализация на учен от Полската академия на науките в гр. Вроцлав.

НАУЧНА ПОЛИТИКА НА ИОНХ И НСРНИ: По отношение на Дейност 4.2. Развитие на националната пътна карта за научна инфраструктура и активно участие в Европейската карта за научна инфраструктура, заложен в НСРНИ в РБ, в ИОНХ се изпълняват два научни инфраструктурни проекта по национална пътна карта (партньор): ИНФРАМАТ (2018-2024) „Разпределена инфраструктура от центрове за производство и изследване на нови материали и техните приложения, както и за консервация, достъп и е-съхранение на артефакти (археологически и фолклорни)“ и СЕВЕ-ЕССЕЛ (2018-2024) “Съхранение на енергия и водородна енергетика“ за обновяване, разширяване и поддържане на научната апаратура в ИОНХ. С помощта на финансовите средства по ИНФРАМАТ се поддържа функционирането на част от апаратите в ИОНХ: напр. профилактика и ремонт на апаратите и заплащане на годишни абонаменти за поддръжка на наличната апаратура. В изпълнение на задачите на ИНФРАМАТ участват 19 опитни изследователи и 2 специалисти. В НИ СЕВЕ ИОНХ-БАН участва в Направление 1 „Батерии“. Това позволява да се поддържа оборудването включено в



инфраструктурата (закупени са компоненти, консумативи, резервни части, материали и извършени ремонти) и да се провеждат съответните измервания по изпълнение на проектните дейности. В изпълнение на задачите на НИ СЕВЕ участват 15 изследователи. Общият брой на сервизните услуги за 2025 г. е над 25.

ПРОЕКТНА ДЕЙНОСТ НА ИОНХ И НСРНИ: През 2025 г. в ИОНХ се изпълняваха две национални научни програми към МОН в съответствие с основната им цел *създаване на условия за търсене и намиране на решения на актуални и значими обществени предизвикателства, свързани с екологични, технологични, и др. въпроси и проблеми, както и със стимулирането на младите учени в страната:*

1. „Млади учени и постдокторанти“ - 1 проект на ИОНХ в Модул „Млади учени“ на тема „Алкални и алкалоземни метални комплекси на 2-карбамидо-1,3-индандион с приложение за фотопротектори и биомаркери“ (гл. ас. д-р Нина Стоянова-Нанкова).

В ИОНХ се изпълняват два проекта по ННП „Върхови изследвания и хора за развитие на Европейската наука“ (Вихрен) към ФНИ, модул „Водещ учен“ за провеждане на върхови научни изследвания и ускоряване на реинтеграцията и кариерното развитие на учени в българските висши училища и научни организации: 1) „Синергизъм между катионни и анионни редокс реакции при материали с колосален интеркалационен капацитет“ (CARiM), ръководител проф. д-р Р. Стоянова, Лаборатория „Интерметалиди и интеркалационни материали“ и 2) „Advanced Isotopic Labelling for Identification of ABn Surface Structure“ (Adonis), ръководител акад. К. Хаджииванов, Лаборатория "Реактивност на твърди повърхности". В рамките на проект CARiM-VIHREN през месец май 2025 г. бе проведена Заключителна конференция.

През 2025 г. в Института се изпълняваха **21 научни проекта по Фонд „Научни изследвания“** – МОН, свързани с фундаментални изследвания по приоритетни теми заложи в НСРНИ в РБ и на ИСИС. Пет от тези проекти са нови за ИОНХ като в **13 проекта, ИОНХ** е водеща организация, а в 8 е партньор. Учени от ИОНХ са включени с лично участие в проекти на ФНИ (6) и в други проекти (14).

В допълнение ИОНХ е член на Сдружение с нестопанска цел „Регионален иновационен център за мехатроника и чисти технологии“, гр. Бургас (от 2020 г.).

Националните програми и проекти в ИОНХ осигуриха: обучение, развитие и финансови стимули на висококвалифицирани специалисти, осигуряване на висока компетентност и оборудване за подпомагане на високотехнологични производства и бизнеса, партньорство с други сектори като икономика, здраве, земеделие, и партньорство с университети, научни организации, бизнес и училища. С цялостната си научноизследователска дейност, ИОНХ интегрира българската наука в Европейското изследователско пространство, в изпълнение на НСРНИ 2017-2030.

ИНОВАЦИОНЕН КАПАЦИТЕТ НА ИОНХ И НСРНИ: В изпълнение на инвестиция С2.12 „Повишаване на иновационния капацитет на Българската академия на науките в сферата на зелените и цифровите технологии“, в процедурата BG-RRP-2.015 Укрепване на изследователския потенциал чрез привличане и задържане на талантиви изследователи по Плана за възстановяване и устойчивост, от ИОНХ бе изпълняван 1 проект на тема „Повишаване на безопасността на натриево - йонните батерии“.

По проект „Подобряване на условията на труд и модернизирание на инфраструктурата за научноизследователска и иновационна дейност в ИОНХ-БАН“ (ИНФРА-ИОНХ) в рамките на Плана за възстановяване и устойчивост (ПВУ), който е част от инструмента „Следващо поколение ЕС“ (2021-2024 г.) бяха ремонтирани и обновени 19 лаборатории в Института.



През 2025 г. бе спечелен **един нов проект** „Повишаване квалификацията на учени от ИОНХ-БАН в областта на получаване и охарактеризиране на иновативни материали за по-добро качество на живот“ (№ BG-RRP-2.020 по Програма „Повишаване на квалификацията на научноизследователския състав на звената на БАН посредством специализации и обмяна на опит“ за изпълнение на инвестиция С2.12 „Повишаване на иновационния капацитет на Българската академия на науките в сферата на зелените и цифровите технологии“ по Плана за възстановяване и устойчивост.

В съответствие с Политика 4.6. „Стимулиране на приложни научни изследвания“ от НСРНИ 2017-2030, приложните изследвания в ИОНХ са свързани основно с оползотворяване на природни ресурси, в частност морска луга и разработване на технологии за производство на козметика и медицинска козметика в Лабораторията ССПР-Бургас на ИОНХ-БАН. Дейността се осъществява в рамките на Вътрешен договор, свързан с разработване и производство на продукти.

НАУЧЕН ПОТЕНЦИАЛ НА ИОНХ И НСРНИ. В съответствие с Дейност 1.3. от НСРНИ „Повишаване квалификацията на учените в научните организации и висшите училища“, значителна част от активностите в ИОНХ са насочени към развитието на научния потенциал и поддържане на високо научно ниво на изследванията. През 2025 г., са назначени девет химици, шест от които са на възраст под 30 г., 9 млади специалисти и учени работят на щатна позиция и 8 привлечени млади учени изпълняват проекти „Вихрен“. В рамките на компонента 2 от бюджета на ИОНХ се извършва допълнително диференцирано заплащане на учените в ИОНХ, обвързано с постигнати резултати. Осигуряват се финансови стимули за привличане на повече млади хора. Изпълнява се проект „Интердисциплинарно обучение за развитие на знания и компетентности на докторанти в различни направления на съвременните изследвания за здравословен живот и чисти технологии (ИНТЕРДОК)“ по програма „ОБРАЗОВАНИЕ“ 2021-2027, в който Института участва като партньор и по който бяха зачислени 2 редовни докторанти. Водеща организация е СУ „Св. Климент Охридски“ (Факултет по Химия и фармация и Биологически факултет) а втори партньор е ШУ „Епископ Константин Преславски“.

През 2025 г. благодарение на проект „Подобряване на условията на труд и модернизиране на инфраструктурата за научноизследователска и иновационна дейност в ИОНХ-БАН“ (ИНФРА-ИОНХ) в рамките на Плана за възстановяване и устойчивост (ПВУ) бяха ремонтирани и обновени 19 лаборатории в Института. Петима учени участват в проект за „Повишаване квалификацията на учени от ИОНХ-БАН в областта на получаване и охарактеризиране на иновативни материали за по-добро качество на живот“.

НОРМАТИВНА УРЕДБА НА ИОНХ И НСРНИ. Съгласно хоризонтална дейност 2

„Синхронизирани изменения в нормативните актове, свързани с изпълнението на стратегията“, през 2025 г. в ИОНХ са актуализирани Стратегията за развитие на ИОНХ (18.06.2025), Научният план на Института (март, 2025) и Етичния кодекс на служителите в ИОНХ (22.03.2025).

1.3. Полза/ефект за обществото от извършваните дейности

Ползата за обществото от научноприложните и иновационни дейности на ИОНХ през 2025 г. може да се раздели на няколко групи:

а) Сътрудничество на ИОНХ с бизнеса, организации и общини

- В полза на обществото ИОНХ извършва дейности насочени към опазването на околната среда. През 2025 г. са разработени и нотифицирани **два** нови козметични продукта.



Популяризирането на продуктите, нужни за бизнеса в сферата на спа, уелнес и физиотерапията, както и ползата от сътрудничеството между науката и бизнеса е представено от колеги от Лаборатория ССПР при участието им в различни форуми Четвърто издание на форума „Наука за бизнес“, 3 юни 2025 г.; Пето издание на Green Transition Forum, 16-20.06, 2025; Научен и иновационен форум „Иновативни решения за ресурсна ефективност и кръгова икономика“, 22-24.10.2025 г.; международен форум „Черно море 2030: Партньорство за устойчиво бъдеще, 24.10.2025 г. в гр. Бургас.

- В рамките на договор между община Поморие и ИОНХ са извършени многобройни изследвания на Поморийското езеро с цел оценка на неговото състояние. Учен от Лаборатория ССПР е член на Обществен съвет на гр. Бургас за опазване на Атанасовско езеро и на Консултативен съвет за Поморийското езеро и със своята компетентност участва активно в мероприятията за опазване и съхраняване на езерата.

- ИОНХ извършва редица дейности, свързани с обслужването на фирми и организации: сервизни анализи, консултации и експертизи за подпомагане технологичната дейност на малки и средни предприятия в страната. Комбинирани анализи от рентгенофазов анализ и рентгенов флуоресцентен анализ е извършен по поръчка от няколко фирми – „Булгартранс газ“, „Сика“България, „МарсАрмор“ ООД, Чайка фарма, „Сенсата технолоджи“ ООД, Техкерамик М АД, Калцит АД, Солво Трейд ООД, МЦ Уроелит, Вал технолоджи ЕООД, Сдружение Тракея, МЕтакрозис ООД, МТГ Делфин, РУА България ЕООД, Лукойл Нефтохим – Бургас, АД, МЦ „Варис клиник“ и др. Редица анализи са извършени по поръчка и на различни институти на БАН, както и университети от страната – ИК, ИЕ, ИМК, ИП, ИОХЦФ, ИОМТ, ИБФБМИ, Бургаски държавен университет, ХТМУ – София, СУ „Кл. Охридски“ и др.

б) Връзка на научната дейност на ИОНХ с широката общественост

ИОНХ се включи в Четвъртото издание на форума „Наука за бизнес“, който е съвместна инициатива на БАН и Изпълнителната агенция за насърчаване на малките и средните предприятия с подкрепата на МОН и Министерството на икономиката. На този форум доц. д-р Мария Калъпсцова с устен доклад представи текуща научно-приложна разработка на тема "От боклук до ценна суровина: превръщане на отпадна биомаса в устойчив материал за съхранение на енергия", а колегите проф. д-р Любомир Александров, доц.-д-р Деляна Манасиева и гл.ас. д-р Антонина Ковачева представиха на любознателната аудитория, както редицата научно-приложни разработки и проекти на ИОНХ-БАН, така и продуктите на Sea Stars и Solilug.

Повиши се информираността на обществото за достиженията на науката и за научните аспекти на актуални за обществото проблеми чрез следните изяви:

- Участие на ИОНХ в XV Софийски фестивал на науката, с работилница, „Необятният свят на стъклото“ (доц. д-р М. Ганчева, доц. д-р М. Миланова, гл. ас. д-р Цв. Лазарова-Кюлева, гл. ас. д-р Л. Иванова, гл. ас. д-р Д. Кичукова, гл. ас. д-р Н. Маринков, гл ас. д-р М. Недялков, ас. Калина Иванова, Г. Бурдина,) с изложба „Химичните елементи през погледа на ежедневието ни“ (гл. ас. д-р М. Недялков), 08-10.05.2025 г.;
- Две млади жени от Института - доц. д-р Мария Калъпсцова и гл. ас. д-р Нина Стоянова-Нанкова взеха участие в специална изложба в чест на 15-годишнината на Националната програма „За жените в науката“ в България под мотото „Светът има нужда от наука, а науката – от жени“, по Програма на L'Oréal и ЮНЕСКО, 22 май 2025 г.;



- Участие на ИОНХ във фестивала "Млади посланици на науката", с щанд (гл. ас. д-р М. Недялков, Ц. Герасимова, Стефани Петрова и Х. Лалковски), 27.09.2025 г.;
- Пето издание на Green Transition Forum – доц. д-р Мария Калъпсъзова, проф. д-р Любомир Александров, доц. д-р Ралица Велинова, гл. ас. д-р Антонина Ковачева, ас. Радост Илиева, гл. ас. д-р Николай Маринков, 16-20.06, 2025;
- Научен и иновационен форум „Иновативни решения за ресурсна ефективност и кръгова икономика“, състоял се в Интер Експо Център. Участие взеха колегите проф. д-р Диана Рабаджиева, доц. д-р Мария Калъпсъзова, доц. д-р Ралица Велинова, ас. Трайче Тушев, гл. ас. Антонина Ковачева, Катерина Тумбалова, д-р Стоян Камбуров, 22-24.10.2025 г.;
- Колегите Цветелюба Петрова, Надежда Георгиева от Лабораторията на Института в Бургас, взеха участие в международен форум „Черно море 2030: Партньорство за устойчиво бъдеще“, 24.10.2025 г.;
- Участие в комисия по оценка и защита на постерни презентации Национален ученически конкурс "Празник на химията 2025", гл. ас. д-р Цв. Захариев;
- Демонстрации във „Вечер на химията“, Климентови дни във Факултета по химия и фармация 20-21 ноември, 2025 г., гл. ас. д-р М. Недялков.

Интервюта в различни медии:

- **БТВ новините** - Централна емисия, репортаж, 11 ноември 2025 г.
- **БТВ "Тази сутрин"**, репортаж „От утайка до енергия: Български учени превръщат кафето в батерия“, 11 ноември 2025 г.
- **Bulgaria ON AIR**-България сутрин в събота и неделя, интервю, 08 ноември 2025 г.
- **БНТ1** Панорама, репортаж „Химия на успеха – история за учени и бъдеще“, 31 октомври 2025 г.
- Интервю пред **БТА** на ас. Любен Бориславов, „Младият учен Любен Бориславов преплита химия и алгоритми в опит да усъвършенства батериите“, 19.06.2025 г.
- Интервю във **вестник „Аз-буки“**, Новатор в химията взе Голямата награда „Питагор“, 26 октомври 2025 г.;
- **Интервю в „24 часа“**, „Екипът на проф. Стоянова от БАН създава батерия от утайка от кафе“, 21 октомври 2025 г.
- **БНР програма Хоризонт**, интервю, 13 октомври 2025 г.
- Интервю в **„Дарик“ радио**, Цялостен принос в науката „Кой е носителят на голямата награда „Питагор““, 14 октомври?
- Интервю в научно списание **Materials** на издателство MDPI, Materials | Interview with One of the Title Story Authors—Dr. Delyana Marinova, 20 август.

Публикации в различни медии:

- Интервю в **„NewsHubBG.com - новини“**, Проф. Радостина Стоянова от БАН с Голямата награда „Питагор“ за цялостен принос в науката, 14 октомври;
- Интервю в **Национална информационна агенция ПАРАГРАФ**, Проф. Радостина Стоянова спечели Голямата награда „Питагор“ за принос в химията на енергийните материали, 14 октомври;
- **OFF News Наука**, Голямата научна награда "Питагор" получи проф. Радостина Стоянова от Института по обща и неорганична химия, 14 октомври;
- **PRO News – България**, Новатор в химията взе голямата награда „Питагор“; 14 октомври;



- **Новини МОН**, НОВАТОР В ХИМИЯТА ВЗЕ ГОЛЯМАТА НАГРАДА „ПИТАГОР“, 14 октомври;
- **Българска Телеграфна Агенция**, Носителят на Голямата награда „Питагор“ за цялостен принос в науката е проф. Радостина Стоянова от Института по обща и неорганична химия, 14 октомври;
- **DUNAV most новини**, Учени от БАН разработват батерия от утайка от кафе, 21 октомври;

в) Дейности насочени към личността, привличане и развитие на млади специалисти

Учен от ИОНХ бе удостоен с **Голямата награда „Питагор“** за цялостен научен принос.

Двама млади учени, Катерина Тумбалова и Стефани Петрова, са носители на годишните награди на Алма матер за учебната 2025/2026 г. за постижения в научноизследователската дейност. Катерина Тумбалова е носител на наградата „Най-добра дипломна работа“, присъдена от Съюза на химиците в България. Асистент Любен Бориславов спечели грант за участие в 74-тата среща с Нобелови лауреати в град Линдау, Германия.

С цел привличане на млади кадри, през месец май 2025 г. ИОНХ взе участие в Деня на кариерното развитие, проведен във ФХФ, СУ „Кл. Охридски“, където група учени (доц. д-р Д. Манасиева, доц. д-р М. Калъпсъзова, ас. Т. Тушев и ас. Л. Бориславов) представиха научната дейност на Института с брошури и материали.

Реализирани бяха и студентски практики на 13 студенти по проект BG05SFPR001-3.002-0001 „От висше образование към заетост“ към МОН, а със собствени средства ИОНХ осъществява и обучение на един студент (Сияна Бенчева) от БФ на СУ „Св. Климент Охридски“.

И през 2025 г. ИОНХ за пореден път отвори вратите си за ученическата общност: проведена е ученическа практика за ученици **от шест училища**. При посещението им учени от Института презентираха наличната техника и оборудване на учениците, но и нагледно демонстрираха методи за синтез на различни материали.

През месец март ИОНХ отбеляза юбилейната си 65 годишнина с тържество, а през месец май се проведе Заключителната конференция по проект CARiM, програма В.И.Х.Р.Е.Н. съчетана с Юбилейната конференция 65 години ИОНХ-БАН.

