

**ИНСТИТУТ ПО КАТАЛИЗ
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ**

ОТЧЕТ
за дейността
на
ИНСТИТУТ ПО КАТАЛИЗ
за 2024 г.

Януари, 2025 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

1. Проблематика на звеното.....	3
1.1. Преглед на изпълнението на целите на звеното, оценка и анализ на постигнатите резултати и на перспективите на звеното в съответствие с неговата мисия и приоритети, съобразени с утвърдените научни тематики.....	3
1.2. Изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030.....	5
1.3. Полза / ефект за обществото от извършваните дейности.....	7
1.4. Взаимоотношения с други институции.....	9
1.5. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата.....	10
1.5.1. Практически дейности, свързани с работата на национални, правителствени и държавни институции, индустрията, енергетиката, околната среда, селското стопанство, национални културни институции и др.....	10
1.5.2. Проекти, свързани с общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата и обществото, финансирани от национални институции (без Фонд „Научни изследвания“), програми, националната индустрия и др.....	11
2. Резултати от научноизследователската дейност през 2024 г.....	11
2.1. Най-значимо научно постижение.....	18
2.2. Най-значимо научно-приложно постижение.....	19
3. Международно научно сътрудничество на звеното.....	20
4. Участие на звеното в подготовката на специалисти.....	21
5. Иновационна дейност на звеното и анализ на нейната ефективност.....	22
5.1. Осъществяване на съвместна иновационна дейност с външни организации и партньори, вкл. поръчана и договорирана с фирми от страната и чужбина.....	22
5.2. Извършен трансфер на технологии и/или подготовка за трансфер на технологии по договор с фирми; данни за полученото срещу това заплащане; данни за реализираните икономически резултати във фирмите (работни места, печалба, производителност, дял на новите продукти в общия обем на продажбите и т.н.).....	22
6. Стопанска дейност на звеното.....	23
6.1. Осъществяване на съвместна дейност под формата на ефективно сътрудничество с външни организации и партньори.....	23
6.2. Осъществяване на стопанска дейност – научноизследователски услуги, експертна дейност или други услуги, възложени от външни организации и договорирана с фирми от страната и чужбина.....	23
6.3. Осъществяване на стопанска дейност – отдаван под наем и достъп до научноизследователска инфраструктура.....	23
6.4. Сведения за друга стопанска дейност.....	23
7. Кратък анализ на финансовото състояние на звеното за 2024 г.....	23
8. Издателската и информационната дейност на звеното.....	25
9. Информация за научния съвет на звеното.....	25
10. Копие от правилника за работа в звеното.....	26
11. Списък на използваните в отчета и приложенията към него съкращения.....	26

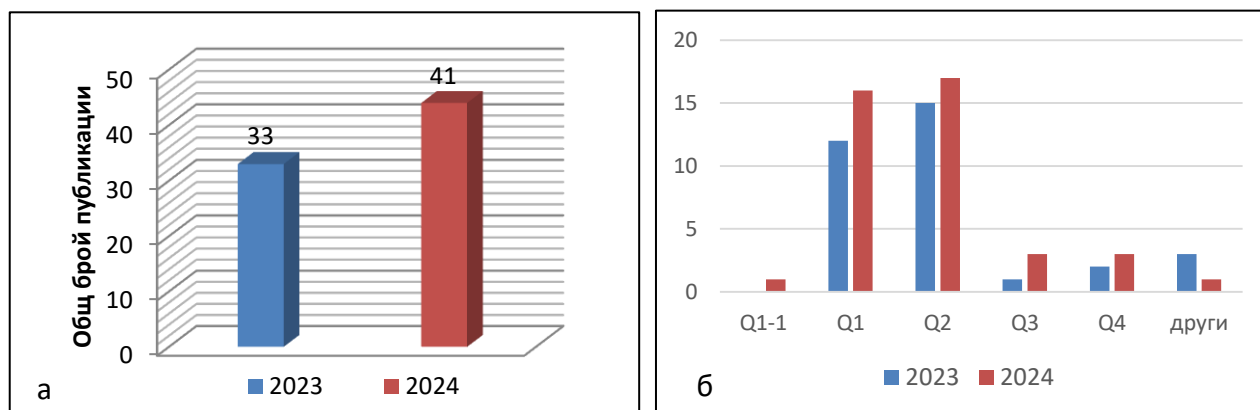
1. ПРОБЛЕМАТИКА НА ЗВЕНТО

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

Основната дейност на Институтът по катализ (ИК) е насочена към фундаментални и приложни изследвания в научно направление „Нанонауки, нови материали и технологии“ от структурата на БАН. ИК води устойчива научно-изследователска политика и работи по утвърдени научни тематики, свързани с разработване на каталитични материали с регулирана структура и свойства за процеси за опазване на околната среда и подобряване качеството на живот, за получаване на алтернативни горива и оползотворяване на нови енергийни източници. Институтът се стреми към поддържане на високо ниво на научни изследвания и засилване на обществено значимия им принос, не само в българската, но и в световната наука.

Основна цел на научната политика на Института е запазване и засилване на водещата му роля както в националното, така и в световното пространство в областта на катализа. Това налага ефективно използване на научната инфраструктура и повишаване качеството на научните изследвания. За да се осигури приемственост между поколенията ИК се стреми да привлече млади учени за научноизследователска работа по национални и международни програми и да задълбочи връзките си с Университетите, други научни институти и бизнеса. В ИК се развиват три основни научни направления: **1)** Разработване на нови каталитични наноматериали и адсорбенти с предварително зададени свойства; **2)** Разработване на каталитични процеси и нови ефективни наноразмерни катализатори за получаване на чиста енергия и горива; **3)** Нови каталитични материали и процеси за подобряване качеството на живот. Тези направления са залегнали в научноизследователския план на Института и са пряко свързани с изпълнението на 21 международни, европейски и национални проекти. Сред тях 2 Европейски проекта, 4 проекта финансирани от ФНИ, 1 проект с фирмата GenCell, 6 проекта по международно сътрудничество в рамките на междуакадемични договори и споразумения, и 8 бюджетни проекта. В края на 2024 г. бяха финансирани още 4 проекта от ФНИ – 2 по конкурс за фундаментални научни изследвания, 1 по конкурс за фундаментални научни изследвания на млади учени и постдокторанти и 1 по Програма „Рила“. В три от тях ИК е водеща организация и в един е партньор. Освен това в края на 2024 г. бе спечелен и 1 проект по Механизма за възстановяване и устойчивост за изпълнение на инвестиция по C2I2 „Повишаване на иновационния капацитет на Българската академия на науките (БАН) в сферата на зелените и цифровите технологии“ от Плана за възстановяване и устойчивост. Постигнатите през изтеклата година резултати са обобщени в 41 публикации, от които 40 публикувани в реномирани международни издания (1 от тях е в списание с квантила Q1, която оглавява ранглистата в научна област Engineering, Environmental (1/81, Web of Science), 16 в списания с квантила Q1, които не оглавяват ранглистата, 17 в списания с квантила Q2, 3 с Q3 и 3 с Q4, 1 публикация е индексирана в WoS и Scopus, но е в издания без IF и SJR) и 3 статии са приети за печат (1 от тях в списание с квантила Q1, която не оглавяват ранглистата, 1 с квантила Q2 и 1 с Q3). През 2024 г. са забелязани 1308 цитата на 429 публикации на учените от ИК. Получените резултати са представени с общо 80 участия на 21 международни и 5 национални научни мероприятия. От тях 4 пленарни доклада на

международен форум, 16 устни доклада и 60 постерни доклада. На Фиг. 1 е представен схематичен анализ на научните статии на учените от ИК публикувани през 2024 г. в сравнение с публикациите през 2023 г. Наблюдава се повишаване в броя на публикациите (Фиг. 1а), както и повишаване в качеството на получените изследвания (Фиг. 1б). Доказателство за това е наличие на публикация в списание с квантиля Q1, което оглавява класацията в научна област Engineering and Environmental (WoS) през 2024 г., както и повишаване на броя публикации публикувани в издания с квантили Q1 и Q2. Намалява броя на публикациите в издания без импакт фактор и импакт ранг.



Фиг. 1. Оценка и анализ на публикуваните резултати през 2024 г. сравнени с тези от 2023 г. а) общ брой публикации; б) разпределение на публикациите по квантили.

Традиционно ИК е организатор на Международния симпозиум по хетерогенен катализ. През 2024 г. бе организиран 13-тия Международен симпозиум по хетерогенен катализ със сателитна конференция 1-ва Международна конференция по приложения на Електронния магнитен резонанс. Мероприятията се проведеха в хотел България в гр. Бургас от 1 до 5 септември. В симпозиума и конференцията взеха участие над 85 български и чуждестранни участници. Представени са 14 пленарни лекции, 4 ключови доклада, 13 устни презентации, 62 постерни съобщения и 1 фирмена презентация ([програма](#)). По време на симпозиума бе организирана сесия за млади учени, докторанти, постдокторанти и студенти, на която младите участници представиха своите изследвания с кратки 5-минутни доклади. Проведената сесия беше с 18 участници. Създадена бе интернет страница на симпозиума (<https://13symp.sciconf.eu/>) за информация и онлайн регистрация. Резюметата на участниците бяха събрани в Book of Abstracts ([13symp](#); [1EMARA](#)), а пълен текст от избрани доклади предстои да бъдат публикувани в списанието Catalysis Today. За организиране на симпозиума ИК кандидатства и получи финансиране от ФНИ по Процедура за подкрепа на международни научни форуми, провеждани в Република България. Бе получено и финансиране по проект Подкрепа за организиране на международни конференции в страната в изпълнение на Споразумение между Българската академия на науките и Министерството на образованието и науката. Освен това бе осигурено и допълнително финансиране от фирми.

Перспективите на звеното са свързани с развитие и разширяване на научноизследователската и приложна дейност, следвайки приоритетите заложиени в научното

направление – „Нанонауки, нови материали и технологии“ и научноизследователския план на Института. За засилване присъствието на ИК в реномираните световни бази данни WoS и Scopus, ще бъде стимулирано и поощрявано публикуването в категоризирани списания и кандидатстване по различни програми и проекти. Важна стъпка е повишаване квалификацията на учените и привличането на млади учени и мотивирани студенти за работа по проекти, за специализации, както и за изготвяне на дисертационни трудове и дипломни работи за придобиване на образователно-квалификационна степен „бакалавър“ и/или „магистър“.

1.2. Изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030 (<https://www.mon.bg/bg/143>) - извършени дейности и постигнати резултати по конкретните приоритети.

Приоритетните тематични направления в ИК са в съответствие с мисията и традициите на Института и са в съответствие с Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030 (НСРНИ) и със Стратегията за развитие на БАН 2018-2030. Стратегията за развитие на ИК до 2030 г. е изцяло в съответствие с по-горе цитираните документи.