1.4. Взаимоотношения с други институции

Взаимоотношенията на ИОНХ с други институции могат да се разделят на две нива - национално и международно ниво:

а) на национално ниво

- Учени от ИОНХ си сътрудничат с университети в България, основно в направления енергийни ресурси, енергийна ефективност, нанонауки, нови материали и технологии при изпълнение на научни инфраструктурни, национални научни програми и съвместни проекти, но и за извършване на различни анализи. Партньори са следните университети: ФХФ-СУ, ХТМУ-София, Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“, Медицински университет – Плевен, Факултет по фармация, МУ – София, Факултет по дентална медицина, МУ - София, МУ-Варна, Държавен университет – Бургас, ЮЗУ „Неофит Рилски“, Русенски университет – клон Разград. Археологически музей, гр. Велики Преслав. С лично участие **6 учени** от ИОНХ са включени в различни проекти на български университети с ФНИ;



- Учени от ИОНХ си сътрудничат с изследователски колективи от други институти на БАН - ИК, ИОХЦФ, ИЕЕС, ИП, ИЕ, ИОМТ, ИМК, ИБФБМИ, ИФХ, ИЕМПА в рамките на различни проекти;
- Израз на ползотворното сътрудничество на ИОНХ с университети и/или Институти на БАН са не само съвместните проекти по различни програми - Националният център за върхови научни постижения „Мехатроника и чисти технологии; Национален Център по компетентност „Технологии и системи за генериране, съхранение и потребление на чиста енергия“ (Хитмобил), Вихрен, ИНТЕРДОК, но и съвместните публикации в сътрудничество с колеги;
- Учени от ИОНХ участват в експертни органи в областта на науката и висшето образование: Научен иновационен съвет по ресурсна ефективност и кръгова икономика, сформиран в изпълнение на инвестиция С2I2 „Повишаване на иновационния капацитет на Българската академия на науките (БАН) в сферата на зелените и цифровите технологии“ по Компонент 2 „Научни изследвания и иновации“ на Националния план за възстановяване и устойчивост (експерт-консултант, проф. Д. Рабаджиева); Национален комитет към Международния съюз по чиста и приложна химия (членове - проф. д-р Д. Рабаджиева и проф. д-р Р. Стоянова), Жури в конкурс за докторантска стипендия на изявени млади учени на Фондация Карол Знание (член на жури, проф. Р. Стоянова);
- Участие на учени в съвети, комисии и други експертни органи на външни за БАН институции: Обществен съвет на гр. Бургас за опазване на Атанасовско езеро, Консултативен съвет за Поморийското езеро (доц. д-р С. Тепавичарова); Експертен съвет в ИСУН, Министерство на иновациите и растежа; Комитет за наблюдение на ОП „Наука и образование за интелигентен растеж“; Национален съвет за наука и иновации;
- Участие на учени в органи на управление на научни учреждения, организации и ВУ: Международен съюз по кристалография (член в Комисия по прахова дифракция, проф. Д. Ковачева), Национален координационен съвет по нанотехнологии (член, проф. Д. Ковачева), Управителен съвет на Българско кристалографско дружество (зам.-председател проф. д-р Д. Ковачева, член - доц. д-р П. Цветков);
- Рецензии и становища по процедури. Учени от ИОНХ са ценени експерти и през 2025 г. 14 учени са изготвили 28 рецензии и становища по конкурси за научни степени и академични длъжности (10 - за ОНС „доктор“, 9 - за „доцент“, 9 - за „професор“ и 1 - за дипломна работи) към ИОНХ, ИЕЕС, ИК, ХТМУ, Бургаски Държавен университет, ПУ „Паисий Хилендарски“, ФХФ-СУ.
- Изготвени са 14 рецензии за проекти на ФНИ и други научни организации в чужбина и 160 анонимни рецензии (от 20 учени) на статии за специализирани списания
- Учени от ИОНХ са членове на редица национални научни дружества - Българско кристалографско дружество, Клуб на българските катализици, Съюз на химиците в България, Съюз на учените в България, Сдружение на олимпийските отбори по природни науки, Българско зеолитно дружество, Българско дружество по стъкло и керамика.
- Учен от ИОНХ е Председател на Българската зеолитна асоциация, съветник на Председателя на БАН и член на УС на ЦВП по мехатроника и чисти технологии.
- Учен от ИОНХ е член на Управителния съвет на БАН.

б) на международно ниво

На международно ниво взаимоотношенията с други институции се изразяват в:



- Участие в международни проекти: Европейски проект M-ERA.NET, международно сътрудничество - БАН и двустранни проекти на ФНИ, като ИОНХ си сътрудничи с водещи научни организации от Испания, Турция, Китай и Египет;
- Участие в експертни органи в областта на науката и висшето образование: Division of Computational and Theoretical Chemistry of European Chemical Society (национален делегат, проф. И. Георгиева); IUPAC Division VI, Chemistry and the Environment (национален представител, проф. Д. Рабаджиева); International Union of Crystallography, Commission on Powder Diffraction (проф. Д. Ковачева);
- Участие на учени в организационни и програмни комитети на научни форуми: International Conference on Applied Chemistry (Венелин Енчев), Scientific and Innovation Forum "Innovative Solutions for Resource Efficiency and Circular Economy" (Диана Рабаджиева).
- Изготвена е 1 рецензия за ОНС „доктор“ Department of Chemistry, Annamalai University, India;
- Учени от ИОНХ са членове на:
 - международни научни дружества - Royal Society of Chemistry, Academia Europea, AcademiaNet, American Chemical Society, Международен съюз за чиста и приложна химия;
 - Съставителска и редакторска дейност: Специално издание със заглавие Size-Dependent Effects in Materials for Environmental Protection and Energy Application Materials Chemistry SI: Size-Dependent Effects in Materials for Environmental Protection and Energy Application-2nd Edition (проф. Р. Стоянова, доц. А. Бъчварова, проф. И. Георгиева) (*13 статии*).
 - редакционни колегии - Chemical Engineering Journal (заместник главен редактор), Materials, Academia Environmental Sciences and Sustainability Open Engineering, International Journal of Advances in Chemistry, Recent Patents on Materials Science, Current Smart Materials, Asian Journal of Nanosciences and Materials, Catalysts-MDPI, Science Academique, Frontiers in Chemistry.

1.5. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата

1.5.1. Практически дейности:

- Във връзка с изследванията върху устойчиво използване на морските ресурси, в ИОНХ продължава разработването на иновативни продукти и технологии на основата на химическите ресурси на Черно море и организирането на малки производства на натурална медицинска козметика, която се предлага в страната и чужбина. По инициатива на община Бургас Институтът продължава да рекламира уникалните солени езера чрез разработените козметични продукти. По заявка на община Поморие са извършени изследвания на физикохимичните характеристики (температура, рН, проводимост, соленост и разтворен кислород) на Поморийското езеро с цел да се оцени неговото състояние.

1.5.2. Проектите, свързани с общонационални и оперативни дейности, в които ИОНХ участва са:

- Проект „Подобряване на условията на труд и модернизирание на инфраструктурата за научноизследователска и иновационна дейност в ИОНХ-БАН“ (ИНФРА-ИОНХ) в рамките на Плана за възстановяване и устойчивост (ПВУ), който е част от инструмента „Следващо поколение ЕС“ (2021-2024 г.);
- Проект „Повишаване квалификацията на учени от ИОНХ-БАН в областта на получаване и охарактеризиране на иновативни материали за по-добро качество на



живот“ (№ BG-RRP-2.020 по Програма „Повишаване на квалификацията на научноизследователския състав на звената на БАН посредством специализации и обмяна на опит“ за изпълнение на инвестиция С2.12 „Повишаване на иновационния капацитет на Българската академия на науките в сферата на зелените и цифровите технологии“ по Плана за възстановяване и устойчивост;

- Проект „Интердисциплинарно обучение за развитие на знания и компетентности на докторанти в различни направления на съвременните изследвания за здравословен живот и чисти технологии (ИНТЕРДОК)“ по програма „ОБРАЗОВАНИЕ“ 2021-2027 към МОН;
- 1 проект в Модул „Млади учени“ на тема „Алкални и алкалоземни метални комплекси на 2-карбамидо-1,3-индандион с приложение за фотопротектори и биомаркери“ (гл. ас. д-р Нина Стоянова-Нанкова), НП „Млади учени и постдокторанти“.

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2025

Основните резултати от научно-изследователската дейност на Института следват темите и задачите от научно-изследователския план на ИОНХ 2025-2027 г.

Постигнатите резултати по съответните задачи са както следва:

Тема А: Материали за съхранение и преобразуване на енергия

Еко-материали за натриево-йонни батерии

Тази тема се разработва основно от Лаборатория „Интерметалиди и интеркалационни материали“, като при охарактеризирането на материалите са участвали и учени от лабораториите „Електронна спектроскопия на твърди повърхности“ и „Кристалохимия на композитни материали“.

- Приложен е успешен подход за дизайн на композити между фосфатно-сулфатни материали ($\text{NaFeVPO}_4(\text{SO}_4)_2$), редуциран графенов оксид (rGO) и въглеродни сажди (C) като електродни материали за натриево-йонни батерии. Показано е, че композитът на основата на rGO превъзхожда този с въглеродните сажди по отношение на постигнат капацитет, циклична стабилност и стабилност при различни токови натоварвания при стайна и висока температура. Отличните електрохимични характеристики на този композитен електрод се дължат на специфичния хибриден механизъм на съхранение на натрий. За първи път е установено, че при стайна температура електродът работи чрез двуелектронна реакция, докато високата температура благоприятства триелектронна реакция, водеща до постигане на по-високи капацитети.
- Комплексните физико-химични и електрохимични изследвания разкриват, че въглеродните добавки имат положителната роля за подобряване на електрохимичните параметри, термичната и структурна стабилност на електродните материали и тази роля надхвърля общоприетия ефект за повишаване на електронната им проводимост. В зависимост от вида и реактивоспособността на функционалните групи на въглеродните добавки се формират различни повърхностни филми на интерфейса електрод-електролит, които са отговорни за подобрените характеристики.
- Проведени са комплексни изследвания върху цикличната стабилност и стабилността при различни токови натоварвания на тунелен тип фосфатни електроди ($\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_2\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_3$). Проследено е влиянието на типа на електролита върху електрохимичните им свойства при 20 и 40 °C. Резултатите показват предимството на йонната течност пред



конвенционалния електролит натриев хексафлуорофосфат, особено при висока температура по отношение на постигнат капацитет и циклична стабилност.

- Съвместно с партньори от Турция в рамките на международния проект „MASTER” са разработени електродни материали от типа ядро@обвивка, с ядро от слоест натриево-желязо-манганов оксид и обвивки от TiO_2 , Al_2O_3 и ZnO . Електрохимичните изследвания в натриеви йонни клетки показват, че обвивките от TiO_2 , Al_2O_3 и ZnO осигуряват ефективна защита на оксидното ядро по отношение на структурна деградация и странични реакции с електролита, което значително подобрява циклична стабилност. С тези катодни материали са конфигурирани и пълни натриево-йонни клетки с много добри електрохимични характеристики.
- Провеждат се изследвания върху модификация на повърхността по „сух метод” на перспективния електроден материал $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ чрез ниско количество (0.5 - 2%) оксиди като TiO_2 , Al_2O_3 и CeO_2 . Целта на изследванията е пряко свързана с разрешаване на важен практически проблем при разработване на натриево-йонните батерии, а именно повишаване на ниската обемна енергетична плътност на катодния материал, произтичаща от необходимостта той да се опроводява с голямо количество (15-20 %) електрохимично неактивна въглеродна фаза. Първоначалните резултати показват, че съдържанието дори на 1% TiO_2 изключително подобрява електрохимичните свойства с обратим капацитет от 55 mAh/g след 100 цикъла при скорост на заряд/разряд от 2 ч.
- Съвместно с колеги от ИОМТ бе проучена възможността за създаване на „безаноден“-тип натриеви батерии на основата на химично отложен графен върху медно фолио. Показана е зависимостта между броя отложени графенови слоеве и образуването на натриеви дендрити върху тях. Определен е състава на електролита, който позволява да се постигнат най-високи капацитети.
- Конструирани са симетрични електрохимични клетки с електроди на основата на слоести натриево-никелово-манганови оксиди, получени чрез твърдофазен синтез. Определен е експерименталния капацитет на електрохимичната клетка при различни електрохимични потенциали, и е изяснено влиянието на релаксацията между процесите на заряд и разряд на симетричната клетка. Тези изследвания спомагат за по-детайлно вникване в електрохимичната стабилност на слоестите оксиди като електродни материали за натриево-йонни батерии.
- Изследвани са литиеви рутенати (Li_2RuO_3 и Li_3RuO_4) като моделни електроди с кислородна редокс активност в литиево-йонни електрохимични клетки. Те се отличават с висок специфичен капацитет, но с лоша циклична стабилност. За подобряване на цикличната им стабилност литиевите рутенати бяха модифицирани с кислород-акумулиращи оксиди като CeO_2 и Pr_6O_{11} . Разработен е метод на модификация на рутенатите посредством съутаяване на цериеви и празидимови соли върху тях и накаляването им при 600 и 800°C. Модифицираните рутенати притежават едновременно висок специфичен капацитет (около 300 mAh/g) и отлична циклична стабилност – параметри, които надвишават многократно тези на немодифицираните рутенати.
- Универсалността на подхода за повърхностно модифициране на електроди с кислород-акумулиращи оксиди бе показано експериментално при натриево-магнезиево-манганови оксиди, $\text{Na}_{2/3}\text{Mg}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2$, характеризиращи се с дву- и трислойно подреждане. Слоестите оксиди бяха модифицирани с CeO_2 по „сух“ и „мокър“ химически метод. Въз основа на данни от електрохимична импедансна спектроскопия при дълго циклиране и анализ на локалната структура на оксидите бе показано, че CeO_2 има благоприятен ефект върху капацитета и цикличната стабилност на модифицираните



електроди, особено тези, които са получени по „мокър“ химичен метод.

- Проведени са задълбочени изследвания на твърдите въглероди, получени от утайка от кафе, по отношение на съдържащите се в тях функционални групи и влиянието им върху електрохимичните характеристики при вграждане на натриеви йони. За тази цел са използвани нови подходи, включващи комплементарни методи като класическо титруване по метода на Бьом, температурно програмирана десорбция (TPD), ATR и Раман спектроскопия. Част от образците са синтеровани и след това им беше измерено електричното съпротивление.
- Целево са получени твърди въглероди от индустриални био-отпадъчни продукти (технически хидролизен лигнин и крафт лигнин) при различни пиролизни температури (800 и 1300 °C). Материалите са охарактеризирани електрохимично като отрицателни електродни материали, способни да вграждат натрий обратимо.
- Чрез комбиниране на експериментални и теоретични инструменти са изследвани композити от нафталимидни производни с редуциран графенов оксид като биполярни органични електроди за литиево-йонни батерии с електролити на базата на йонни течности. Окислението на нафталимидните производни протича над 3,9 V с активното участие на халкогенидният мост (S, Se или Te) като колкото по-ниска е електроотрицателността на халкогенидните атоми, толкова по-висок е окислителния потенциал. Установено е, че най-добри характеристики по отношение на циклична стабилност и способност за работа при различни токови натоварвания се наблюдават при композитите от Se-съдържащи нафталимиди - специфичният капацитет е около 200 mAh/g и 300 mAh/g при токово натоварване от 50 mA/g и 20 mA/g, съответно. От друга страна е изследвано влиянието на халогенните заместители (на позиции 3 и 9) по отношение на морфологията на основната матрица, специфичен капацитет и циклична стабилност. Доказано е, че Br-заместения представител осигурява специфичен капацитет от около 150 mAh/g и остава почти постоянен по време на циклиране докато Cl-заместения има по-висок капацитет (около 250 mAh/g), но лоша циклична стабилност, заедно с частично извличане на Cl по време на циклирането.
- Асемблирани са пълни натриево-йонни клетки с положителен електрод $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ или слоест оксид, а отрицателен електрод на основата на натриево-титанови наножици и комерсиален въглероден материал „Kurapode“. Експериментално са определени потенциалните граници и количеството на електролита, които позволяват да се постигнат най-високи капацитети и добра циклична стабилност. Показано е, че разработената пълна натриево-йонна клетка има енергийна плътност около 180 Wh/kg и живот над 2000 цикъла. Постигнатите резултати предоставят обнадеждаваща перспектива за приложението на тези електродни материали за натриево-йонни батерии.
- В рамките на Център за компетентност ХИТМОБИЛ са изготвени активни маси от материал на основата на $\text{Mo}(\text{NaVMoO}_6)$ и био-въглероди, използвани като анодни и катодни материали в моделни двуелектродни клетки и пълни натриево-йонни клетки. Активните маси са смесени с различни свързващи вещества с цел подобряване на тяхната проводимост.

Хибридни материали за суперкондензатори и енергийни системи

По тази тема работят учени от Лаборатория „Интерметалиди и интеркалационни материали“

- Съвместни изследвания с учени от ИЕЕС-БАН показват, че начина на смесване на активните компоненти илменит NiMnO_3 и rGO в хибридни суперкондензатори е от



съществено значение за постигане на баланс между енергетичната плътност, плътността на мощността и цикличната стабилност. Капацитивните характеристики на композита, получен чрез механична обработка на активните компоненти в планетарен центробежен миксер превъзхождат тези на композита, получен чрез ултразвукова обработка вследствие на по-хомогенното им смесване, по-добър контакт между тях и по-добра омокряемост на електрода. Този хибриден кондензатор постига висока енергетична плътност от 15 Whkg^{-1} при мощност 1200 Wkg^{-1} като тази характеристика е от най-добрите, съобщена до момента при близки по състав хибридни суперкондензатори.