Научноизследователския план на ИК бе актуализиран в началото на 2024 година. В него темите и задачите, по които се работи в Института са обединени в три научни направления, а включените в тях проекти се актуализират ежегодно. Научните направления са свързани с три от шестте приоритети за насочените фундаментални изследвания на НСРНИ в Република България 2017-2030, а именно: 1. Повишаване конкурентоспособността и продуктивността на икономиката в съответствие с тематичните области на ИСИС; 2. Подобряване на качеството на живот – храни, здраве, биоразнообразие, опазване на околната среда, градска среда и транспорт и др.; 3. Енергия и енергийна ефективност; ефективно оползотворяване на природни ресурси.

Основна цел на НСРНИ 2017-2030 е да подпомогне развитието на науката в България и да я превърне във фактор за развитие на икономиката, базирана на знанието и иновационните дейности. За изпълнение ѝ голяма част от провежданите в Института изследвания имат и научно-приложен характер. Те са в съответствие с четири от приоритетните направления за развитие на приложните научни изследвания на НСРНИ, а именно: 1. Съвременни енергийни източници и енергийно ефективни технологии; 2. Мехатроника и чисти технологии; 3. Здраве и качество на живот. Превенция, ранна диагностика и терапия, зелени, сини и екотехнологии, биотехнологии, еко храни; 4. Опазване на околната среда. Екологичен мониторинг. Оползотворяване на суровини и биоресурси. Пречистващи и безотпадни технологии.

Стратегическа цел на НСРНИ е бързо и дългосрочно развитие и модернизиране на системата на научни изследвания в България. През 2024 г. значително бе подобрена материалната база и инфраструктурата в ИК. Освен това ИК е партньор и в „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 етнографски) ИНФРАМАТ“, включен в Националната пътна карта. Финансирането, което бе получено през 2024 г. е използвано за закупуване на нов Мьосбауеров спектрометър и за поддържане на апаратурата, която е част от ИНФРАМАТ.

Приоритет в политиката на ръководството на Института е привличането на млади и перспективни хора за научноизследователска работа, като се стреми да им осигури привлекателни условия на труд, мотивация и добро кариерно развитие. Във връзка със Специфична цел 1. От Политиката за развитие на човешкия потенциал на НСРНИ Дейност 1.3. *„Повишаване квалификацията на учените в научните организации и висшите училища“*, благодарение на финансиране от проект по програма Horizon 2020, Marie Skłodowska-Curie Research and Innovation Staff Exchange на тема: *„Химия на металите от групата на платината“* бяха осъществени 7 командировки в Гърция и Испания, като голяма част от тях са специализации на студентите изпълняващи задачи по проекта. Благодарение на финансиране от същия проект Институтът бе посетен от 4 гостуващи учени. През 2024 г. учените и служителите в ИК са осъществили общо 37 командировки в страната и 43 командировки в чужбина за участие в научни форуми и работни срещи.

В изпълнение на Специфична цел 2. *„Повишаване на жизнения стандарт и на социалния статус на учените и специалистите, заети в научноизследователска дейност, посредством осигуряване на адекватно и съобразено с постигнатите резултати заплащане, както и на добри условия на труд“*, от няколко години в ИК е въведена система за диференцирано заплащане на учените, включваща два компонента: (1) основната работна заплата - с фиксиран размер за отделните научни длъжности и (2) допълнително материално стимулиране (ДМС), обвързано с конкретни постигнати научни резултати. Тази система бе приложена и при определяне на възнагражденията през 2024 г., тъй като наблюденията показват, че този подход дава допълнителен стимул на учените да постигат по-високи резултати.

В съответствие със Специфична цел 6 *„Повишаване на количеството и качеството на научните изследвания, свързани с проблеми от национално значение“*, ИК се включи в третия етап на Националната програма *„Стимулиране на публикационната активност в авторитетни международни научни списания и отворения достъп до научна информация“*, бенефициент е Българската академия на науките.

В съответствие с Дейност 9.2. *„Разширяването на участие на българските учени и научни колективи в двустранно и международно научно сътрудничество“* от Специфична цел 9, в ИК се работи по 6 проекта по програмата за междуакадемично сътрудничество (с Чехия, Словакия, Сърбия и 3 проекта с Румъния) и по един проект по програмата *„Многостранен конкурс за научно и технологично сътрудничество в Дунавския регион“* финансиран от ФНИ, в който участват колективи от Словакия, Сърбия и Република Чехия. В края на годината бе финансиран още един проект от ФНИ по Конкурс за проекти по програми за двустранно сътрудничество 2024 г. България – Франция по програма *„Рила“*.

Получените средства от проектите дават възможност за закупуване на нова апаратура, за поддръжка на наличната апаратура и за финансов стимул на участниците в колектива. Получените резултати от изпълнението на проектите се публикуват в реномирани научни издания.

В изпълнение на Специфична цел 10 *„Значително интензифициране на връзките на науката с образованието, бизнеса, държавните органи и обществото като цяло“*, членове на колектива на Института активно популяризират научноизследователската дейност сред ученици от столичните училища. През 2024 г. бе финансиран вторият етап от Националната програма *„Образование с наука“*, в която участват учени от ИК. Работата по този проект

значително укрепил връзките на науката с образованието. Дейностите които са заложили се изпълняват съвместно с Факултета по химия и фармация на СУ и включват провеждане на обучителни курсове и семинари за учениците по теми свързани с новостите в химичната наука и изготвяне на дидактически материали за работа в изнесена класна стая. Провеждат се и онлайн демонстрации на експерименти по училищен материал, които не могат да бъдат проведени в училищна среда. В изпълнение на дейностите по Програмата през месец ноември доц. Петя Петрова представи устен доклад на 50^{та} юбилейна национална конференция по химия с международно участие, а през декември в ИК под нейно ръководство се подготвяха за участие в международни и национални състезания по природни науки ученици от 91 НЕГ „Проф. Константин Гьлъбов“ гр. София.