- Съвместно с изследователската група на д-р Петър Петров от Имперски колеж Лондон бе изследвана топлопроводимостта на тънки филми от $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ (ССО) отложени върху различни подложки, като MgO , LaAlO_3 , SrTiO_3 . Тънките филмите са получени чрез импулсно лазерно отлагане. Разработен е математически подход за пресмятане на топлопроводимостта на тънките филми. Експериментално е показана зависимостта на топлопроводимостта от дебелината на филма и вида на подложката.
- Разработен е безвъглероден газодифузионен електрод (GDE) за презареждаеми цинк-въздушни батерии, насочено към преодоляване на основните ограничения, свързани с бавните реакции на отделяне и редукция на кислорода. Електродът комбинира шпинелни метални оксидни катализатори (Co_3O_4 и NiCo_2O_4), метален никел и PTFE свързващо вещество, нанесени върху мрежа от неръждаема стомана. Сред изследваните електроди $\text{Ni}:\text{Co}_2\text{O}_4$ GDE показва отлични електрохимични характеристики, ниско пренапрежение и висока стабилност, като работи 250 часа при 17 mA cm^{-2} с показатели, съпоставими с търговски цинк-въздушни елементи. Структурните анализи потвърждават стабилна шпинелна структура и кислород-дефицитна фаза на никелов кобалтит, която повишава каталитичната активност. Като цяло резултатите показват, че този безвъглероден, икономически приложим електрод е обещаваща алтернатива на традиционните въглерод-базирани катода за дълготрайни цинк-въздушни батерии и системи за съхранение на енергия с ниска плътност на тока и дълъг експлоатационен живот.

Нано-композитни материали за акумулиране на водород

По тази тема работят учени от Лаборатория „Интерметалиди и интеркалационни материали”

- Получени и изследвани са хидриди на основата на MgH_2 с добавки от Ni и rGO или N-rGO. Техните характеристики по отношение на съхранение на водород са тествани при различни температури в продължение на 20 цикъла на хидриране и дехидриране. Установено е, че добавянето само на 5 мас. % никел води до образуване на Mg_2NiH_4 , както и на MgH_2 , и следи от метален Mg и MgO . Образецът 90 мас. % Mg- 5 мас. % Ni- 5 мас. % N-rGO показва по-висок абсорбиционен капацитет от 6.4 мас. % при 300°C и налягане 1 MPa в сравнение с другия образец с добавка от rGO, който достига абсорбиционен капацитет при същите условия от 5.3 мас. %. Двата образца са анализирани преди и след хидриране и чрез TEM, който потвърждава фазовият състав и наличието на Mg_2NiH_4 с моноклинна и орторомбична структура. Образецът 90 мас. % Mg- 5 мас. % Ni- 5 мас. % N-rGO демонстрира по-добри десорбиционни свойства и за един час при 350°C и 0.15 MPa отделя 6.2 мас. % водород. Комбинацията от добавки Ni и N-rGO по-ефективно подобрява свойствата по отношение на водород поради формирането на Mg_2NiH_4 и по-ниската чувствителност към окисление.
- В резултат на съвместната работа с колеги от Университета в Мугла, Турция са получени чрез стапяне сплави със състав $\text{Mg}_{0.5}\text{Al}_{12.5}\text{Ni}_{12.5}\text{Fe}_{12.5}\text{Cr}_{12.5}$ и



$Mg_{0.5}Al_{12.5}Ni_{12.5}V_{12.5}Fe_{12.5}$ получена чрез механоактивиране под аргон. И двете сплави съдържат еднакво количество магнезий и поради това максималният абсорбционен капацитет по отношение на водород е на практика еднакъв 2.04 мас. % при 300°C. Получените резултати за електрохимичните изследвания проведени от турските колеги показват, че $Mg_{0.5}Al_{12.5}Ni_{12.5}Fe_{12.5}Cr_{12.5}$ достига максимален електрохимичен капацитет от 269 mAh/g и задържа почти 52 % от този капацитет след 50 цикъла на разреждане и зареждане. Другата сплав достига максимален електрохимичен капацитет от 257 mAh/g и задържа 65% от него до 24 цикъл. Този тип сплави демонстрират перспективни, както електрохимични, така и обемни свойства по отношение на съхранение на водород.

Иновативни подходи за анализ на електрохимични бази данни

По тази тема работят учени от Лаборатория „Интерметалиди и интеркалационни материали”

- Разработени са програми на език Python за прочитане на файлове, съдържащи сурови данни от електрохимични изпитвания на редокс-материали, проведени с различни потенциостати/галаностати и преобразуването на тези данни във формат позволяващ последваща обработка и съхранение в база от данни.
- Разработени са добавки (Add-ins) към софтуерния пакет OriginLab на езикът Origin C, които позволяват обработка и визуализация данни от циклична волтаперометрия и галаностатични изпитвания на различни електродни материали. Тествани са различни статистически алгоритми за „предсказване“ на цикличната стабилност на различни електрохимични клетки при циклиране в галаностатичен режим на база поведението на последните в първите 10 зарядно-разрядни цикъла.
- Предложен е метод за преработка на манганови руди, който намира приложение при получаването на електродни материали на основата на манган, използвани в производството на батерии (като натриево-йонни и литиево-йонни) и суперкондензатори. Подадена е заявка за патент на тема „Метод за получаване на суровина за електродни материали от манганови руди“.

Тема Б: Материали за по-добър живот

Стъкла, керамики и зол-гел материали за оптични приложения

Тази тема се разработва основно от Лаборатория „Високотемпературни оксидни материали“, като в охарактеризирането участват учени от Лаборатории „Кристалохимия на композитни материали“ и „Електронна спектроскопия на твърди повърхности”

- Структурно са характеризирани еднослоен S-W-S слой и няколкослойни тънки филми от WS_2 които демонстрират силна фотолуминесценция във видимия спектър на вълните при стайна температура и освен това показват въртене на равнината на поляризация. Материалът има много възможности за приложения в ултратънката оптика.
- В резултат от сътрудничество с колеги от Guru Nanak Dev University, India са синтезирани дотирани с Eu^{3+} барието-боратни ($BaO-B_2O_3$) и цинково-боратни ($ZnO-B_2O_3$) стъкла. Изследвани са структурните, оптичните, физичните и термичните свойства. Въз основа на ИЧ, Раман и ЯМР спектрални анализи е разработен модел описващ структурата на стъклата: тетраедрични (BO_4) и триъгълни (BO_3) единици с мостови и немостови връзки изграждат мрежата на стъклата. По-високата стойност на твърдостта и плътността на барието-боратното стъкло се дължи на по-голямата концентрация на тетраедрични BO_4 групи. Дотираните с Eu^{3+} йони стъкла се характеризират с червена емисия, като затихване



на излъчването се наблюдава при 3 и 4 мол % Eu_2O_3 съответно при бариево-боратните и цинково-боратните състави. Бариево-боратните стъклени матрици се характеризират с значително по-интензивна червена емисия.

- Синтезирани са стъклокерамики с подобрена фотолуминесцентна емисия, чрез контролирана кристализация на избран състав стъкло от системата $\text{WO}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-La}_2\text{O}_3\text{-Eu}_2\text{O}_3$. Структурните и морфологични изследвания показват формиране на кубичен $\beta\text{-La}_2\text{W}_2\text{O}_9$ и орторомбичен La_2WO_6 със сферични и правоъгълни наноразмерни частици (в диапазона 20–40 nm). образуването на дотирани с европий $\beta\text{-La}_2\text{W}_2\text{O}_9$ нанокристали с подходяща степен на кристалност и с по-голяма асиметрия на внедрения европиев йон са решаващи фактори за подобряване на луминесцентните свойства на стъклокермиката в сравнение със стъклото. образуването на втора кристална фаза La_2WO_6 води до понижаване в интензитета на емисията, поради преразпределението на Eu^{3+} йони в различните кристални фази. С повишаване степента на кристалност на образеца средното разстояние между европиевите йони намалява, което води до погасяване на излъчването. Получените стъклокерамики са подходящи матрици за вграждане на Eu^{3+} йони и имат потенциал за приложение в областта на червените светодиоди.
- Получени са обемни, стъкла в системата $\text{ZnO-B}_2\text{O}_3\text{-WO}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5$ дотирани с Dy^{3+} както и едновременно дотирани с Dy^{3+} и Eu^{3+} . Изследвани са структурните, термичните, физичните и оптичните свойства. Стъклата се отличават с висока термична стабилност и плътност. Тетраедрични $[\text{WO}_4]^{2-}$ и $[\text{NbO}_4]^{3-}$, октаедрични NbO_6 и метаборатни $[\text{BO}_2\text{O}]^-$ единици са основните градивни единици на стъклата. Установена е взаимовръзката между структурата на стъклата и получените свойства. Изследвани са фотолуминесцентните свойства на получените стъкла, като са наблюдавани силно интензивни емисии в зависимост от съотношението на активните йони. Установен е безизлъчвателен пренос на енергия от матрицата към активните йони, както и е изучен механизъмът на трансфер между диспросиевите и европиевите йони. Тези процеси са в основата на регистрираното интензивно лъчение. Получените стъкла са подходящи обекти за разработване на нови стъклени матрици с потенциално оптично приложение.
- С цел получаване на стъкло-керамика с основна кристална фаза $\text{Li}_2\text{ZnGeO}_4$ са изследвани състави от системата $\text{ZnO-GeO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Li}_2\text{O}$. Двата оксида ZnO и GeO_2 са необходими за кристализиране на търсената фаза $\text{Li}_2\text{ZnGeO}_4$, а B_2O_3 е използван като стъклообразувател. Количеството B_2O_3 е възможно най-ниското за достатъчно понижаване на температурата на топене и в същото време да не инициира кристализирането на нежелани боратни фази. Определени са зоните на висока температура на хомогенизиране, зона на кристализация на стъклата при изливане, зона на ликвация в стъклата, зона от състави, от които кристализират фази различни от $\text{Li}_2\text{ZnGeO}_4$ и относително широка зона на кристализация на $\text{Li}_2\text{ZnGeO}_4$. Като оптимален състав за по-нататъшни изследвания е избран съставът $\text{ZnO-GeO}_2\text{-Li}_2\text{O} = 32.5:40.0:27.5$ молни части при 20% съдържание на B_2O_3 . DSC анализите показват температура на преход на изследваното стъкло 450-470°C и температурата на кристализация около 580°C. XRD анализите показват, че третирането на избраното стъкло при температури под 470°C не води до кристализация дори при третиране в продължение на 24 часа, а третирането при 530°C за 1 час води до получаване на непрозрачна стъкло-керамика. Желаната кристализация на $\text{Li}_2\text{ZnGeO}_4$, се получава при третиране от 470 до 520°C, като степента на кристализация расте с повишаване на температурата или времето на третиране.
- Проследена е тенденцията за фазообразуване на CoWO_4 прилагайки механохимично активиране на смес от CoCO_3 и WO_3 във въздушна атмосфера при две скорости на



активиране (500 и 850 оборота). Установено е, че механохимичната обработка за 1 час при висока скорост на активиране води до директен синтез на CoWO_4 с моноклина сингония. Допълнителното механохимично третиране до 5 часа води до увеличаване на кристалния размер и до намаляване на микронапреженията в кристалната структура. Механохимичното третиране при 500 оборота води до аморфизация на изходните компоненти. Паралелно е извършен и твърдофазен синтез на същата фаза, при 700°C за 30 часа. Сравнени са луминесцентните свойства на CoWO_4 получена по двата метода. Доказано е, че интензитетът на емисионния пик зависи от морфологията и размера на кристалите.

- Успешно са синтезирани серия образци от SrMoO_4 дотирани с различно количество на Dy_2O_3 чрез директен механохимичен синтез при стайна температура. Изследвани са емисионните спектри и са определени цветните координати в зависимост от количеството на активния йон.
- Чрез зол-гел метод са синтезирани и охарактеризирани гели от системата $\text{TiO}_2/\text{TeO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$. Спектрите на фотолуминесценция показват промяна в интензитета с промяна на температурата и концентрацията на TeO_2 .
- Чрез прилагане на зол-гел метод са синтезирани хибридни материали съдържащи поливинилпиролон $\text{TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{PVP}$. Изследвано е влиянието на концентрацията на Fe_2O_3 върху структурните и оптичните им свойства.

Материали и покрития с био-насоченост

Темата се разработва от учени от Лабораториите „Солеви системи и природни ресурси“, „Високотемпературни оксидни материали“, „Кристалохимия на композитни материали“, „Материали и процеси за опазване на околната среда“ и „Реактивност на твърди повърхности“.

- Съвместно с колеги от Фармацевтичен факултет на МУ-София продължиха изследванията върху използването на нанокompозитни материали за натоварване на лекарствени препарати. Направено е детайлно физикохимично характеризиране на наноразмерен терморезистивен хидрогел, вграден в поли(млечна-гликолова) киселина и натоварен с полифенола куркумин, който демонстрира повишена антиоксидантна активност и потенциал за приложение срещу очна токсичност, предизвикана от оксидативен стрес. Установено е, че капсулирането на куркумин в албуминови наночастици и включването в гъвкав хидрогелен пластир от поливинилов алкохол (PVA) позволява ефективно доставяне на куркумин до кожата с значително подобрена терапевтична ефективност.
- Чрез физикохимични методи е доказано успешно капсулиране на масло от риган в хитозан-албуминов наногел. Инкапсулирането подобрява разтворимостта на маслото, а третирането на говежди бъбречни клетки, инфектирани с *Betacoronavirus 1*, с наногела, осигурява над 50% защита срещу инфекцията.
- Карбоксилни и некарбоксилни мезопорести въглеродни наночастици бяха използвани за капсулиране на противораковото лекарство бикалутамид. Показано е, че карбоксилането значително подобрява капацитета на натоварване, стабилността на дисперсията и продължителното освобождаване. Натовареното лекарство върху карбоксилан носители демонстрира по-силна цитотоксичност при ракови клетки на простатата, със забележимо подобрение при облъчване с инфрачервена светлина.
- Разработени са композитни керамики на основата на GeO_2 и стронциево-германиев фосфат (SGP) за приложения в тъканното инженерство (увеличаване и регенерация на твърди тъкани). Използваните порообразователи (цетилтриметиламониев бромид



(СТВ), полиетилен (PE), лимонова кора (LMN), коприна (SLK) и др.) регулират фазовия състав и мезо-/макропоръзността. Най-обещаващи са SGP-SLK и SGP-CTB, които съчетават висока биоактивност, добър потенциал за костна регенерация и изразена антимикробна активност.

- Доказано е, че дентино-подобен хидроксиапатит (НА), получен по утаечен метод, е по-реактивоспособен от хидроксиапатитен керамичен прах и взаимодейства в по-голяма степен с молекулите на два функционални мономера 4-META (4-Methacryloxyethyl trimellitic anhydride) и 12-MCDP (12-Methacryloyldodecylphosphate). Мономерите се използват в денталната медицина като адхезивни материали. За разлика от керамичния НА, благоприятните текстурни характеристики на дентино-подобния НА ефективно стабилизират молекулите на 4-META и 12-MCDP, като предотвратяват тяхната фазова трансформация с времето. С увеличаване времето на контакт изходната калциево фосфатна фаза се трансформира частично в калциев хидроген фосфат дихидрат (DCPD) и аморфен калциев фосфат.
- Получен е хибриден материал НА-4META, чиято стабилност в разтвор, симулиращ деминерализационни условия в устната кухина, е по-висока от тази на чистия дентино-подобен НА, което доказва ефективността на 4-META при лечение на дентинов кариес.
- Прахове от системата $\text{TiO}_2/\text{TeO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$ показаха добри антибактериални свойства срещу *E. coli* ATCC 25922, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *S. aureus* ATCC 25923, като е доказано, че най-добрият състав е $80\text{TiO}_2/10\text{TeO}_2/10\text{Nb}_2\text{O}_5$, термично третирани при 600°C . Получени чрез зол-гел метод и дотирани с Fe SrTiO₃ прахове, демонстрираха по-силна антибактериална активност спрямо Грам положителни и Грам отрицателни бактерии в сравнение с недотираните. Тези резултати показват, че изследваните състави могат да се използват като антибактериални агенти.
- Изследвани са биологичните свойства на получените чрез зол-гел технология наноразмерни прахове съдържащи Si и Cu. Резултатите разкриха силна антибактериална активност на гелите и термично третирани при 500°C образци. Оценката на цитотоксичността им показва по-висока толерантност на нормални, нетрансформирани клетки, в съответствие с тестовете за окисление. Получените данни предполагат, че приготвените нанохибриди могат да бъдат използвани за различни биотехнологични приложения.
- Синтезирани са зол-гел хибридни материали съдържащи ТЕОС и поливинилпиролон (ПВП), използвани като моделна лекарствена система, изследвана като носител на лекарственото вещество ибупрофен (ИВР). Анализът на структурните характеристики показва, че в хибридният материал има, взаимодействие между аморфното лекарство, PVP, и матрицата от SiO_2 , което определя и свойствата му. Постигнато е подобрене на разтворимостта на ибупрофена във вода, както и на *in vitro* профила на освобождаването му (до 8 часа), което демонстрира потенциала на разработения нанохбрид “лекарство- SiO_2 -органичен полимер” като обещаваща система за доставяне на лекарство.

Оползотворяване на природни ресурси и отпадъци

Темата се изпълнява от учени от Лабораториите „Материали и процеси за опазване на околната среда“, „Кристалохимия на композитни материали“ и „Солеви системи и природни ресурси“.

- Съвместно с колеги от лаборатории ССПР и ККМ бе извършена оценка на активността на отпаден промишлен материал по отношение на възможностите за очистване на газове, съдържащи серен диоксид.



- Зеолити получени от пепел от въглища ($\text{Na}(\text{Ca})\text{X}$ и содалит) са използвани като носители за Ni-Cu катализатори. Показано е, че образуването на интерметални сплави Ni_xCu_y подобрява редуцируемостта и каталитичната активност при превръщането на левулинова киселина в γ -валеролактон. Висока конверсия е постигната при прахообразните катализатори, докато 3D-отпечатаните катализатори се отличават с превъзходна стабилност поради запазената структура на зеолита и подобрената дисперсия на металните йони.
- С оглед дизайн на ефективен метод за превръщане на гипс от десулфуризация на димни газове от топлоелектроцентрали в калциев хидроксид, термодинамично са моделирани стабилните и метастабилните равновесия в четирикомпонентната система Na^+ , $\text{Ca}^{2+}/\text{OH}^-$, $\text{SO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{O}$ при 25 °C, използвайки модела на Питцер за йонно взаимодействие. Изчислената диаграма на разтворимост и симулация на технологичния процес позволи прогнозиране на оптималните условия без съ-кристализация на метастабилни соли и замърсяване на крайния продукт. Теоретичните прогнози са доказани експериментално.
- Доказана е възможността за използване на черупки от черна мида (отпадък от хранително-вкусовата промишленост) като абсорбент на Cu(II) йони с оглед използването им за пречистване на води. Оптимизирани са условията. Установено е, че най-висок процент адсорбция се постига при pH4.
- Определено е съдържанието на Cr_2O_3 , използван като външен маркер за оценка на храносмилателната дейност при агнета от отпаден биологичен материал (фецес). Оптимизирана е методиката за разлагане на опепелените проби със смес от азотна и перхлорна киселини при нагряване и последващото определяне на Cr под формата на смес от Cr^{3+} и $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ във водните извлеци с помощта на пламъкова атомноабсорбционна спектрометрия (FAAS) и атомноемисионна спектрометрия с източник на възбуждане индуктивно свързана плазма (ICP-OES). Статистическата обработка на резултатите, получени по двата метода, показва добра съпоставимост между тях.