Съгласно хоризонтална дейност 2. „Синхронизирани изменения в нормативните актове“, свързани с изпълнението на стратегията, през 2024 г. в ИК бяха приети промени в Правилника за приложение на ЗРАСРБ.

1.3. Полза / ефект за обществото от извършваните дейности

Според Стратегията за развитие на научните изследвания, технологичното развитие и иновациите са двигател на съвременната икономика в модерните общества. В резултат на активната си проектна дейност ИК разполага с модерно оборудване, което заедно с високата експертиза на учените в Института прави възможно провеждане на научни изследвания на високо ниво в приоритетните научни области на световната наука в областта на катализа. Дейността на ИК се развива в няколко основни аспекта:

1. Извършване на фундаментални научни изследвания в областта на катализа;

Работата по тази дейност е пряко свързана с:

- създаване на ефективни каталитични системи за опазване на околната среда;
- разработването на електродни конфигурации на базата на неблагородни метали с пониска енергийна бариера и подобрена кинетика;
- усвояване на нови източници на енергия;
- разработване на нови вещества и материали с предварително зададени свойства;
- разработване на нови и усъвършенстване на съществуващите технологии и процеси.

2. Работа по обществено значими научно-приложни изследвания, които имат конкретни приложения в областите за подобряване качеството на живот;

Тази дейност включва разработване на методи, катализатори и технологии за:

- каталитични системи за почистване на отпадъчни газове, замърсени почви и отпадъчни води;
- получаването на чиста енергия и нови енергийни източници чрез разработване на високоефективни екологично чисти технологии и намиране на алтернативни горива, чиято употреба не е съпроводена с отделяне на вредни емисии;
- получаване на чист водород за горивни клетки;
- получаване на водород от природни и възобновяеми енергийни суровини;
- интегриране процеса на КВОВП с горивна клетка в мобилна енергийната система за производство на възобновяема, климатично независима и беземисионна енергия;
- получаване на наноструктурирани материали с контролиран дизайн и подобрени каталитични свойства;

- физикохимични, спектрални и термични анализи;
- катализатори за висококачествени хидрогенирани масла, намиращи приложение в хранително-вкусовата промишленост;
- разработване на нови „зелени“ методи за синтез на нови багрила за ковалентно маркиране на ДНК;
- супрамолекулярни устройства на основата на фотохромни съединения за акумулиране на слънчева енергия;
- разработване на катализатори за горивни клетки произвеждащи зелена, без емисионна, климатично неутрална “on-set” енергия.
- разработване на твърдо тяло/ЕПР дозиметри за високоенергетично лъчение;
- идентифициране на облъчени с високоенергетично лъчение храни;
- оценка на антирадикаловия потенциал на храни и натурални продукти.

3. Сервизни анализи, консултации и интерпретации на резултати в помощ на външни институции и фирми;

ИК е партньор по проект ИНФРАМАТ (част от Националната пътна карта), който осигурява ефективното използване на научноизследователската инфраструктура в Института и в други научни звена чрез интегриране на уникални апаратури, необходими за получаване и комплексно охарактеризиране на нови материали с приложение в енергетиката, промишлеността, био-медицината и околната среда. Осигурява се достъп до научната инфраструктура за всички учени и ползватели от промишлеността на национално и регионално ниво, като по този начин се стимулира устойчивото развитие на България и региона в областта на получаване на нови материали и катализатори. За изпълнение на една от основните цели на проекта - интензифициране на връзките с публичния и частен сектор и засилване на взаимодействието между институциите-партньори част от ИНФРАМАТ, през 2024 г. са извършени услуги за външни организации и частни фирми с помощта на оборудване, подкрепяно от ИНФРАМАТ - Мьосбауерова спектроскопия, ИЧ спектроскопия, Рентгенова фотоелектронна спектроскопия и Електронен парамагнитен резонанс.

4. Подготовка и обучение на млади учени, постдокторанти и докторанти.

Институтът дава възможност за подготовка и обучение на млади учени, постдокторанти, докторанти и студенти в областта на катализа, като им предоставя достъп до наличната инфраструктура. Това спомага за създаване на висококвалифицирани специалисти, които са конкурентноспособни на пазара на труда, и се реализират успешно, както в България, така и в чужбина. В ИК студенти от ХТМУ-София работят по проекти, което им дава възможност да приложат на практика наученото в университета. Част от резултати получени при работа по проект по Междоакадемично сътрудничество с колеги от Белград, Сърбия са включени в дипломна работа за образователно-квалификационна степен „бакалавър“ на техник-химик Евангелия Петрова, студент в ХТМУ-София. Резултати получени от работа по Европейски проект също са включени в дипломни работи за придобиване на образователно-квалификационна степен „бакалавър“ на трима студенти от ХТМУ-София - Мария Събева, Анна Василева и Калоян Иванов. И четирите дипломни работи бяха защитени с отличен. През изминалата година учени от ИК взеха участие в Ден на кариерното развитие във Факултета по химия и фармация на СУ „Св. Климент Охридски“.