Тема В: Материали и процеси с екологична насоченост

Темата се изпълнява от учени от Лабораториите „Материали и процеси за опазване на околната среда“, „Реактивоспособност на твърди повърхности“, „Кристалохимия на композитни материали“ и „Високотемпературни оксидни материали“.

Каталитични и фотокаталитични технологии

- Установено е, че паладиев катализатор върху носител $\text{La}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$, проявява висока каталитична активност при пълното окисление на летливи органични съединения, поради наличието на добре диспергирани фази, съдържащи Pd в различни окислителни състояния. Подобрените текстурни характеристики на композитния носител, се дължат на ултразвуковата обработка, която води до образуване на малки частици La_2CO_5 и намаляване на средния размер на кристалитите от ZnO. Вследствие, Pd-съдържащата фаза е с висока дисперсност и подобрена активност.
- Pd катализатор, нанесен на получена по зол-гел метод оксидна система ($\text{La}_2\text{O}_3\text{-CeO}_2\text{-ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$) показва активност за пълно окисление на метан при температури под 400°C, като добавянето на водни пари слабо понижава активността. Комбинацията от оксиди в носител осигурява добър баланс между структурна стабилност и гъвкавост, като Al_2O_3 и La_2O_3 поддържат висока специфичната повърхност, а CeO_2 и ZrO_2 формират смесена фаза, която обратимо взаимодейства с Pd йони. Тази синергия предотвратява синтерването, ограничава дезактивацията при работа и улеснява регенерацията на



катализатора дори при наличие на водни пари. Кинетични изследвания показват, че окислението на метана протича по механизма на Марс–ван Кревелен.

- Синтезирани са катализатори с перовскитна структура тип Ръдълсдън-Попър и са тествани в реакция на пълно окисление на метан, етан, пропан и бутан, като представители на летливи органични съединения (ЛОС). Наблюдавано е, че изследваните въглеводороди се окисляват при температури над 200°C, като $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{1.5}\text{FeO}_4$ показва най-висока активност. Установно е, че активността е свързана с повишеното съдържание на стронций в катализатора, което води до висока концентрация на Fe^{4+} на повърхността и повишено съотношение $\text{Fe}^{4+}/\text{Fe}^{3+}$, което от своя страна повишава подвижността на кислорода и съответно ускорява процеса на окислението на повърхността на катализатора. Кинетичните изследвания, заедно с физикохимичното охарактеризиране на катализаторите показват, че с най-голяма вероятност реакцията на пълно окисление на етан протича по механизма на Марс-ван Кревелен. Специфичните свойства на получените материали предлагат нови възможности за последващо модифициране и оптимизация с цел получаване на катализатори с много висока термична стабилност.
- Получени са данни за каталитичните свойства и възможностите за приложение на модифицирани с паладий катализатори, насени върху SrMoO_4 и SrWO_4 , за пълно окисление на метан, етан, пропан, бутан и етилен. Въз основа на получените експериментални резултати може да се заключи, че Pd/SrMoO_4 материалът проявява висока каталитична активност, което го прави перспективен за създаването на активна фаза на катализатори за приложение в опазване на околната среда.
- Адсорбент от редуциран графенов оксид с висока повърхност е синтезиран с помощта на екологосъобразен метод. Материалът показва отличен капацитет за адсорбция на толуидиново синьо и метил-виолетово, превъзхождайки повечето докладвани адсорбенти, като адсорбцията следва модела на Лангмюр и протича главно чрез физически взаимодействия. Насочената обработка за увеличаване на специфични кислородсъдържащи функционални групи може допълнително да подобри производителността на адсорбентите на основата на графен.
- Чрез рентгенова дифракция, Раман спектроскопия и SEM е показано, че TiO_2 , получен по зол–гел метод от титанов(IV) изопропоксид, се състои от анатаз–брукитни наночастици с мезопореста структура. ИЧ изследванията на хидроксилните групи и адсорбцията на 2,6-диметилпиридин разкриват наличие на Люисови и два типа Брьонстедови киселинни центрове и значително по-силна и по-плътна повърхностна киселинност спрямо търговския анатаз–рутил TiO_2 (Degussa P25), което води до по-висока активност и селективност при каталитичното дехидратиране на изопропанол до пропен.
- Изследвани са фотокаталитичните, оптичните и антибактериални свойства на получени по зол-гел метод SrTiO_3 прахове дотирани с Fe. Резултатите демонстрираха, че получените прахове са добри фотокатализатори и могат да се използват за пречистване на отпадъчни води, за ефективно отстраняване на органични замърсители.
- Активен въглен, получен от отпадъци от въглищен катран, модифициран със шпинели $\text{Ni}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ и целенасочено коксуван по време на разлагането на метанол, демонстрира подобрена активност на реакцията на отделяне на кислород. Доказано е, че коксуването увеличава електрохимично активната повърхност и намалява съпротивлението на пренос на заряд, предлагайки устойчив път за повторно използване на отработени катализатори.

Улавяне и оползотворяване на CO_2 , технологии за съхранение и пречистване на



съвременни горива

Темата се изпълнява от учени от Лабораториите „Материали и процеси за опазване на околната среда“, „Реактивоспособност на твърди повърхности“ и „Кристалохимия на композитни материали“.

- Чрез иновативен, едноетапен процес са получени нановъглеродни материали и композити от типа нановъглерод/редуциран графенов оксид, предназначени за улавяне на CO_2 . Композитът, синтезиран с прекурсор L-AA, се отличава с високоразвита йерархична пореста структура, равномерно разпределени въглеродни точки върху графеновите листове и богат набор от кислород-съдържащи функционални групи. Благодарение на синергичния ефект между нановъглеродните точки и редуцирания графенов оксид този материал демонстрира най-висок адсорбционен капацитет към CO_2 и отлична, и устойчива селективност CO_2/N_2 при повишаване на налягането. Механизмът на улавяне съчетава физисорбция подпомогната от ултрамикропорите и йерархичната порьозност с умерена хемосорбция. От своя страна, нанокompозитите, получени с глицин, проявяват значително по-силно изразена хемосорбция на CO_2 , дължаща се на присъствието на азот-съдържащи функционални групи.
- Съвместно с колеги от лаборатория ССПР са проведени изследвания за улавяне на CO_2 от околната среда и превръщането му в CaCO_3 чрез използване на получен $\text{Ca}(\text{OH})_2$ от отпадъчен гипс от десулфуризацията на димни газове от електроцентрали. Предполагано е, че полученият материал може да бъде включен в състава на външни мазилки на сгради с цел пасивно улавяне на CO_2 от атмосферата.
- През 2025 год. в лаборатория МПООС започна работа по създаване на нови материали и експериментални апаратури за изграждане на интегрирани системи «адсорбер – каталитичен реактор» с цел постигане на нулеви емисии от парникови газове.
- Чрез *in situ* ИЧ спектроскопия с CO , H_2 и D_2 и периодични и клъстерни DFT изчисления е показано, че вторичната градивна единица (SBU) от $\text{Rh}_2(\text{OAc})_4$ -подобен тип в триизмерната метал-органична структура (MOF) MOC-Rh-1 съдържа координационно ненаситени Rh центрове, които образуват $\text{Rh}(\text{I})-\text{CO}$ и $\text{Rh}(\text{I})-\text{H}_2(\text{D}_2)$ комплекси. Изчисленията показват, че в $\text{Rh}-\text{H}_2$ комплекса липсва обратно π -донирание към антисвързващата σ^* -орбитала на H_2 и свързването е практически чисто σ -тип, с енергия на свързване $\sim 24 \text{ kJ/mol}$ – в оптималния диапазон за обратимо съхранение на водород при стайна температура. Освен това специфичната електронна структура на Rh_2 -единицата изглежда много подходяща за улавяне на летливи йодсъдържащи съединения като I_2 и CH_3I (вкл. радиоактивни изотопи), както и за разделяне на изоелектронни молекули като N_2O и CO_2 . Изчислените енергии на адсорбция за NO над 80 kJ/mol предполагат възможност за контролирано доставяне и освобождаване на NO във водни разтвори за биологични и медицински приложения.
- Мезопорест силициев диоксид от оризови люспи е легиран с Mg и модифициран с Ni-Co или Ni-Cu, за да се получат катализатори, силно активни по отношение на реакцията на хидрогениране на CO_2 до метан. Показано е, че дотирането с магнезий и 3D печатът подобряват дисперсията на метала, стабилността и дългосрочната производителност, като Ni-Co системите показаха най-добра конверсия на CO_2 и селективност на CH_4 , което подчертава техния потенциал за комерсиализация.
- Пепелта от смесено гориво (въглища-биомаса) беше успешно превърната в адсорбенти за CO_2 с капацитет за улавяне на въглерод, сравним с този на зеолитите от въглищна пепел, въпреки по-малките повърхности, което подчертава пригодността ѝ за приложения за улавяне на CO_2 след горене.



In-situ и operando спектроскопски подходи

Темата се изпълнява предимно от учени от Лаборатория „Реактивоспособност на твърди повърхности“.

- С цел разработването на CO като ИЧ молекула-сонда за in situ определяне на степента на окисление на цериевите катиони върху CeO_2 са изследвани наноразмерни образци (кубчета, полиедри и пръчки) с различно съотношение на $\{100\}/\{110\}/\{111\}$ фасети, като експерименталните резултати са подкрепени от DFT изчисления. Показано е, че CO се свързва с Ce^{4+} и Ce^{3+} по сходен начин, без обратно π -дониране, като редукцията на Ce^{4+} до Ce^{3+} върху различните фасети води до различни промени в $\nu(\text{CO})$ и стабилността на карбонилните комплекси. Върху $\{100\}$ и $\{110\}$ фасетите карбонилите на Ce^{4+} са по-стабилни и се наблюдават при по-високи честоти в сравнение със съответните комплекси на Ce^{3+} , докато за $\{111\}$ фасета важи обратното. DFT моделирането показва още, че върху $\{100\}$ фасетата CO предпочита мостово свързване между два Ce катиона ($\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$), докато върху $\{110\}$ и $\{111\}$ доминират линейно координирани карбонили. CO като молекула-сонда дава ценна информация за наличието на Ce^{4+} и Ce^{3+} центрове върху повърхността на CeO_2 , но съществува област на припокриване на карбонилните ивици ($2162\text{--}2150\text{ cm}^{-1}$; за коректна интерпретация на сигналите в този диапазон карбонилите на Ce^{3+} могат селективно да бъдат елиминирани чрез окисление с O_2). Показано е също, че ивиците в областта $2140\text{--}2120\text{ cm}^{-1}$, често приписвани на $\text{Ce}^{3+}\text{--CO}$ видове, всъщност се дължат на електронен преход на Ce^{3+} .
- В същата връзка е изследвана и азотната молекула $^{15}\text{N}_2$, тъй като има предимства спрямо CO, като химична инертност и практически липса на взаимодействие между адсорбираните молекули. Демонстрирано е, че $^{15}\text{N}_2$ се свързва линейно с по-силно киселинни Ce^{3+} центрове по ръбове и ъгли (ивица при $\sim 2255\text{ cm}^{-1}$) и мостово към два Ce^{3+} катиона върху $\{100\}$ фасети (ивица при $\sim 2254\text{--}2253\text{ cm}^{-1}$), което позволява селективно наблюдаване на тези Ce^{3+} центрове и разграничаването им от Ce^{4+} в наноструктуриран цериев диоксид.

Тънки филми и нано-материали за екологични приложения

Темата се изпълнява от учени от Лабораториите „Електронна спектроскопия на твърди повърхности“, „Реактивоспособност на твърди повърхности“ и „Кристалохимия на композитни материали“.

- Синтезирани са наночастици от недотиран и дотиран с празеодим ZnO, чрез зелен синтез с участието на етерични масла от лавандула (L) и мащерка (T). Съгласно XRD дифрактограмите на всички прахове от ZnO-NPs доказват наличието на ZnO -вюрцитна фаза (PDF 01-074-9940). Наблюдава се повишена интензивност на пиковите в дифрактограмите на Pr- ZnO проби (L4 и T4) в сравнение с тези на чист ZnO. Дотирането с празеодим води до намаляване на средния размер на кристалитите средно 3 пъти (60 nm до 18 nm). Сканиращата електронна микроскопия показва сферични частици на праховете. Антибактериалните свойства на частиците от ZnO бяха изследвани спрямо 6 Грам-положителни и 6 Грам-отрицателни бактерии. Резултатите показаха, че всички видове изследвани ZnO-NPs имат антибактериален ефект срещу целия панел от тествани щамове, но с различна ефикасност. По-малко инхибиране беше наблюдавано при бактериите с патогенен потенциал, вероятно поради по-добрата им антиоксидантна защита. Използването на етерично масло от лавандула води до повишена антимикробна ефективност на легираните частици в сравнение с тази, получена с масло от мащерка. Дотираните с празеодим частици показаха по висока бактерицидна активност в



сравнение с чистия ZnO. Наблюдавана е корелация между чувствителността на бактериите към ZnO-NPs и тяхната антиоксидантна ензимна активност.

- Съвместно с колеги от Института по електроника към БАН са изследвани фоточувствителните свойства на проби, получени чрез *rs* аблация на чист ZnO или смесени ZnO-TiO₂ мишени във въздух при атмосферно налягане. Установено е, че отгряването на пробите води до намаляване на тяхното съпротивление, вероятно поради образуването на връзки между частиците. Също така, композитните проби показват по-интензивен фотоелектричен отклик в сравнение с тези от чист ZnO. Наблюдаван е повтарящ се и стабилен фотоотклик на композитната проба по време на цикли с включване/изключване на UV светлина, с време за отклик и възстановяване съответно 14 s и 26 s.
- Съвместно с колеги от Института по електроника към БАН и Технически университет – Габрово са проведени изследвания за получаването на нагревателен елемент, базиран на проводяща линия в керамика, получена чрез лазерна обработка на AlN. Чрез наносекундна лазерна обработка (дължина на вълната 1064 nm) на керамика във вакуум са образувани проводими области, като е установено, че електрическите свойства на материала в облъчената зона зависят от приложената лазерна плътност и броят на импулсите. Чрез измерване на електрическите параметри на обработените участъци е установено, че в зависимост от условията на обработка могат да се получат проводящи области (4 mm x 1 mm) със съпротивление от 17 до около 2000 Ohm. От резултатите от XRD и XPS анализите е установено, че електрическата проводимост на образуваната структура се основава на разлагането на керамиката и образуването на алуминиев слой. Доказано е, че проводимостта на материала може да се запази след отгряване до 300°C. Предложеният елемент може да бъде основа за проектиране на интегриран нагревател в керамика с висока стабилност и приложения в ежедневието и научните изследвания.
- Чрез *in situ* ИЧ спектроскопия с молекули-сонди (CO, CD₃CN), XANES, ЯМР и сорбционни методи са сравнени два варианта на MOF материала UiO-66 – синтезиран с бензоена киселина (UiO-66-BA) и последващо модифициран формиатен вариант (UiO-66-FA). Показано е, че в UiO-66-BA бензоатните аниони ефективно блокират Zr⁴⁺ центровете в дефектните пори и че „истинската“ Люисова киселинност се проявява едва след замяната им с по-малки формиатни лиганди и частичното им отстраняване при активация, което разкрива Zr⁴⁺ центрове, способни да адсорбират CO и ацетонитрил. Установява се също „скрита“ киселинност на Zr⁴⁺ центрове в регулярните пори след дехидроксилиране, която не се детектира със слабата база CO, а се проявява само към по-силната база ацетонитрил. Работата демонстрира как контролираното създаване на дефекти и постсинтетичните обработки дават възможност за активиране и фино настройване на каталитичните свойства на MOF материалите.
- Комбинирането на *in situ* ИЧ спектроскопия с молекули-сонди (CO, CD₃CN) и изотопен обмен на кислород върху сулфатиран тетрагонален ZrO₂, използван като модел, показва, че сулфатирането на UiO-66 води до формиране на бидентатно координирани сулфатни групи и Zr-OH центрове върху Zr₆O₆ клъстерите в дефектните пори. В резултат адсорбцията на CO се блокира, докато по-силната база ацетонитрил се адсорбира както върху координационно ненаситени Zr центрове, така и върху Zr-OH групи в дефектните пори, тъй като може да измества лигандите H₂O/OH⁻ и – по аналогия със сулфатирания ZrO₂ – да подпомага структурната реорганизация на сулфатните групи. Това показва, че сулфатирането е ефективен подход за настройване на киселинността и за оптимизиране на адсорбционните и каталитични свойства на UiO-66-базирани материали.



- Кухи коаксиални субмикронни влакна с двойна обвивка бяха получени чрез електроспининг на PVA шаблони, последван от атомно слойно отлагане (ALD). Първо беше отложена вътрешна обвивка от Al_2O_3 за защита на полимерния шаблон, след което PVA ядрото беше отстранено чрез отгряване, а накрая беше отложена външна обвивка от ZnO, легиран с преходни метали. Получените структури бяха характеризирани чрез SEM, EDX, XRD и XPS. Проучването демонстрира универсален метод за изработване на двойно обвити влакна $\text{ZnO:TM}/\text{Al}_2\text{O}_3$ и показва, че параметрите на ALD силно влияят върху кристалния растеж, ориентацията и включването на легиращите елементи. Тези материали са обещаващи за приложения в газ-сензори, а бъдещи изследвания са необходими за оценка на техните сензорни свойства и за по-добро разбиране и оптимизиране на механизмите на растеж при ALD.

Екохимия на води и почви

Темата се изпълнява от учени от Лабораториите „Солеви системи и природни ресурси“, „Реактивоспособност на твърди повърхности“, „Кристалохимия на композитни материали“ и „Материали и процеси за опазване на околната среда“

- Изследвана е ефективността на три биовъглена, получени от оризови люспи и памучна тъкан, за отстраняване на сребърни йони от водни разтвори. Биовъгленът от активирани оризови люспи показва най-висок адсорбционен капацитет поради добре развитата си пореста структура с висока специфична повърхност и голям обем на порите. Адсорбционният механизъм е многостепенен и включва физисорбция, хемисорбция, катионообмен и редукция, като физисорбцията доминира. XPS анализите потвърждават частично превръщане на сребърни йони в метално сребро. Освен това, този биовъглен проявява изразена антибактериална активност срещу *Escherichia coli*, което го определя като двуфункционален материал за пречистване на отпадъчни води. Резултатите подчертават потенциала на биовъглените от селскостопански отпадъци като устойчиви и ефективни адсорбенти за премахване и оползотворяване на сребърни йони, в съответствие с принципите на кръговата икономика.
- Получен е нанокомпозит от биовъглен (от пшенична слама) и MIL-100(Fe), който показва висок сорбционен капацитет към Cu^{2+} и Pb^{2+} в почва (>99% извличане при чернозем). Това се обяснява с комплексобразуване и катионообмен върху биовъглена и Fe-центровете на MIL-100, които го правят перспективна добавка за устойчива ремедиация на почви, замърсени с тежки метали.
- Адсорбент от редуциран графенов оксид с висока повърхност е синтезиран с помощта на екологосъобразен метод. Материалът показва отличен капацитет за адсорбция на толуидиново синьо и метил-виолетово, превъзхождайки повечето докладвани адсорбенти, като адсорбцията следва модела на Лангмюир и протича главно чрез физически взаимодействия. Насочената обработка за увеличаване на специфични кислородсъдържащи функционални групи може допълнително да подобри производителността на адсорбентите на основата на графен.
- Изследван е потенциала на семена от черен кимион като евтин и екологичен биосорбент за отстраняване на катионното багрило Толуидиново синьо от водни разтвори. Ефективността му е оценена при различни условия, като процесът се описва най-добре с изотермата на Langmuir. Определен е максималният адсорбционен капацитет при 20°C. Термодинамичният анализ разкри, че адсорбцията е спонтанна, екзотермична и ентропийно задвижвана. Резултатите демонстрират високия потенциал на семената от черен кимион като устойчив и ефикасен биосорбент за отстраняване на багрила при пречистване на отпадни води.



- По Договор между Община Поморие и Институт по обща и неорганична химия - БАН е извършен мониторинг на води и седименти на Поморийско езеро и е направена екологична оценка на езерото за периода октомври 2024 – септември 2025. Установено е, че химичният състав на водите на Поморийско езеро по отношение на *макрокомпонентите* е в съответствие със състава на този тип природни води спрямо определената им соленост. По отношение на *нутриентите* водите са чисти спрямо NO_3^- и NO_2^- , но от „средно“, до „сериозно замърсени“ по отношение на PO_4^{3-} и NH_4^+ , което индикира битово замърсяване. Съдържанието на *тежки метали (Cu, Zn, Cd и Pb)* през май 2025 г. е значително по-ниско в сравнение с ноември 2024 г. Най-високо е съдържанието на Pb, надвишаващо максимално допустимата концентрация в почти всички водни проби. Индивидуалните коефициенти на замърсяване определят водите като „силно“ и „сериозно замърсени“ по отношение на Pb, докато по отношение на Cu, Zn и Cd водите са чисти. През май 2025 г се наблюдава значително повишаване на количеството *суспендиран материал* във водите спрямо стойностите, определени за същия показател през ноември 2024 г., което е индикация за по-висока мътност и предпоставка за вредно въздействие върху екосистемата. *Лиманната кал* на езерото се състои от 86.8 – 95.5% неорганични вещества (кварц, алумосиликати арагонит и калцит) и 4.5 – 13.2% органична материя. Съдържанието на тежки метали е ниско, включително на Cu, Zn, Cd и Pb.

Тема Г: Нови подходи за инструментален и теоретичен анализ на материали

Методики за анализ на обема, повърхността и химичната форма на елементите

Темата се изпълнява от учени от Лабораториите „Интерметалиди и интеркалационни материали“ и „Електронна спектроскопия на твърди повърхности“

- Разработена е нова методика за изследване на процесите на деградацията на натриеви електролити, елиминирайки ефекта на повърхността на електрода. Методиката се основава на комбинирането на експериментални методи като *in-situ* ЕПР и *ex-situ* ЯМР с теоретично молекулно моделиране. Докато *in-situ* ЕПР позволява детектирането на междинни продукти на разлагане, то крайните продукти се регистрират чрез *ex-situ* ЯМР. Приписването на ЕПР сигналите и пътищата за тяхното възникване се основава на DFT изчисления. Прилагайки тази методика бе установено, за първи път, стабилизирането на радикали като продукти от разграждането на натриевата сол и разтворителя, някои от които имат дълго време на живот и могат да се наблюдават дори след изключване на електрохимичната клетка. В това отношение, предложението от нас механизъм за окисление и редукция на натриеви електролити може да се използва за обяснение на несъответствията между съобщените по-рано в литературата различни потенциали на начало на деградация на електролита в реални електрохимични клетки.
- Съвместно с македонски учени са проведени изследвания върху слабо изучени кисели фосфатни соли $\text{Ca}_2\text{KH}_7(\text{PO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Ca}_2(\text{NH}_4)\text{H}_7(\text{PO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ чрез ИЧ и Раманова спектроскопия и електрохимична импедансна спектроскопия. За първи път са получени данни за електронната и йонната проводимост на двете соли в температурен интервал 20-90 °С, за съответните активиращи енергии и за механизма на проводимост. Повисоката проводимост при амониевата сол в сравнение с калиевата сол е свързана със засиления протонен транспорт на водородните атоми от амониевите йони, участващи в образуването на здрави водородни връзки в структурата.
- Разработена е електрохимична клетка, позволяваща провеждане на различни електрохимични изследвания, като циклична волтаперометрия (CV), диференциална пулсова волтаметрия (DPW) и волтаметрия с правоъгълна вълна (SWV) на разредени



разтвори на различни органични аналити в неводен електролит (0.1 M NBu_4PF_6 в CH_2Cl_2). От тези изследвания може да бъде извлечена информация за електронната структура на електролита (напр. енергията на HOMO и LUMO), както и за дифузионния коефициент на аналита в електролита.

- В сътрудничество с ИМК-БАН са изследвани чрез ЕПР спектроскопия стъклокерамични проби с цел установяване начина на вграждане на парамагнитни допанти.
- Чрез ТЕМ са изследвани селенови наночастици с нелинейни оптични свойства и приложения за биоматериали като е сравнена морфологията на различните проби и е определен средния размер на частиците (светлополеви изображения при различни увеличения). Направена е поликристална дифракция (SAED) на безводен дикалциев фосфат, която показва че образецът съдържа 3 фази - портландит, монетит и апатит-хидроксипатит.
- Чрез ТЕМ са изследвани образци на базата на $\text{CeO}_2\text{-ZnO}$ с добавяне на био медицински кополимер. Сравнена е морфологията на трите образца, направено е разпределение на частиците по размер, от което се вижда, че добавянето на полимера води до увеличен дял на малките частици с размери около 6 нм.
- Изследвани са $\text{NiO/Pd/Al}_2\text{O}_3$, $\text{CuO/Pd/Al}_2\text{O}_3$ и $\text{CoO/Pd/Al}_2\text{O}_3$ като катализатори за разлагане на озон и за фотокатализ. С XPS метода са установени степените на окисление на елементите. По-висока активност за разлагане на озон показаха $\text{NiO/Pd-Al}_2\text{O}_3$ катализатори. $\text{NiO/Pd-Al}_2\text{O}_3$, приложен като фотокатализатор, показва обезцветяване на Reactive Blue 19 до 99 процента.
- РФС е приложен за изследване на хетеропреходи $p\text{-ZnMn}_2\text{O}_4/n\text{-TiO}_2$, $\text{NiCr}_2\text{O}_4/\text{TiO}_2$ и $\text{NiAl}_2\text{O}_4/\text{CeO}_2$. Установено е значително количество адсорбиран кислород върху тяхната повърхност. XPS анализът показва наличието на относително висока концентрация на Ce^{3+} върху повърхността на $\text{NiAl}_2\text{O}_4/\text{CeO}_2$ хетеропрехода, което в крайна сметка повишава фотокаталитичната активност достигаща 99% при разлагане на Rose Bengal при излагане на слънчева светлина. При излагане на слънчева светлина, хетеропреходът $p\text{-ZnMn}_2\text{O}_4/n\text{-TiO}_2$ постига почти пълно разграждане на MB (10 mg/L) в рамките на 180 минути, значително превъзхождайки ZnMn_2O_4 самостоятелно, докато $\text{NiCr}_2\text{O}_4/\text{TiO}_2$ разгражда малахитово зелено багрило почти 90% при излагане на слънчева светлина.
- Рентгенова фотоелектронна спектроскопия е проведена на BiVO_4 . $\text{O}1s$, $\text{V}2p$ и $\text{Bi}4f$ доказват, че V и Bi са в оксидни състояния. $\text{V}2p_{3/2}$ и $\text{V}2p_{1/2}$, съответно, са свързани с V^{5+} , както и с V^{4+} в BVO . V се появява като V^{4+} , както и като V^{5+} . Количеството V^{4+} се увеличава след теста. XPS спектрите на O 1s могат да бъдат деконволноирани в два пика около 530.0 и 531.5, отнасящи се съответно до O^{2-} в решетката (O_L) и кислородни ваканции или дефекти (O_V). Количеството кислород също се увеличава след теста. BiVO_4 показва фотокаталитична ефективност с 96% разграждане на Метиленово синьо (MB), в рамките на 120 минути.
- Pt-Co катализатори върху въглероден носител, получени чрез безтоково отлагане и галванично заместване за редукция на кислород са изследвани посредством РФС метода. Показано е че, платината на повърхността е в две състояния-метал и PtO/Pt(OH)_2 , докато Co не бе детектиран с предположение, че Co е в сърцевината на частиците, последното е потвърдено и от EDS спектроскопия.
- Посредством РФС са изследвани Кухи влакна $\text{ZnO:TM/Al}_2\text{O}_3$ получени, чрез комбинация от електроспининг и атомно-послойно отлагане (ALD), където TM представлява преходните метали кобалт (Co), желязо (Fe) или никел (Ni), а ALD се отнася до



алуминиев оксид (Al_2O_3). Фотоелектронните спектри на O1s предоставят ценна информация за промените, настъпващи в ZnO след легиране с Co, Fe или Ni. За ZnO, легиран с Co, Fe и Ni при по-ниска ALD температура. За тях се наблюдава леко увеличение на образуването на кислородни ваканции в сравнение с чистите ZnO влакна, отложени при същите условия. При тази температура на отлагане, само Ni беше идентифициран като добавка в Ni2p областта. Влакната, отложени при по-високи температури, показаха по-ниска концентрация на кислородни ваканции. Легирането на чист ZnO с Co, Fe и Ni променя броя на кислородните ваканции. По-конкретно, легирането на ZnO с Co и Fe намалява кислородните ваканции, докато легирането с Ni води до тяхното увеличаване. Но при този ALD режим с по-висока температура Серия, само Fe и Ni бяха открити на повърхността на изследваните влакна. Като цяло, ZnO и Co, Fe и Ni-легиран ZnO, отложени при по-високи температури и с повече цикли, показаха по-малък брой кислородни ваканции от тези, отложени при по-ниски температури и с по-малко цикли.

- По съвместен проект с институтите по полимери и минералогия и кристалография с XPS са изследвани фотокаталитични наночастици от TiO_2 , получени чрез зелен синтез от листата на Мента Спиката за разграждане на азо багрилото Reactive Black5. Изследвани са чистия TiO_2 , ментата и TiO_2 с добавка на мента и са установени разликите между тях. Анализа доказва, че добавянето на мента към разтвора на титановия прекурсор води до образуването на допълнителни функционални (C-O-C) и OH- групи в спектрите, които осигуряват активни центрове за взаимодействие с вода, кислород и органични замърсители. Пресметнати са отношенията O_T/O_L и $O_T/O_{\text{hydroxyl groups}}$ от които се установява, че количеството на OH- групите се увеличава с увеличаването на концентрацията на ментата, което води до по-ефективна фотокатализа. Пресметнати са атомните проценти на химичните елементи на повърхността на наночастиците от TiO_2 и на тези с добавка на мента и е установено окислителното състояние на титана - 4+. С Дифузно-отражателна спектроскопия е установена ширината на забранената зона на TiO_2 и на TiO_2 с различно количество мента.
- С XPS са изследвани (преди и след каталитичните експерименти) Pd-модифицирани La-Ce-Zr-Al катализатори за приложение за намаляване на емисиите на метан. Оценено е съдържанието и степента на окисление на йоните на повърхността на Pd/La-Ce-Zr-Al. Повишеното съдържание на кислород показва, че металите на повърхността са в окислено състояние. Разликите в повърхностния състав на пресните и обработените катализатори показват, че катализаторът претърпява редокс промени по време на каталитичната реакция.
- Чрез XPS са охарактеризирани серии NiCo катализатори ($\text{Ni}_{30}\text{Co}_{70}/\text{NF}$, $\text{Ni}_{50}\text{Co}_{50}/\text{FS}$, $\text{Ni}_{30}\text{Co}_{70}\text{P}/\text{NF}$ и $\text{Ni}_{50}\text{Co}_{50}\text{P}/\text{FS}$), получени при съвместни изследвания с колеги от Института по Катализ и Института по Физикохимия-БАН. Рентгеновата фотоелектронна спектроскопия беше използвана за определяне на елементния състав на повърхността на катализаторите. XPS спектрите в областите на Ni и Co показаха наличието на две окислителни състояния Ni^0 и Ni^{2+} , съответно Co^0 и Co^{2+} върху повърхностите на покритията. На повърхността на $\text{Ni}_{30}\text{Co}_{70}\text{P}/\text{NF}$ не се откриват метални форми на Ni и Co.
- Чрез XPS са изследвани въглеродните добавки в електроди тип NASICON за стабилизиране на производителността при съхранение на натрий, получени в лаборатория Интерметалиди и интеркалационни материали. С XPS е определено съдържанието на елементите в електродите. C1s спектрите са разложени на няколко пика, съответстващи на C-C връзки във въглеродната мрежа, както и на едно- и двойно-



свързани въглерод-кислородни връзки: C–O, C=O и C–F и CF₂ връзки, дължащи се на PVDF, използван като свързващо вещество. Връзките на въглерода се потвърждават и от спектрите на O1s и F1s. Изчислени са относителните количества на хидроксилните/епоксидните и карбонилните групи. Сравнението показва, че епоксидните и хидроксилните групи доминират върху композитната повърхност със сажди.

- За проследяване на промените в повърхността преди и след електрохимични тестове на хибридни електроди на базата на rGO е извършен XPS анализ в диапазоните на енергиите на свързване на C1s, O1s и F1s. C1s XPS спектрите показват sp²-хибридизиран графитен въглерод, както и допълнителни пикове, приписани на въглеродни атоми съответно в хидроксилни/епоксидни групи (C–O), карбонилни групи (C=O) и карбоксилни групи (COOH). Разпределението на горните функционални групи се подкрепя от съответните O1s спектри. Всички електроди съдържат F, който произхожда от свързващия агент PVDF. След електрохимичния тест интензитетът на сигналите е подложен на някои промени, особено тези, дължащи се на функционалните групи. Освен това се появява нов сигнал в F1s спектрите, който може да бъде приписан на флуорни атоми в KF. Това показва, че след електрохимичната реакция повърхността на електродите е променена.
- Проведени са съвместни изследвания с колеги от ИЕ-БАН за стабилно имплантиране на златни и сребърни наночастици в стъкло чрез индуциран обратен трансфер чрез наносекундни лазерни импулси. Процесът води до ефективно вграждане на наночастиците, устойчивост на измиване и механично почистване. Чрез XPS и XRD са анализирани състава и структурата на получените материали. Доказано е успешно приложение на структурите в повърхностно усилен раманова спектроскопия (SERS) за високочувствително откриване на амониев нитрат и органични багрила, включително възможност за многократна употреба.
- Изследвани са 2D MoS₂ както и вертикални хетероструктури от типа MoS₂/PtSe₂ и MoS₂/PtTe₂ поради уникалните си електронни, оптични, механични и каталитични свойства. РФС в комбинация с други експериментални техники доказва успешното формиране на хетероструктури, получени чрез комбинация на химическо отлагане от пари (CVD) за нанослоево/люспи, механично екслоиране и сух трансфер.
- В рамките на втори етап от проект „Изследване на възможностите за отлагане на дву- или повече слойни структури от типа графен-буферен слой- монокристарна силициева подложка“ с номер на договора КП-06-Н58/2 от 16.11.2021г., бяха постигнати следните резултати - Синтезирани са тънки слоеве от силициев карбид (SiC) върху Si(111) подложки, посредством химично отлагане от пари чрез разлагане на CH₄ в H₂ при 1135 °C. Експериментите са проведени в Oxford Nanofab Plasmalab System 100 за време за отлагане на въглеродна фаза от 3, 5, 20, 60 и 90 минути върху Si(111) със или без естествен оксид, следвайки установени протоколи. XPS изследванията показват, че върху Si подложки, има значително легиране с въглерод и кислород и се образува предимно кристален SiC или смес от SiC и Si–O/Si–O–C стъкло, в зависимост от наличието или отсъствието на естествен оксид. Дебелината на слоя SiC варира от приблизително 5–6 nm за слоеве, синтезирани за 3 минути, до над 15 nm за тези, синтезирани за 90 минути, докато размерът на кристалните зърна варира от няколко до 110 nm в зависимост от продължителността на синтеза. Резултатите показват, че сложният състав на тънките слоеве и областта под тях може по-ефективно да компенсира разликите в параметрите на решетката и коефициентите на термично разширение между соя от SiC и Si подложка; следователно, този метод е обещаващ за отлагане на междинни тънки слоеве от SiC върху Si подложки.