През 2024 г. стартира нов етап на проекта по Национална програма „Образование с наука“, което дава възможност за използване на потенциала на академичните среди в ИК в

дейности с научноизследователско, иновационно и педагогическо значение за училищната практика. Това ще допринесе за пробуждане на интерес към химията на децата още в училищна възраст.

1.4. Взаимоотношения с други институции

Институтът по катализ има сътрудничество с редица научни организации и университети в България и чужбина, както и с фирми и индустриални предприятия. Работата по научноизследователски проекти е свързано с провеждане на съвместни изследвания с други научни организации. През 2024 г. в ИК са извършвани съвместни дейности с други институти на БАН като: Института по обща и неорганична химия (ИОНХ); Института по физикохимия (ИФХ); Института по органична химия с Център по фитохимия (ИОХЦФ); Института по полимери (ИП); Института по електрохимия и енергийни системи (ИЕЕС) и др. Работи се активно с колективи от различни висши учебни заведения като Софийски университет (СУ) „Св. Климент Охридски“, Технически университет (ТУ) – София, Химико-технологичен и металургичен университет (ХТМУ) - София, Университет „Проф. д-р Ас. Златаров“ - Бургас, Тракийски Университет - Стара Загора, както и Института по криобиология и хранителни технологии (ИКХТ) към Селскостопанска академия.

ИК има сътрудничества със следните научни институти и университети в чужбина: Институт по химия, технология и металургия, Сърбия; Институт по физикохимия на Румънската академия на науките; Институт по макромолекулна химия, Румъния; Национален институт за изследване на цветни и редки метали (IMNR), Румъния; Институт по елементоорганични съединения, Москва; Институт по основи на химичните процеси, Чешка академия на науките; Институт по експериментална физика на Словашката академия на науките; Институт за ядрени науки „ВИНЧА“, Белградски университет, Сърбия; Университет Томас Бата в Злин, Център за полимерни системи, Чехия; Московски държавен университет „В. М. Ломоносов“, Русия и Национална агенция за нови технологии, енергия и устойчиво икономическо развитие, Катедра Енергийни технологии и възобновяеми източници, Рим, Италия. (ЕНЕА), Университета в Лиеж, Белгия, Университета на Кейптаун, Южна Африка.

Освен с други научни организации и университети ИК има съвместни проекти с фирми. Колектив от ИК има дългогодишно сътрудничество и работи по проект с международната фирма, „GenCell Ltd“, Петах Тиква, Израел. През 2024 г. продължи сътрудничеството с още няколко международни фирми за работа по съвместни проекти – Monolithos Ltd, Атина, Гърция; YS Cypriot Catalysts Ltd - Y.S.CATALYSTS, Кипър и Lomartov – Applied Innovation Engineering, Валенсия, Испания (Проект: CHemPGM) и Faddtory sprl (SME), Белгия, Sirris, Wallonia, Белгия, Travelec SA, Wallonia, Белгия, Daily Sources and Research Srl, Румъния (Проект: H2020 ERA-MIN3).

В изпълнение на проект по НП „Образование с наука“ ИК си сътрудничи със средни общообразователни училища.

През 2024 г. учени от ИК са участвали като експерти в научни журита по конкурси за присъждане на научни степени и звания в ИК, ИОНХ и ХТМУ.

Учени от ИК участват в експертни комисии към ФНИ. Членове са на международни и национални научни дружества: „Терминология и символика в механохимията“ към IUPAC;

Работна група по "Механохимия" на Европейското химическо дружество; Съюз на химиците в Европа; Съюз на химиците в България; Сдружение „Българско каталитично дружество“; Сдружение „Българско ЕПР дружество“; Българско кристалографско дружество и др. Учени от Института са членове на редакционни колегии: „Symmetry“; „Molecules“; „Materials“; „Nanoscience and Nanotechnology“; Springer Nature Applied Sciences“ (SNAS), „Academic Reads Journal of Physics“; „Bulgarian Chemical Communications“; „Химия и индустрия“ и др. Учени от ИК са гост редактори на авторитетни международни издания.

1.5. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата

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

Дейности свързани с работата на национални, правителствени и държавни институции:

Учени от Института участват като експерти в МОН, постоянни и временни комисии към ФНИ, консултативни експертни съвети, членове на редакционни колегии и рецензенти в реномирани международни издания.

- Проф. д-р Юрий Кълвачев е управител на Фонд „Научни изследвания“ и председател на Хумболтовия съюз в България.
- Проф. д-р Зара Черкезова-Желева е член на програмния комитет и национално контактното лице на Европейски научноизследователски съвет по Рамковата програма Хоризонт за Европа (2021-2026); член на International Advisory Board на проект Serbia Accelerating Innovation and Growth Entrepreneurship Project (SAIGE) финансиран от Световната банка; член на комисия за програмна акредитация на ПН 5.11. Биотехнологии в Минно-геоложки университет „Свети Иван Рилски“ – София в НАОА; независим експерт към Изпълнителна агенция за насърчване на малките и средните предприятия и Национален иновационен фонд;
- Проф. д-р Татяна Табакова е член на научно-иновационен съвет (НИС) по иновативни материали и зелени технологии към Управителния съвет на БАН.
- Учени от Института участват в дейността на ФНИ - проф. д-р Зара Черкезова-Желева е независим експерт към МОН и ФНИ за национални програми "Вихрен" и "Петър Берон и НИЕ"; доц. д-р Йорданка Каракирова е председател на Временната научно-експертна комисия по международно и двустранно сътрудничество и член на Комисия по възраженията 2024 г.
- Доц. д-р Николай Велинов е член на Международен борд за приложения на Мъосбауеровия ефект (IBAME).
- Учени от ИК са изготвяли 5 рецензии на проекти към Фонд „Научни изследвания“, 3 рецензии на проекти за други научни организации (ПУ „Паисий Хилендарски“, ТрУ Стара Загора) и 30 анонимни рецензии на статии за специализирани списания.
- Учени от ИК са извършили експертизи и консултации за научни организации извън България: Проф. Татяна Табакова е изготвила 3 експертизи за международна научна организация Alliance of International Science Organizations (ANSO) основана