- Резултатите от синтеза на SiC чрез директно карбонизиране на Si (001) подложки са сравнени с тези върху Si (111) подложки. В експериментите са използвани Si (001) подложки, почистени от естествени оксиди, съгласно добре познати протоколи. Процесите на карбонизация са проведени в апаратура Oxford Nanofab Plasmalab System 100 чрез термична редукция на CH₄ в Ar поток. За охарактеризирането на получените тънки слоеве са използвани техники като прахов XRD, XPS, TEM/HRTEM/SAED и GDOES. Резултатите показват, че са синтезирани кристални SiC тънки слоеве с дебелина около 5–6 nm и 7–8 nm съответно за 3 и 5 минути време за карбонизация. Синтезираните тънки слоеве са индексирани с тригонална симетрия, съставляващи 36H–SiC, с ясно изразена текстура по посока <001>. С XPS метода е установено, че всички тънки слоеве от SiC съдържат малки количества кислород (до няколко атомни %). За всяка проба, синтезирана върху Si (001) подложка, беше открита област на границата SiC/Si, в която концентрациите на C и O постепенно намаляват от нивото на границата до минимума, съответстващ на Si (001) подложки. Средният размер на кристалните зърна в тънките слоеве, отложени върху Si (001) подложки, е около 3 nm, но се наблюдават и кристалити с размер около 90 nm.
- С XPS са изследвани нанопрахове от цериев оксид дотирани с различно количество Gd, които са синтезирани чрез оптимизиран хидротермален път, използвайки екологично чисти прекурсори и опростени етапи на обработка. Доказано е, че на повърхността на праховете се регистрират Ce и Gd и е изчислен количествения им състав. Установени са окислителните състояния на церия – Ce³⁺ и Ce⁴⁺. Чистият церий и пробата от церий, съдържаща 50% Gd, показват най-високи количества Ce³⁺ сред всички проби, съответно с 2,7% и 2,0%.
- С XPS са изследвани покрития от ванадиев нитрид, нанесени чрез магнетронно разпръскване при различни температури. Повърхностният анализ на пробите разкри отчетливи пикове, съответстващи на V2p и N1s. Деконволюцията показва две окислителни състояния на ванадий: V³⁺ във V-N и във V₂O₃ и V⁵⁺ във V₂O₅. Установено е, че в спектъра на азота се наблюдават връзките V-N и C-N.
- Чрез XPS са изследвани въглеродни електроди, на базата на въглерод (C110), мезопорест въглерод (MC), едностенни (SWCNT) и многостенни въглеродни нанотръбички (CNT) и въглеродни нановлакна (CNF). Електродите са покрити електрохимично с цериево покритие. XPS – изследванията са дали възможност за избор на най-подходящата комбинация от електрохимични параметри за формиране на високоефективни от електрокаталитична гледна точка модифицирани с Ce електроди. Установено е, че значителни разлики в общата и индивидуалната концентрации на Ce³⁺ и Ce⁴⁺, в смесеното цериево покритие върху електродите, позволяват приложението им както по отношение на катодни, така и на анодни каталитични процеси.
- Чрез XPS и XRD са изследвани серия покрития от TiAlSiN/AlSiN, получени чрез катодно-дъгово отлагане с различни периода на модулация (3 и 30 периода). Проведените изследвания са част съвместни проучванията с колеги от Централната лаборатория по приложна физика към БАН в Пловдив, относно структурното, механично и трибологично поведение на покрития от TiAlSiN/AlSiN при високи температури (700 °C ÷ 900 °C). Изследванията на повърхността и фазовия състав чрез XPS и XRD анализи показаха, че покритията притежават стабилна нанокompatитна структура от нанозърна TiAl(Si)N и AlN, вградени в аморфна матрица от Si₃N₄. Покрития от с 3 и 30 периода бяха получени чрез катодно-дъгово изпарение и изследвани при термична обработка до 900 °C. Те показват плътна, термично стабилна нанокompatитна структура и висока твърдост. Покритията от TiAlSiN/AlSiN с по-голям период (30 периода) запазват отлични



механични и трибологични свойства при високи температури, докато тези с по-малък период (3 периода) показват намалена твърдостта и износоустойчивост.

- Чрез XPS и XRD са изследвани серия образци получени чрез наносекундна лазерна аблация на титаниева (Ti) плоча, потопена в течна среда, при използване на основната дължина на вълната (1064 nm) на наносекундна Nd:YAG лазерна система. Проведените изследвания са част съвместни проучванията с колеги от Института по електроника-БАН. Определи бяха структурата и фазовият състав на образците и зависимостта им от параметрите на лазерната обработка. Установено беше формиране на фаза титанов карбид (TiC), чиито свойства могат да бъдат управлявани чрез промяна на параметрите на лазерното облъчване. Част от получените покрития демонстрираха приблизително три пъти по-висока твърдост в сравнение с изходния Ti образец. Предложената техника може да бъде използвана за повърхностна модификация на материали с цел подобряване на техните механични свойства.
- РФС метода е приложен за изследване на два растителни материала и отпадъчните продукти след екстракцията им с етерично масло за отстраняване на Cu(II) йони от замърсена вода. Повърхностите на изследваните биоматериали бяха анализирани както преди, така и след адсорбцията на Cu(II) йони. Доказателства за тези модификации са очевидни от наблюдаваните промени във фотоелектронните спектри на C1s.

Теоретично моделиране на мултифункционални материали и химични процеси

Темата се изпълнява от учени от Лабораториите “Теоретична и изчислителна химия,, и „Реактивоспособност на твърди повърхности“

- Съвместно с ЛИИМ-ИОНХ и Агробиоинститут-ССА са изследвани възможните хидротермални пътища за образуване на аминокиселини от три пребиотични компонента: вода, циановодород/формаид и сероводород. Хидротермалният експеримент на смес от вода и формаид ($T = 140\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 60\text{ ч}$) потвърди образуването на ключови пребиотични съединения – карбаид, глицин и формилглицин. Квантовохимичните изчисления на ниво SCS-MP2/cc-pVDZ/SMD разкриха възможните механизми и енергетични характеристики на реакциите, водещи до образуването на глицин, аланин, серин, цистеин и хомоцистеин. Предсказани са кинетично предпочетеното образуване на формилглицин и термодинамичната възможност за получаване на останалите аминокиселини. Получените резултати потвърждават реалистичността на предложената реакционна мрежа и допринасят за по-доброто разбиране на хидротермалната химическа еволюция на аминокиселините.
- С квантовохимични изчисления е установена зависимостта между типа конформация (стабилна (*s*) и нестабилна (*u*)), електронната структура и UV-Vis абсорбционните свойства на шест хидразона, получени от пиридоксал-5'-фосфат и хидразида на изоникотинова (PLP-INH), никотинова (PLP-NH), пиколинова (PLP-PH), пиразинова (PLP-PRZ), 2-фуроева (PLP-F2H) и тиенил-2-карбоксилна (PLP-T2H) киселини. TD-DFT симулациите показаха, че *s* конформациите поглъщат UV енергия в по-дълговълновата област (272 - 283 nm) в сравнение с *u* конформациите (255 - 279 nm). Изяснена е природата на възбудените състояния на изследваните хидразони и е показана уникалността на фотофизичните им свойства.
- Съвместно с ИОХФЦ-БАН и Агробиоинститут-ССА е изследван метаболитния профил на растението *Graptopetalum paraguayense* E. Walter (GP) и са получени три фракции – полярни метаболити (A), мастни киселини, стероли и токофероли (B), и фенолни компоненти (C). Тези фракции са тествани *in vitro* за цитотоксична, антибактериална и анти-HSV активност. Фенолната фракция е нецитотоксична и не причинява кожно



дразнене, което я прави подходяща за разработване на антивирусни лекарства срещу HSV-1 и локално лечение на грам-положителни бактериални инфекции.

- Изследван е антивирусния потенциал на GP по отношение на неструктурни протеини (NSP) на SARS-CoV-2. С помощта на молекулен докинг и квантовохимични изчисления, ONIOM(B3LYP/6-31+G(d,p):UFF) са тествани 14 полифенолни метаболита в GP, включващи процианидини и флавонолови глюкозиди, съединения, свързани с анти-коронавирусни свойства и е оценен техният афинитет на свързване към осем NSP на SARS-CoV-2, критични за вирусната репликация и транскрипция. Установено е, че процианидин B2, кемпферол-3-О-глюкозид и епикатехин-3-О-галактозид, съединения, идентифицирани в GP, имат силен афинитет на свързване към три NSP (NSP14, NSP5 и NSP15), разкривайки потенциала им да инхибират вирусната репликация. Квантовохимичните изчисления потвърждават, че комплексите на полифенолните съединения с NSPs са стабилни, особено в среда, имитираща ензимната. Това изследване доказва терапевтичния потенциал на GP като естествено антивирусно средство срещу SARS-CoV-2 и допринася за по-нататъшни експериментални и клинични проучвания на тези природни съединения като алтернатива или допълнение към съществуващите антивирусни препарати.
- С помощта на *ab initio* метод, SOS-MP2(ADC(2))/def2-SVPD, е оценена термодинамичната стабилност и заселеност на тавтомерите А и В на 2-карбамидо-1,3-индандион (CAID), техните фотофизични свойства и енергетични бариери на превръщане в различни състояния (основно и възбудено) и обкръжения (вакуум, протонни и апротонни разтворители). Резултатите показват, че в основно състояние двата тавтомера съществуват в динамично равновесие, с преобладаващо количество на А (90%), нисък енергетичен бариер на $A \leftrightarrow B$ превръщане и абсорбционен спектър, включващ различни А и В възбуждания. Във всички възбудени състояния В е по-стабилен и количеството му е почти 100%. Предложена е енергетична диаграма за обяснение на фотофизичните и фототавтомеризационните процеси на CAID в етанолов разтвор и те са потвърдени от спектроскопските измервания. Заедно с флуоресценцията от първото възбудено състояние (основно на В), е наблюдаван рядък случай на нарушаване на правилото на Каша - флуоресценция от третото възбудено състояние и на двата тавтомера. Това изследване допринася за разкриване на уникалните оптични свойства на CAID, съединение с потенциални практически приложения като слънцезащитно средство и биосензор.
- Парамагнитните молекули с предпочитана ориентация на магнитните си моменти (магнитна анизотропия, едномолекулни магнити, SMM) са обещаващи кандидати за приложение в електронни устройства като съхранение на данни и квантови компютри (q-битове). Комбинирайки изчислителни инструменти с *ab initio* теория на лигандното поле, са формулирани принципи на проектиране, които да позволят прогнози за SMM преди по-късния им синтез. Тези усилия доведоха до получаването на линейен $\text{Co}^{\text{II}}\text{C}_2$ SMM с магнитна анизотропия, максимално възможната за 3D комплекс.
- Железните йони са често срещани в протеинови структури, синтетични катализатори и молекулярни магнити. Експериментално и теоретично е изучена електронната структура на $[\text{Fe}^{\text{II}}\text{X}(\text{Tr}^{\text{tBu,Me}})]$ (1-X; X = F, Cl, Br, I), където $(\text{Tr}^{\text{tBu,Me}})^-$ е хидротрис(3-трет-бутил-5-метил-пиразол-1-ил)борат. Преходите в основно състояние са изследвани чрез високочестотен и -полев електронен парамагнитен резонанс (HFEPР), далечна инфрачервена магнитна спектроскопия (FIRMS), ^{57}Fe Мьосбауерова спектроскопия с променлива температура/- поле (VTVН), парамагнитна възприемчивост и намалено VТVН намагнитване. Комбинираният подход осигури пълен набор от спин-хамилтонови параметри. Интерпретацията с помощта на *ab initio* мултиконфигурационни изчисления позволи количествено определяне на халидозависимите магнитоелектронни ефекти. Ян-



Телеровите изкривявания индуцират спад в симетрията от C_{3v} до C_s в разтвор и в твърдо състояние. Показано е, че 1-X серията е йонна, като zero-field splitting (ZFS) произтича от комбинирани ефекти на Ян-Телер и лигандното поле, а не от присъщо спин-орбитално взаимодействие от халидите.

- Оптимизирането на избора на суров петрол е ключов фактор за постигане на ефективна и надеждна работа на рафинериите. В настоящото изследване процесът на избор на суров петрол, реализиран чрез интеркритериален анализ (ICrA), се моделира с помощта на Generalized Net Toolkit (инструментарий за обобщени мрежи). Софтуерната реализация на този GN модел, в комбинация със съществуващия софтуер за ICrA, може да се използва за оптимизиране и улесняване на процеса на избор на суров петрол в рафинериите в условията на динамични петролни пазари, като по този начин подпомага тяхната устойчивост и повишава ефективността им.

Инструментални методи за анализ на археологични артефакти и включения в минерали

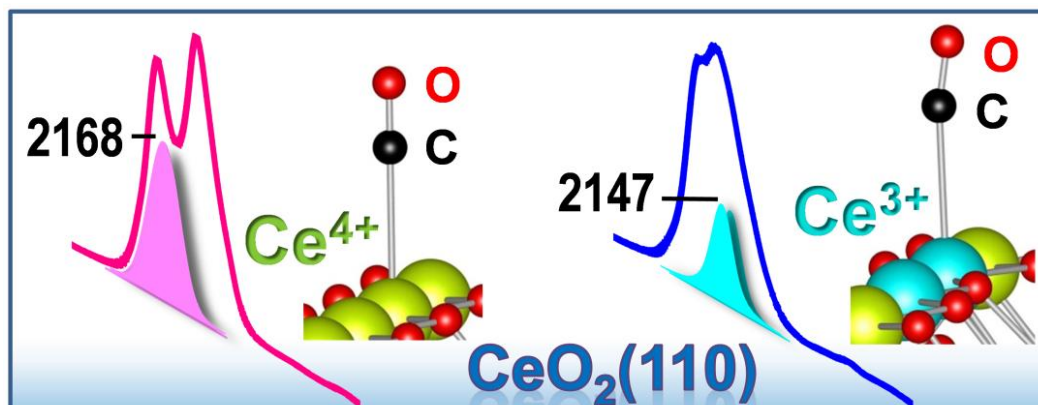
Темата се изпълнява от учени от Лабораториите „Интерметалиди и интеркалационни материали“, „Кристалохимия на композитни материали,“ и „Солеви системи и природни ресурси“

- Извършен е комплексен физикохимичен анализ на минералния състав на уранов рудник „Партизанска поляна“. Определени са основните минерални видове за находището на базата на рентгенова дифракция, сканираща и трансмисионна електронна микроскопия, оптична микроскопия, автордиография и гама спектроскопия. Установено е, че основните минерални видове са парауранофан и стелерит. Също така са установени и акцесорните фази.
- Направено е изследване, което представя надежден интегриран метод за количествено определяне на циментовото съдържание в исторически и съвременни варови разтвори, важен за консервацията на културното наследство. Методът комбинира EDS анализ на общия калций, XRD определяне на калция в кристални фази и петрографски анализ, като разликата се свързва с аморфни циментови хидрати. Така се преодоляват ограниченията на традиционните индиректни показатели и се осигурява точна, възпроизводима и практично приложима основа за научни интерпретации и реставрационни решения.
- Разработена е процедура за определяне на елементния състав на етерично масло от бял равнец с помощта на рентгенофлуоресцентен анализ с пълно вътрешно отражение (TXRF), което позволява директен анализ на пробите без необходимост от предварителното им разлагане. Оптимизирани са основните параметри на анализа-обемът на аликвотите, концентрацията на вътрешния стандарт (Ga), времето на сушене на пробите върху кварцовите дискове (три седмици при стайна температура), както и времето на експозиция.
- Образци от минерала галенит от находище „Могилата“ в Западните Родопи бяха тествани за наличие на флуидни включения. В един от кристалите беше намерено запазено течно включение, което беше събрано и анализирано с помощта на оптимизирана и валидирана процедура за рентгенофлуоресцентен анализ с пълно вътрешно отражение (TXRF). Обработени бяха резултатите от анализа на включението, както и от анализите на синтетичен моделен разтвор “Synsol” със състав и концентрации, близки до тези на оригиналните включения. Наблюдава се добро съвпадение на експериментално получените и теоретично изчислените концентрации на анализирания елементи.



2.1. Най-значимо научно постижение в ИОНХ

In situ детектиране на Ce^{3+} и Ce^{4+} центрове върху наноразмерни CeO_2 частици с контролирана форма посредством ИЧ спектроскопия на молекулите-сонди CO и $^{15}\text{N}_2$



Каталитичното и биомедицинското приложение на цериевия диоксид (CeO_2) и материали на негова основа се определят в голяма степен от лесното превключване между степените на окисление Ce^{3+} и Ce^{4+} на повърхността на катализатора. Същевременно техните свойства силно зависят от морфологията на частиците от цериев диоксид. Затова е важно *in situ* да се определя степента на окисление на цериевите катиони, разположени върху различните кристалографски равнини на CeO_2 . Синтезирани са добре дефинирани наночастици от цериев диоксид с различни съотношение на фасетите (100), (110) и (111) на повърхността. Показано бе, че CO като ИЧ молекула-сонда надеждно различава Ce^{4+} и Ce^{3+} центрове върху различни фасети на нано- CeO_2 (виж Фигурата). Съществува тясна област на припокриване на карбонилните ивици на Ce^{4+} и Ce^{3+} . За коректна интерпретация на сигналите в този диапазон карбонилите на Ce^{3+} могат да бъдат селективно елиминирани чрез окисление с O_2 . Посредством използване на изотопно-белязан CO е показано също, че ивиците в областта 2140–2120 cm^{-1} , често приписвани на Ce^{3+} -CO комплекси, всъщност се дължат на електронен преход на Ce^{3+} . Азотната молекула $^{15}\text{N}_2$ е предложена като допълнителна сонда за по-активните и по-киселинни (по Люис) Ce^{3+} центрове върху фасета {100}, както и по ръбове и върхове, и за надеждното им разграничаване от Ce^{4+} центрoвете на CeO_2 повърхността. Тези изследвания са публикувани в две статии:

Ръководител на научния екип: **акад. Константин Хаджииванов**

1. **K. K. Chakarova, M. Y. Mihaylov, B. S. Karapenchev, N. L. Drenchev, E. Z. Ivanova, G. N. Vayssilov, H. A. Aleksandrov and K. I. Hadjiivanov**, FTIR Detection of Ce^{3+} Sites on Shape-Controlled Ceria Nanoparticles Using Adsorbed $^{15}\text{N}_2$ as a Probe Molecule, *Molecules*, **30** (2025) 3199. Q1, IF= 4.6
2. **K. K. Chakarova, B. S. Karapenchev, N. L. Drenchev, E. Z. Ivanova, H. A. Aleksandrov, D. A. Panayotov, M. Y. Mihaylov, G. N. Vayssilov, K. I. Hadjiivanov**, FTIR Study of Low-temperature CO Adsorption on Reduced Ceria Nanoparticles with Different Morphology: A Comparison with Oxidized Samples, *J. Catal.*, **443** (2025) 115986. Q1, IF= 6.5



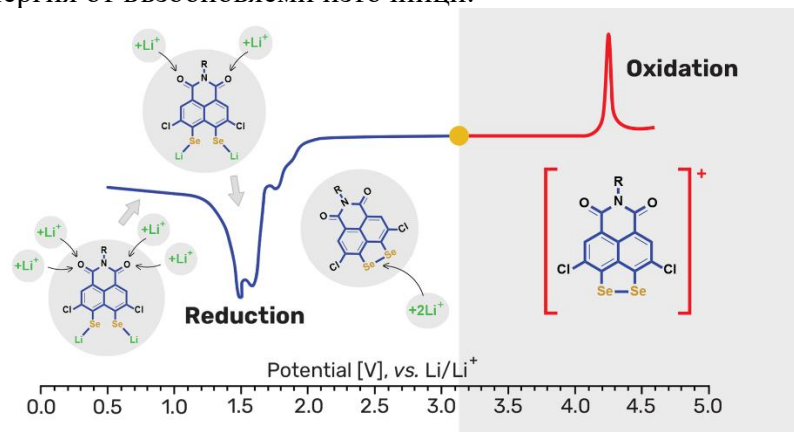
2.2. Най-значимо научно-приложно постижение в ИОНХ

Биполярни органични електроди за „зелени“ литиево-йонни батерии

Разработването на по-ефективни, безопасни и екологично съвместими литиево-йонни батерии зависи критично от заместването на неорганичните електродни материали с нов клас електродни материали на основата на органични съединения. Научен колектив от ИОНХ доказва за първи път експериментално, че *пери*-дихалкогензаместените 1,8-нафталимиди са биполярни електродни материали за литиево-йонни батерии и комбинират висок капацитет с по-бърза кинетика. Благодарение на уникалната си архитектура, нафталиמידните производни могат да взаимодействат обратимо при потенциали под 2.0 V с големи количества литий, както и да се окисляват при потенциали над 4.0 V. Електрохимичните свойства на нафталиמידните производни могат да се контролират ефективно чрез постепенното заместване на серни със селенови и телурови атоми в *пери*-дихалкогенидния мост.

Най-добри характеристики по отношение на циклична стабилност и способност за работа при различни токови натоварвания се наблюдават при композитите от селен-съдържащи нафталимиди и редуциран графенов оксид - специфичният капацитет е около 200 mAh/g при токово натоварване от 50 mA/g.

В своята новост, научното постижение би могло да даде тласък за създаване на нов клас биполярни органични електродни материали за „зелени“ презаредими батерии с приложение за съхранение на енергия от възобновяеми източници.



Фигура 1. Химически подход за разработване на високо-волтови електродни материали на основата на сулфатни соли.

Ръководител на екипа: **доц. д-р Деляна Манасиева**

1. Marinova, D., Borislavov, L., Stanchovska, S., Kukeva, R., Mutovska, M., Simeonova, N., Stoyanov, S., Zagranyski, Y., Mondeshki, M., Dančovski, Y., Rashev, H., Tadjer, A., Stoyanova, R., *Materials Advances*, 6 (2), 788-804, 2025, IF=5.2, Q1
2. Marinova, D., Borislavov, L., Stanchovska, S., Konstantinov, K., Mutovska, M., Stoyanov, S., Zagranyski, Y., Dančovski, Y., Rashev, H., Tadjer, A., Stoyanova, R., *Materials*, 18 (9), 2066, 2025, IF=3.1, Q2



3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ИОНХ

Международното сътрудничество на ИОНХ се изразява в изпълнение на: **1)** европейски и международни програми и двустранни проекти към ФНИ; **2)** в рамките на междуакадемични договори и споразумения (ЕБР); **3)** при лично участие на учени в международни проекти, при провеждане на научни изследвания и **4)** публикуване в сътрудничество с чуждестранни учени.

3.1. Европейски и международни програми и двустранни проекти към ФНИ

- През 2025 г. продължи успешното изпълнение на проект „Master” към програма M-ERA.NET на ЕС за изследвания и иновации в областта на материалите и технологиите за батерии. Проектът е на тема „Контрол на електродната повърхност за постигане на свръхвисок обратим капацитет” и е в сътрудничество с учени от Университета на град Кордоба, Испания; Университета Инону, Малатя, Турция и TÜBİTAK Институт за железопътни транспортни технологии (Тюбитак-Руте), Турция.
- ИОНХ изпълнява и проект КП-06-Китай-3, финансиран от ФНИ по линия на двустранното научно сътрудничество с Китай на тема „Ефективно улавяне и каталитично преобразуване на CO₂: Механизъм, обосновка, и интензификация на процеса“. В тази връзка беше осъществено посещение на ръководителя на китайския екип, проф. Rui Wang (School of Environmental Science & Engineering, Shandong University, China), с продължителност 7 дни, финансирано от изпращащата институция.

3.2. Междуакадемични договори и споразумения (ЕБР)

В ИОНХ се изпълняват три проекта в рамките на междуакадемични договори и споразумения на БАН (ЕБР):

- с Египетски национален изследователски център Applied Organic Chemistry Department, National Research Centre, Giza, Egypt на тема „Рециклиране на отпадъчна полиуретанова пяна и обработката ѝ с метал-органични структури за пречистване на отпадъчни води от органични и неорганични замърсители“ (р-тел: проф. д-р Е. Иванова);
- с Институт по химия, технология и металургия, Център по Катализ и химично инженерство Сръбската академия на науките и изкуствата на тема „Екологични антикорозионни хибридни покрития“ (р-тел: доц. д-р Д. Стоянова);
- с Университета в Генуа (Италия), проектът е спечелен 2025 г., тема „Въглеродни материали получени от бамбукови суровини като електроди за натриево йонни-батерии“ (р-тел: доц. д-р М. Калъпсъзова).

Двама учени от ИОНХ имат лично участие в проекти по ЕБР с Египет и Италия.

3.3. Лично участие на учени в международни проекти, при провеждане на научни изследвания

- Докторант Георги Василев бе на тримесечна специализация в Института за приложни материали – Електрохимични технологии към Техническия университет в Карлсруе (Германия).
- Доцент Деляна Манасиева участва по покана от Университета в Ковънтри (Великобритания) в среща на тема „Sustainable and Smart Mobility“, проведена в гр. Вроцлав (Полша) между 21 и 22 октомври 2025 г. На нея тя представи дейността на лаборатория ИИМ в ИОНХ и участва в дискусии за създаване на бъдещи научни сътрудничества.



- Доцент Деляна Манасиева осъществи двуседмична специализация в лаборатория по Наноструктури и оптика (NOL), Катедра по химични науки, Университет в Падуа (Италия) в рамките на проект №ПВУ-10 от 12.09.2025 г./BG-RRP-2.020-0001-C01 „Повишаване квалификацията на учени от ИОНХ-БАН в областта на получаване и охарактеризиране на иновативни материали за по-добро качество на живот (RISE)“, финансирано от Европейския съюз – Следващо Поколение ЕС (Next Generation EU), Инвестиция C2I2 „Повишаване на иновационния капацитет на Българската академия на науките в сферата на зелените и цифровите технологии“
- Учени от лаборатории ИИМ и ВТОМ съвместно с учени от Гренобъл (от Франция) са провели рентгеново-дифракционни изследвания (HR-XRPD и TS-PDF) чрез синхротрон за изясняване на структурните характеристики на електродни материали, луминесцентни и зол-гелни материали.
- Млади учени и докторанти (Калина Иванова, Вероника Петкова, Трайче Тушев, Любен Бориславов и Георги Василев) участваха в международен семинар по прахова дифракция (International Workshop on Powder Diffraction - IWPD), организиран от Momentum Transfer GmbH, който се проведе в гр. Бари (Италия) в периода 29.09-01.10.2025 г.
- Лаборатория ВТОМ поддържа сътрудничество с Guru Nanak Dev University, Department of Physics, laboratory Sensors and Glass Physics, Амритсар, Индия. Научната дейност включва синтез на бариево-боратни ($BaO-B_2O_3$) и цинково-боратни ($ZnO-B_2O_3$) стъкла дотирани с Eu^{3+} йони.
- Двама чуждестранни учени изнесоха доклади пред Колоквиума на ИОНХ: а) Prof. Arie Borenstein (Израел) на тема "*Recent progress in Laser-induced Graphene for Energy systems*" на 27.02.2025 г.; б) Prof. Jasmina Grbovic Novakovic (Сърбия) на тема "*Hydrogen storage and production: toward a hydrogen economy*" на 2.10.2025 г. След лекциите бяха сформирани кръгли маси за обсъждане на бъдещо научно сътрудничество.
- В лаборатория РТП, по проект ADONIS (КП-06-ПВ-16, ННП „ВИХРЕН“) беше осъществено посещение на д-р Oleksii Bezkrvnyi от Institute of Low Temperature and Structure Research, Polish Academy of Sciences, Вроцлав, Полша.

Международното сътрудничество на учените от ИОНХ на институтско ниво включва още неформални контакти за съвместни изследвания с колеги от чуждестранни научни институции в Египет, Турция, Австрия, Италия, Испания, Чехия, Германия и др. В резултат на това ИОНХ 34 % от научните публикации са съвместно с чуждестранни учени от водещи научни организации.

През 2025 г., **общо четирима чуждестранни учени** (от Израел, Китай, Сърбия и Полша) са посетили ИОНХ и в рамките на техния престой са проведени работни срещи, изнесени доклади и обсъдени научни резултати.

3.4. Публикуване в сътрудничество с чуждестранни учени

През 2025 г. ИОНХ участва в международна редакторска дейност, резултат от която през месец юли излезе от печат второто издание на *Size-Dependent Effects in Materials for Environmental Protection and Energy Application (2nd Edition)* в списание *Materials*, MDPI. Всички статии (13 бр.) са рецензирани от независими международни рецензенти, следвайки практиката на издателство.



ЗНАЧИМ МЕЖДУНАРОДЕН ПРОЕКТ

ПРОГРАМА M-ERA.NET

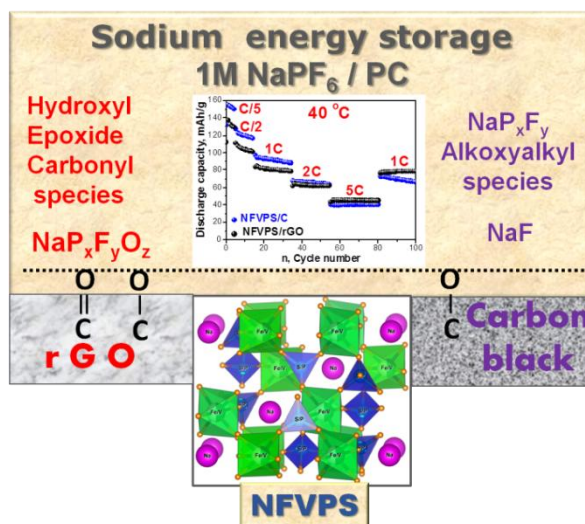
КОНТРОЛ НА ЕЛЕКТРОДНАТА ПОВЪРХНОСТ ЗА ПОСТИГАНЕ НА СВРЪХВИСОК ОБРАТИМ
КАПАЦИТЕТ (MASTER)

ВОДЕЩА ОРГАНИЗАЦИЯ: ИОНХ - БАН

ПАРТНЬОРИ: 1. УНИВЕРСИТЕТ НА ГРАД КОРДОБА, ИСПАНИЯ

2. УНИВЕРСИТЕТ ИНЬОНЮ, ТУРЦИЯ

3. TÜBİTAK RUTE, ТУРЦИЯ



В продължение на изпълнението на международния проект по програма M-ERA.NET е приложен успешен подход за дизайниране на композити на основата на мултиелектронен фосфатно-сулфатен електроден материал ($\text{NaFeVPO}_4(\text{SO}_4)_2$) и редуциран графенов оксид (rGO) и въглеродни сажди (C) с подобрени електрохимични свойства за натриево-йонни батерии. Комплексните физико-химични и електрохимични изследвания демонстрират, че положителната роля на въглеродните добавки за електродния материал надхвърля общоприетия ефект за повишаване на електронната им проводимост като в допълнение подобряват термичната и структурна стабилност и в зависимост от типа и реактивоспособността на функционалните групи формират различен повърхностен филм на интерфейса електрод-електролит. Показано е, че композитът на основата на rGO превъзхожда този с въглеродните сажди по отношение на постигнат капацитет, циклична стабилност и стабилност при различни токови натоварвания при стайна и висока температура. Отличните електрохимични характеристики на този композитен електрод се дължат на специфичния хибриден механизъм на съхранение на натрий. За първи път е установено, че при стайна температура електродът работи чрез двуелектронна реакция, докато високата температура благоприятства триелектронна реакция, водеща до постигане на по-високи капацитети.

4. УЧАСТИЕ НА ИОНХ В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

ИОНХ създава отлични условия за подготовка и развитие на научния потенциал на младите учени. Освен това активно участва и изпълнява образователната програма с качествено и конкурентоспособно обучение на докторанти в различни форми и образователни инициативи. Институтът разполага с квалифицирани учени, необходима апаратура, има изградени традиции и натрупан опит. ИОНХ е акредитиран от НАОА (до 2026/2027 г.) да



подготвя докторанти по 5 докторски програми (ДП) – неорганична химия, химия на твърдото тяло, химична кинетика и катализ, аналитична химия и теоретична химия. Поради изтичане на срока на акредитация на ДП, съгласно изискванията и указанията на НАОА, и с решение на НС на ИОНХ, ДП в Института бяха реструктурирани като през месец ноември бяха подадени Докладите за самооценка по две ДП „Неорганична химия“ и „Химия на твърдото тяло“. Това реструктуриране на докторските програми бе направено с цел да се повиши привлекателността и конкурентоспособността на Института в обучението на докторанти. В Центъра за обучение на БАН, учени от ИОНХ предлагат 6 специализирани курса за докторанти (до 2026 г.).

През 2025 г., един **докторант успешно защити** дисертационния си труд по докторска програма „Неорганична химия“ (Олег Лагунов) с тема на дисертацията „Възможности на различни изотопни смеси на СО за охарактеризиране на твърди повърхности посредством вибрационна спектроскопия“.

През тази година в Института бяха зачислени и **четирима нови докторанти: двама в редовна форма на обучение** (Калина Иванова и Георги Василев), **един задочен докторант** (Трайче Тушев) и **един докторант на самоподготовка** (Любен Бориславов). Един докторант (Росица Кукева) приключва третата година от обучението си като задочен докторант.

Проведени бяха общо **10 конкурса за академичните длъжности** „професор“ (3бр.), „доцент“ (2 бр.) и „асистент“ (5 бр.).

Изготвена и **успешно защитена е една бакалавърска дипломна работа** на студент от ФХФ-СУ на тема „Синтез, охарактеризиране и свойства на фази от вида $\text{SrFe}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ ($x = 1, 0.85$) синтезирани по зол-гел метод“, на която учен от ИОНХ е съръководител.

В Института бе **обучаван един специализант** по програма „Повишаване на иновационния капацитет на Българската академия на науките в сферата на зелените и цифровите технологии“ по Плана за възстановяване и устойчивост.

По Националната програма „Млади учени и постдокторанти“-2 в ИОНХ се изпълни един проект в модул „Млади учени“ (Нина Нанкова), който бе преустановен през месец април, поради излизането ѝ в отпуск по майчинство.

Двама млади учени от ИОНХ (д-р Цветомила Лазарова-Кюлева, д-р Диана Кичукова,) изпълняват проекти по Конкурс за финансиране на Фундаментални научни изследвания на млади учени и постдокторанти към ФНИ.

Шест млади учени са привлечени за работа по проекти Вихрен от програмата ННП.

ИОНХ се включи активно и в реализирането на студентски практики в рамките на проект BG05SFPR001-3.002-0001 „От висше образование към заетост“, който стартира през месец юли. Към момента по този проект в ИОНХ се **обучават 13 студенти**, които продължават практиката си в различни лаборатории на Института.

Със собствени средства на ИОНХ се реализира обучение на един студент (Сияна Бенчева) от Биологическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“.

Проведена бе и **ученическа практика** за ученици от няколко училища (ЧСУ „St. George International School & Preschool“, София, American English Academy, ЧЕГ “проф. Иван Апостолов”, 10-то СУ “Теодор Траянов”, American College, Sofia, Езикова гимназия “Пловдив”. При посещението им учени от Института презентираха наличната техника и оборудване на учениците, но и нагледно демонстрираха синтез на различни материали.

Учен от ИОНХ е участвал в комисия по оценка и защита на постерни презентации при Национален ученически конкурс "Празник на химията 2025".



Десет нови химици започнаха работа в ИОНХ през 2025 г., като шест от тях са на възраст под 25 години (Виктор Янев, Сияна Бенчева, Христо Лалковски, Петър Иванов, Вероника Петкова).