от Китайската академия на науките и още 36 други международни организации на науката и образованието; проф. Зара Черкезова-Желева извършва регулярни консултации на кандидатите по всички конкурсни сесии на ЕНС (ERC)-Хоризонт 2020.

- Учени от ИК участват в органи на управление на научни сдружения и организации: ИК е седалище на Сдружение „Българско каталитично дружество“, (Управителен съвет: доц. д-р Димитринка Николова – Председател; проф. д-р Силвия Тодорова - Зам. Председател и гл. ас. д-р Илияна Христова - секретар) и Сдружение „Българско ЕПР дружество“, (Управителен съвет: доц. д-р Йорданка Каракирова – Председател; доц. д-р Катерина Алексиева – Зам. председател; гл. ас. д-р Ралица Младенова - секретар); Сдружение „Българско кристалографско дружество“ (проф. Зара Черкезова-Желева, гл. ас. д-р Илияна Христова – членове на УС).
- Учени от ИК са търсени експерти за изготвяне на рецензии и становища по процедури по ЗРАСРБ.
- С наличната апаратура в ИК са извършени сервизни анализи и услуги за други институти на БАН и редица университети.

Практически дейности свързани с индустрията, енергетиката, околната среда, селското стопанство, национални културни институции и др.

- Разработен е $\text{Co}/\text{Al}_2\text{O}_3$ катализатор получен по зол-гел метод и накален при 500°C . Катализаторът проявява висока активност в реакциите на окислително разграждане на текстилни багрила Orange G и Basic blue 41 в присъствие на Oxone®.
- Разработен е $\text{Co}/\text{Al}_2\text{O}_3$ катализатор получен по зол-гел метод и накален при 1000°C . Катализаторът е активен в окислителното разграждане на Orange G в присъствие на повече от един органичен замърсител в отпадните води.

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

През 2024 година ИК не е изпълнявал пряко регламентирани общонационални и оперативни дейности обслужващи държавата и обществото, финансирани от национални институции, които да бъдат отчетени.

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2024 г.

На традиционна церемония на ФНИ за награждаване на най-успешно отчетени проекти по научни области през 2024 проект на тема „Възобновяема интегрирана система за елиминиране на органични замърсители от води и въздух“ с ръководител доц. д-р Н. Велинов бе награден за най-успешно отчетен проект през 2023 г. в научна област „Химически науки“. Резултатите от проекта са публикувани в общо 19 научни публикации - 12 в реномирани научни списания с импакт фактор и 7 с имакт ранг.

Резултатите от научноизследователската дейност през 2024 г. са в съответствие с научноизследователския план на ИК. Задачите в него са пряко свързани с изпълнение на

проекти, финансирани от Европейски програми, ФНИ, междуакадемичен обмен, фирми и бюджетна субсидия. Основните резултати от научноизследователската дейност по теми и задачи са следните:

Тема I. Разработване на нови каталитични наноматериали и адсорбенти с предварително зададени свойства

Задача 1. Получаване на нови каталитични материали и адсорбенти посредством конвенционални методи.

По проект **“Зеолит-полиимидни хибридни материали със зададени свойства”** (Институт по макромолекулярна химия, ЕБР, гр. Яш, Румъния) са изследвани нанокомпозитни филми на основата на поливинилов алкохол, омрежени с оксалова киселина, подсилени с органофосфорен забавител на горенето, получен от ко-поликондензация в реакция на разтвор на еквимоларни количества различни съмономерни, и допълнително легирани със заредени със сребро наночастици от зеолит L. Морфологията на получения материал е изследвана чрез сканираща електронна микроскопия, докато хомогенното разпределение на органофосфорното съединение и наночастиците в рамките на нанокомпозитните филми е проследено с помощта на енергийна дисперсна рентгенова спектроскопия. Установено е, че присъствието на много ниско съдържание на фосфор, значително подобрява забавянето на горенето. Крайната якост на опън и модулът на еластичност се увеличават значително в подсилените нанокомпозити.

По проект **„Природни зеолити като основа за космическа почва“**, финансиран от ФНИ (КП-06-Н49-7) е изследван ефекта от йонния обмен и размера на кристалните частици на зеолита клиноптилолит върху покълването на семената от репички, растежа на растенията, физиологичните и биохимичните характеристики на растенията. Благодарение на характерните си структурни особености клиноптилолита се явява отличен кандидат, както за директна употреба така и за различни модификации. Растенията се отглеждат в три последователни цикъла върху немодифициран клиноптилолит, клиноптилолитна фракция 0.9-2.5 mm и 2.5-5.0 mm; йонообменен клиноптилолит с амониев йони и калий модифициран клиноптилолит. Резултатите показват, че при йонният обмен с амониев йон се наблюдава увеличаване капацитета на задържане на вода в субстрата, докато при образците обменени с калий се намалява капацитета на задържане на вода в субстратите, независимо от размера на частиците, от които е изграден. Установен е положителен ефект при дребните фракции йонообменен клиноптилолит върху покълването на семената по време на третия цикъл. По-малките клиноптилолитни фракции благоприятстват производството на кореноплодни растения. Установено е значително повишаване съдържанието на общи въглехидрати и полифеноли при растения отглеждани върху калиево-обменен клиноптилолит. Получените резултати дават възможност за бъдещо изследване на зеолита клиноптилолит като подходящ субстрат за растеж на растения в космоса и наземни съоръжения за космически експерименти.