Млади учени, удостоени с награди:

- Катерина Тумбалова – награда за „Най-добра дипломна работа по химия“, присъдена от Съюза на химиците в България.
- Любен Бориславов бе избран за 74-тата Годишна среща на Нобеловите лауреати която се проведе в Линдау, Германия през месец юни.
- Любен Бориславов е носител на Наградата „Проф. Христо Баларев“ за „Изявен млад учен в областта на неорганичната химия“ за 2025 г.
- Катерина Тумбалова и Стефани Петрова - Годишните награди на Алма матер за учебната 2025/2026 г. за постижения в научноизследователската дейност.
- Калина Иванова и Георги Василев спечелиха грамоти и награди за най-добро представяне на XXII Научна постерна сесия за млади учени, докторанти и студенти, 20.06.2025 г.,
- Христо Лалковски спечели приза „Студент на годината“ за Факултет по химично и системно инженерство при ХТМУ – София.

Специализации и стипендии на млади учени:

- Четирима докторанти (Калина Иванова, Вероника Петкова, Трайче Тушев и Георги Василев) спечелиха стипендии за участие в International Workshop on Powder Diffraction, в периода 29.09 - 01.10.2025, в град Бари, Италия.
- Докторант Георги Василев бе на тримесечна специализация в Института за приложни материали – Електрохимични технологии към Техническия университет в Карлсруе (Германия).
- Лаборатория „Интерметалиди и интеркалационни материали“ допринесе за практическото обучение на докторант **Серхио Лавела Бласкес от Университета в Кордоба, Испания, по програма Еразъм+ към БАН**, върху ефекти от отлагането на покриващи агенти върху електрохимичните характеристики на натриево-йонни батерии. Практическото обучение бе извършено от ас. Росица Кукева.
- Трима учени от ИОНХ извършиха обучение по програма Еразъм+ в научни организации в Испания и Словения.

В заключение може да се обобщи, че ИОНХ създава благоприятна среда за кариерно развитие на специалисти, в подкрепа на което е броят нови и млади кадри привлечени за работа в Института, на които се предоставя възможност за работа със специализирана апаратура и да участват активно в научни проекти на Института. Активната научна работа на младите учени по различни проекти допринася не само за развитието им като специалисти, но и за успешното им интегриране в европейското изследователско пространство.

5. ИНОВАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ИОНХ

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

➤ Иновационната дейност на ИОНХ през 2025 г. е свързана с външни организации и партньори (вкл. поръчана и договорирана с фирми от страната и чужбина) и се осъществява под формата на вътрешен институтски договор „Химия на водно-солеви системи за оползотворяване на природни минерални ресурси и отпадни продукти“, в частност морски



химически ресурси. Продължи основната работа на лабораторията в Бургас по отношение разработки на нови продукти и технологии и организиране на малки производства на натурална козметика по поръчка на бизнеса. През годината са разработени и нотифицирани два нови козметични продукти по поръчка на бизнеса – един с наша марка (BSS Хидратиращ крем за лице с Бакучиол) и един с чужда марка (Zeolin Регенериращ нощен крем). Започнато е производство на ишлема на два нови продукта на външна фирма, разработени по тяхна поръчка. През годината е сключен един нов договор с чуждестранна фирма (ELFARM HERBALSHOP SIA - Латвия) и един с българска фирма (Лефтерови Трейд ООД). Основни клиенти в страната са: "Релакс Би" ЕООД; "Биоспер" ЕООД; "Бляк сий Старс" ЕООД; "Крем Комфорт" ООД; "Агенция Бик" ЕАД; "Ню Грийнъри" ЕООД, "Беланн" ЕООД, "Бионтра" ЕООД; "Лугестика" ЕООД, "Контеса БГ" ЕООД и "Козметикс България Профешънъл" ЕООД.

➤ ИОНХ е член на Сдружение GS1 България и Българска Национална Асоциация Етерични масла, Парфюмерия и Козметика.

➤ ИОНХ (Лаборатория ИИМ) развива иновативна дейност, изразяваща се в провеждане на дългосрочни тестове в моделни електрохимични клетки на електродни материали, предоставени от международни фирми като:

- Cabot (САЩ): тестване на въглеродни материали като аноди за натриево-йонни батерии при стайна и повишена температура;

- Graphit Kropfmühl GmbH (Германия): графено-производни електродни материали;

- Evonik Operations GmbH: повърхностно модифициране на фосфатни електродни материали;

- Litricity, Германия и др: органични материали като катооди за натриево-йонни батерии

➤ В ИОНХ (Лаборатория МПООС) продължи съвместните дейности с фирма Халдор Топсо, Дания. Получени са данни за кинетиката на реакции на пълно окисление на въгледороди в присъствие на серен диоксид върху катализатори за работа в промишлени инсталации за опазване на околната среда. Разработени са модели, описващи промените в стабилността на катализаторите за пълно окисление на летливи органични съединения в отпадни газове.

➤ ИОНХ съвместно с фирма ТРАКЕИЯ ООД е разработила методика за изолиране на хумусни киселини (хуминова и улминова) и хумин от археологически обект Оходен-Валога. Количествено са определени съдържанието на хуминовата киселина и хумина в обработените почвени проби и са охарактеризирани чрез ИЧ-спектроскопия, РФА и термичен анализ.

➤ Патенти със заявител ИОНХ:

- Лаборатория МПООС: одобрен патент „Състав и метод за получаване, с използване на 3D технология, на катализатор за обезвреждане на газове, съдържащи летливи органични съединения“, година на заявяване 2023, етап: излязла експертиза в очакване за публикуване (Reg. № 113763/23.08.2023)
- Лаборатория ВТОМ: подадена заявка за патент “Метод и технологична схема за рециклиране на фармацевтични блистери (алуминиево-пластмасови композити) в кръгов процес с получаване на алуминиев хидроксид и зелен водород”, година на заявяване 2025 (Reg. № 114182/17.11.2025).
- Лаборатория ИИМ: подадена заявка за патент „Метод за получаване на суровина за електродни материали от манганови руди“, година на заявяване 2025 (Reg. № BG/P/2025/114210 /19.12.2025).



6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ИОНХ

6.1. Осъществяване на стопанска дейност – научноизследователски услуги, експертна дейност или други услуги, възложени от външни организации, включително договори с фирми от страната и чужбина

Лабораторията „Солеви системи и природни ресурси“ на ИОНХ с база в гр. Бургас, извършва стопанска дейност, включваща тестване и пилотни изследвания на технологии за химически продукти и реактиви, козметични и фармацевтични продукти, както и организира малки производства и проучване на пазара. В резултат на изпълнение на поръчки за фирми от страната и чужбина, през 2025 г. е реализирана продажба над **600 хиляди лв.**, т.е. запазена е тенденцията на устойчивост от предишни години.

6.2. Осъществяване на стопанска дейност – предоставяне на достъп до научноизследователска инфраструктура

Приходи от извършени анализи в областта на неорганичната химия - рентгенови, XPS, Термични анализи, ТЕМ анализи, ICP-OES и др. са 173 500 лв., от които 133 265 лв. са получени по изпълнение на договор с Кабот корпорейшън.

Извършени са анализи на контрагенти от страната: Val Technology ЕООД, Advanced Carbon Technology АД, Battery Recycling Technology ООД, Медицински център УРОЕЛИТ ООД, ПРОХ-2 ООД и Насекомо АД, „Булгартранс газ“, „Сика“България, „МарсАрмор“ ООД, Чайка фарма, „Сенсата технолоджи“ ООД, Техкерамик М АД, Калцит АД, Солво Трейд ООД, Сдружение Тракеия, Метакрозис ООД, МТГ Делфин, РУА България ЕООД, Лукойл Нефтохим – Бургас, АД, МЦ „Варис клиник“. Изработен е и образователен мултимедиен ресурс за Института по катализ, БАН във връзка с изпълнение на дейности по национална програма „Образование с наука“.

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ИОНХ

Финансовият анализ (по-долу) няма претенция за изчерпателност, а само представя тенденциите във финансовото състояние на ИОНХ. Подробна счетоводна справка се подава от счетоводителите към счетоводния отдел на БАН.

През 2025 г. приходите (в лв.) на ИОНХ се формират от:



1. Бюджетна субсидия		5 032 802	
заплати и възнаграждения		4 083 263	
осигуровки по трудови възнаграждения		861 279	
за изплащане на обезщетения при пенсиониране и неползван отпуск		18 653	
За издръжка – ел. енергия, вода и топлоенергия		69 607	
2. Други възнаграждения		762 707	
нещатен персонал		14 223	
по граждански договори		20 448	
за доп. тр. възнагр. по договори и осигуровки		728 036	
3. Привлечени средства		2 292 904	
Разлика между получени и предоставени средства			
Получени	783 171	Предоставени:	- 62 500
БАН Администрация	87 068	БАН Администрация	141
СУ	0	СУ	62500
ИП-БАН	37 500	ИП-БАН	1 836
ИЕЕС-БАН	0	ИЕЕС-БАН	1 513
ИФХ-БАН	120 700	ИФХ-БАН	1 904
ИЕ-БАН	52 500	ИЕ-БАН	133 942
ИК-БАН	110 000	ИК-БАН	2 363
ИОХЦФ-БАН	0	ИОХЦФ-БАН	1955
4. Средства от ЕС (ЦВП, ПВУ, ИНТЕРДОК)		1 231 461	
ЦВП	746 155	-	-



ПВУ	364 504	-	-
ИНТЕРДОК	120 802	-	-
Приходи и доходи от стопанска дейност	963 356		
приходи от продажба на продукцията (с ДДС)	649 698		
приходи от извършени анализи	173 500		
договори с чуждестранни фирми	284 656		
Халдор Топсо-Дания	151 391		
САВОТ CORPORATION	133 265		

През 2025 г. ИОНХ е получил бюджетна субсидия в размер на 5 032 802 лв. и има привлечени средства в размер на 2 292 904 лв. от ФНИ и МОН ; От ЕС- 1 231 461; от продажби на услуги и продукция – 963 356 и от договори с чуждестранни фирми: 284 656 или общо бюджетната субсидия и собствени приходи формират бюджет от 9 805 179 лв. и съотношението на собствените средства към тези на бюджетната субсидия е 48.68% към 51.32 %.

По касов финансов отчет, средната месечна брутна работна заплата за 2025 г. е 2 933 лв. За сравнение тя е по-висока от средна месечна РЗ за 2024 г. с 9.98% (2 639 лв.). Благодарение на участието в мащабни проекти стана възможно през 2025 г. да бъдат изплащани и допълнителни трудови възнаграждения в размер на 728 036 лв. по отчетна група Бюджет и 305 883 лв и по отчетна група КСФ или общо 1 033 802 лв. При средно допълнително заплащане от 812 лв., трудовите възнаграждения възлизат на 3 745 лв. За сравнение според Националния статистически институт, средната брутна работна заплата за второто тримесечие в сектор професионални дейности и научни изследвания е 3 110 лв., за София-столица е 3 128 лв. Плановата численост на ИОНХ-БАН към 31.12.2025 е 125 щатни бройки, незаети 9 бройки.

8. ИЗДАТЕЛСКА И ИНФОРМАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНОТО

ИОНХ няма собствена издателска дейност. Учените от ИОНХ имат достъп до базите данни на Scopus и на ISI Web of Knowledge. ИОНХ поддържа интернет страница <http://www.igic.bas.bg/> и facebook страница <https://www.facebook.com/IGIC.BAS.BG>.

9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ЗВЕНОТО

Научният съвет на Института по обща и неорганична химия – БАН е избран на 29.11.2023 г. (протокол № 158/29.11.2023 г. от Общото събрание на учените в ИОНХ).



НАУЧЕН СЪВЕТ
НА ИНСТИТУТ ПО ОБЩА И НЕОРГАНИЧНА ХИМИЯ, БЪЛГАРСКАТА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

No	Име, презиме, фамилия	Научна степен и научна специалност, по която е получена	Научно звание и научна специалност по която е получено	Област на компетентност	ИОНХ-БАН
1	Радостина Константинова Стоянова	д-р Химия на твърдото тяло	професор Химия на твърдото тяло	Химия на твърдото тяло Неорганична химия	ИОНХ-БАН
2	Даниела Георгиева Ковачева	д-р Химия на твърдото тяло	професор Химия на твърдото тяло	Химия на твърдото тяло Структура, механични и термични свойства на кондензираната материя	ИОНХ-БАН
3	Антон Илшев Найденов	д-р Химична кинетика и катализ	професор Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ	ИОНХ-БАН
4	Константин Иванов Хадживанов	д-р Химична кинетика и катализ	професор Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ Неорганична химия Аналитична химия	ИОНХ-БАН
5	Рени Стоглова Йорданова	д-р Неорганична химия	професор Неорганична химия	Неорганична химия Химия на твърдото тяло	ИОНХ-БАН
6	Михаил Йорданов Михайлов	д-р Химична кинетика и катализ	професор Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ	ИОНХ-БАН
7	Виолета Георгиева Колева	д-р Неорганична химия	професор Неорганична химия	Неорганична химия	ИОНХ-БАН
8	Ивелина Мирчева Георгиева	д-р Неорганична химия	професор Теоретична химия	Теоретична химия Неорганична химия	ИОНХ-БАН



9	Диана Годорова Рабаджиева	д-р Неорганична химия	професор Неорганична химия	Неорганична химия	ИОНХ- БАН
10	Ивалдина Аврамова Аврамова	д-р Физика на кондензираната материя	Професор Химия на твърдото тяло	Химия на твърдото тяло Катализ Корозия Изследване на повърхности	ИОНХ- БАН
11	Иванка Петрова Спасова	д-р Химична кинетика и катализ	професор Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ	ИОНХ- БАН
12	Кристина Костова Чакърова	д-р Химична кинетика и катализ	доцент Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ	ИОНХ- БАН
13	Елена Здравкова Иванова	д-р Химична кинетика и катализ	доцент Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ	ИОНХ- БАН
14	Деяна Маринова Манасева	д-р Неорганична химия	доцент Неорганична химия	Неорганична химия	ИОНХ- БАН
15	Геновева Борисова Атанасова	д-р Химия на твърдото тяло	Доцент Химия на твърдото тяло	Химия на твърдото тяло	ИОНХ- БАН
16	Петър Цветанов Цветков	д-р Химия на твърдото тяло	Доцент Химия на твърдото тяло	Химия на твърдото тяло Кристалохимия	ИОНХ- БАН
17	Ели Георгиева Григорова	д-р Неорганична химия	доцент Неорганична химия	Неорганична химия	ИОНХ- БАН
18	Любомир Ивов Александров	д-р Химия на твърдото тяло	доцент Химия на твърдото тяло	Химия на твърдото тяло	ИОНХ- БАН
19	Албена Димитрова Бъчварова-Неделчева	д-р Технология на силикатите, свързващите вещества и труднотопимите неметални материали	доцент Неорганична химия	Неорганична химия Химия на твърдото тяло	ИОНХ- БАН



20	Ралица Христова Велинова	д-р Технология на силикатите, свързващите вещества и трудноотопимите неметални материали	доцент Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ Неорганична химия	ИОНХ- БАН
21	Тони Георгиев Спасов	дхн Химия на твърдото тяло	професор Химия на твърдото тяло	Химия на твърдото тяло Химична кинетика и катализ Физикохимия Неорганична химия	ФХФ- СУ
22	Мартин Славчев Божинов	дхн Физикохимия	Професор Физикохимия	Физикохимия	ХТМУ- София
23	Силвия Живова Годорова	д-р Химична кинетика и катализ	Професор Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ, Хетерогенен катализ	ИК-БАН
24	Петър Димитров Петров	Дхн Химия на високомолекулните съединения	Професор Полимери и полимерни материали	Полимери Фотохимия	ИП-БАН
25	Боряна Рангелова Цанева	д-р Химично съпротивление на материалите и защита от корозия (по отрасли)	доцент Електротехника, електроника и автоматика	Приложна електрохимия и корозия (анодно поведение на пасивни метали, електрохимия на корозионните процеси, локална корозия, анодиране, химично и електрохимично отлагане на метали върху проводяща и диелектрична основа, наноструктурирани материали)	ТУ- София
26	Нина Бойкова Стоянова - Нанкова млад учен с право на съвещателен глас	д-р Теоретична химия	Теоретична химия	Теоретична химия	ИОНХ- БАН



10. КОПИЕ ОТ ПРАВИЛНИКА ЗА РАБОТА НА ЗВЕНТО

Линк <http://www.igic.bas.bg/документи/> - Правилник за устройството, дейността и управлението на Института по обща и неорганична химия при Българската академия на науките (последно актуализиран с Протокол №58/29.11.2023 г.).

11. СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ В ОТЧЕТА ИОНХ ЗА 2024 Г. СЪКРАЩЕНИЯ

ИОНХ Институт по обща и неорганична химия

МОН Министерство на образованието и науката

НСРНИ Националната стратегията за развитие на научните изследвания

ОП-НОИР Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“

ФНИ Фонд „Научни изследвания“

РП Работна програма

ИФХ Институт по Физикохимия

НАОА Национална агенция за оценяване и акредитация

ИСИС Иновационна стратегия за интелигентна специализация

ИЕЕС Институт по електрохимия и енергийни системи

ИМК Институт по минерология и кристалография

IURAS Международен съюз за чиста и приложна химия

ИИХ Институт по Инженерна химия

ФХФ Факултет по химия и фармация

ФзФ Физически факултет

ХТМУ Химикотехнологичен и металургичен Университет

ССПР Солеви системи и природни ресурси

ФФ-МУ Факултет по фармация на Медицински университет

СУ Софийски университет

ПУ Пловдивски университет

ИЕ Институт по електроника

ГИ Геологически институт

ИОМТ Институт по оптически материали и технологии

ИКИТ Институт за космически изследвания и технологии

ФДМ - МУ Факултет по дентална медицина – Медицински университет

ИФТТ Институт по физика на твърдото тяло

САН Сръбска академия на науките

ЦІ СЕНЕИ Централната лаборатория по слънчева енергия и нови енергийни източници

ЕПР Електронен Парамагнитен Резонанс



ТЕМ Трансмисионна електронна микроскопия
XPS X-ray photoelectron spectroscopy
TXRF Total reflection X-rays fluorescence
ИИМ Интерметалиди и интеркалационни материали
XAS X-ray absorption spectroscopy
XRD X-ray Powder Diffraction
ДТА/ТГ Диференциално термичен анализ с термогравиметрия

Най-значими събития за 2025 г.



Юбилейно честване 65-години ИОНХ



Връчване на Голямата награда „Питагор“ за цялостен научен принос на проф. д-р Радостина Стоянова (снимка от Интернет)