По проект **“Нанесени Co-Pd катализатори за хидрогениране на СО получени чрез импрегниране и механично активиране или механично сплавяне”** (Международно научно сътрудничество по грантова схема с Институт по геотехника, гр. Кошице, Словацка академия на науките) е установено, че механичното активиране на нитратни прекурсори на

катализатори със състав $(10\%Co+0,5\%Pd)/TiO_2$ води до: разлагане на около 50% от нанесените нитрати в процеса на смилане; скъсяване продължителността на предварителната обработка; нарастване на дела редуциран кобалт при $T < 200^\circ C$; повишаване на каталитичната активност със запазване на селективността на проби редуцирани при $300^\circ C$ и $400^\circ C$ получени при активиране с използване на топчета от волфрамов карбид; запазване на каталитичната активност с повишаване на селективността на проби редуцирани при $300^\circ C$ получени при активиране с топчета от ZrO_2 .

По проект **„Фотокаталитична активност на тънки слоеве със селективно фотофиксиращи кокатализатори“** финансиран от ФНИ (КП-06-H59/11) бяха функционализирани TiO_2 тънки филми с ко-катализатори MnO_x , Pd и Ag. Използвани са методите на фотодепозиция и фотофиксация. При функционализиране с MnO_x и Pd чрез фотодепозиция бе установено, че увеличаването на UV дозата води до повишено съдържание на Mn и редукция на Pd^{2+} до Pd^0 , което значително подобрява фотокаталитичната активност. В сравнение с термично функционализираните проби, фотодепозирания филми показаха по-висока активност и гъвкавост при оптимизация. За Ag/TiO_2 филмите синтезирани чрез фотофиксация от $Ag(I)$ прекурсори бяха постигнати 1.87 пъти по-високи фотокаталитични показатели в сравнение с чистите TiO_2 филми. Резултатите показват, че методите на фотодепозиция и фотофиксация са ефективни за подобряване на квантовия добив на фотокатализаторите базирани на TiO_2 , като предоставят перспективи за тяхното приложение в екологични технологии.

Задача 2. Разработване на катализатори с предварително зададени свойства за електрохимично приложение.

По проект **“Разработване на нискотемпературен плазмен катализатор за окисление на азот за зелен амонячен продукт на фирмата GenCell”**, договор с GenCell Ltd, Петах Тиква, Израел са селектирани компонентите и носителя на катализатори за нетермично плазмено окисление на азот от въздуха до NO_x , с последващо формиране на NO_2^-/NO_3^- в разтвора на електролита. Получени са първоначални резултати относно избор на подходящ състав за по-нататъшно разработване и дефиниране на съответните геометрични фактори като: вида на плазмата, скорост на въздушния поток, количеството на катализатора, форма на катализаторните зърна определящи външна повърхност и дефектни места, подходящо съотношение N_2/O_2 , увеличаване на концентрацията на окислителя чрез въвеждане на повече O_2 или озон в системата.

По друга задача от проекта е разработен аноден катализатор с повишена активност нанесен върху никелова мрежа за реакция на отделяне на кислород при електрохимично разлагане на вода. Дефиниран е основния състав на катализатора и е разработен оптимизиран подход за синтеза му постигащ 100 mA/cm^2 при свръхпотенциал по-нисък от 350 mV.

По проект **“Електрохимичен синтез, изследване и разработване на катодни и анодни катализаторни композити за получаване на зелен водород чрез разлагане на вода”** (бюджетна субсидия) покрития от Ni и Co в различни масови съотношения, електрохимично отложени върху подложки от Ni-пяна и Fe-стомана са тествани като катоди в реакция на отделяне на водород (HER) и аноди в реакция на отделяне на кислород (OER) във воден разтвор. Два състава на катализатора (NiCo/Ni-пяна с масово съотношение Ni/Co=30/70 и NiCo/Fe-стомана с масово съотношение Ni/Co=50/50) демонстрираха обещаващо кинетично

поведение. Установена е висока производителност както в HER, така и в OER. Оценен е и ефекта от въвеждането на фосфор върху тези най-добри състави на NiCo катализатор.

Задача 3. Приложение на квантовохимични методи в катализа.

По проект „**Фотофизични и изчислителни изследвания на фотопревключващи молекули**“ (Международен академичен обмен с Институт по физикохимия “Илие Мъргулеску”, Румънска академия на науките, Букурещ, Румъния) с помощта на молекулярна динамика са получени всички възможни конформации на отворената мероцианинова (МС) форма на синтезираното ново фотохромно съединения от спирооксазинов тип, както в присъствие на разтворители (ацетонитрил, етанол, метанол и вода), така и на десолватиранията молекула. Установено е, че солватацията на МС включва взаимодействието между молекулите на разтворителя и неговите функционални групи. Намерено е, че наличието на първата сфера на солватация, която се състои от подреждане на молекулите на разтворителя в непосредствен контакт с различни функционални групи на МС, може да я стабилизира чрез образуване на водородни връзки с разтворителя или електростатични взаимодействия. С помощта на диференциална сканираща калориметрия, термогравиметрия, инфрачервена спектроскопия с преобразуване на Фурие и сканираща електронна микроскопия са получени данни за МС форма при изпаряване на разтворителя. Както теоретичните пресмятания, така и експерименталните резултати показват ефекта на разтворителя върху стабилизирането на отворената МС молекула.

Тема II. Разработване на каталитични процеси и нови ефективни наноразмерни катализатори за получаване на чиста енергия и горива

Задача 1. Каталитични материали за получаване на водород от природни и възобновяеми енергийни суровини.

По проект “**Дизайн и приложение на метало-оксидни системи**” (бюджетна субсидия) са изследвани никел-съдържащи катализатори с хидроталкито-подобна структура в реакция на сух реформинг на метан, която позволява превръщане на CO₂ и CH₄ във водород. Сред всички тествани катализатори Ni нанесен върху Mg-Al хидроталкит показва най-висока каталитична активност. Установено е, че това е в резултат от достъпността на реагиращите молекули до активните метални никелови частици на повърхността в следствие на образуваната специфична структура тип “яйчена черупка”.

Освен това е установено, че Co/Al₂O₃ получен по зол-гел метод и накален при 500°C е ефективен катализатор за окислително разграждане на текстилни багрила Orange G (анионно) и Basic blue 41 (катионно) в присъствие на Oxone®. Увеличаване количеството на Oxone®, масата на катализатора и реакционната температура води до повишаване скоростта на разграждане на багрило Orange G, като оптимално каталитично действие се постига при 60°C и pH=6–8. Едновременното изследване на двете багрила показва, че разграждане на Basic blue 41 не се извършва, докато Orange G присъства в системата.

Получени са също Co-Al₂O₃ оксиди чрез зол-гел метода и термична обработка при 1000°C и 1100°C. И двата катализатора са активни при разграждане на багрилото Orange G в присъствие на Oxone® при 60°C и pH =7. Изследвана е степента на разграждане и на текстилните багрила Methylene blue, Remazol brilliant blue и Basic blue 41. По-висока

ефективност при всички изследвания показва $\text{Co-Al}_2\text{O}_3$ оксид накален при 1000°C . Това се дължи на разлика в структурните и текстурни свойства на двата оксида, особено във формирането на различни кобалтови фази. Едновременното разграждане на Orange G в багрилни смеси показва, че изследваните катализатори са ефикасни и в сложни системи с повече от един органичен замърсител, присъстващ в отпадните води.

Задача 2. Разработване на каталитични материали за очистване на водород за горивни клетки.

По проект „Разработване на катализатори за очистване на водород“ (бюджетна субсидия) е изследван Au/Ce-TiO_2 катализатор. Оценено е влиянието на количеството на цериевия оксид като модификатор на носителя TiO_2 (1, 3 и 5 тегловни %), както и подхода за синтез на носителя Ce-TiO_2 (зол-гел метод или механохимично смесване). Катализаторите модифицирани с церий показаха значително по-добра производителност в сравнение с аналогичния Au/TiO_2 без церий. Достигната е максимална конверсия на CO от 90-93 % при температура 180°C спрямо 75 % при немодифицирания катализатор. Повишаването на активността е свързано с взаимодействията между Ce-Ti и модифицирането на структурните и електронните свойства, които благоприятстват дисоциацията на водата. Тези изследвания предоставят нови данни за връзките структура-функционалност на катализаторите Au/Ce-TiO_2 за реакцията КВОВП. Установено е образуването на дефектни фази Ti_4O_7 и $\text{Ce}_{11}\text{O}_{20}$ по време на получаване на катализатора със зол-гел метод и добре дефинирана цериево-оксидна фаза в носителите Ce-TiO_2 получени чрез механохимично смесване, което подпомага преференциалното отлагане на злато. Това показва, че регулирането на физикохимичните свойства на носителя допринася за подобрената активност на златните катализаторите.

Тема III. Нови каталитични материали и процеси за подобряване качеството на живот

Задача 1. Иновативни катализатори и устойчиви технологии за здравословни храни, чиста индустрия и транспорт.

По проект „Химия на металите от групата на платината“ (Horizon 2020, Marie Skłodowska-Curie Research and Innovation Staff Exchange: **Chemistry of Platinum Group Metals**, АКРОНИМ: CHemPGM) са обобщени и докладвани резултати за директна повторна употреба на отпадъците от автомобилни катализатори като катализатори за процеси за очистване на отпадни газове. Експериментите с прилагане на механохимична активация на отработени автомобилни катализатори показват възможността те да се използват във важни за околната среда реакции като окисление на въглероден оксид и селективно окисление на въглероден оксид (PROX). Направена е оценка на жизнения цикъл на металите от платиновата група, като специално внимание е отделено на процеса на механохимична преработка на отпадъците.

По проект “Подобрено микровълново рециклиране на РЗЕ и пластмаса от отпадъци от електрическо и електронно оборудване и повторната им употреба в производството на нови магнитни компоненти“, (ДОГОВОР H2020 ERA-MIN3 № КП-06-ДО02-3/06/06/2022 год.) е разработена механохимична методика за обработка и извличане на редкоземни елементи от различни отпадъци. Обобщените резултати от проведените експерименти позволиха създаването на протоколи за механохимично третиране на металната фракция след микровълнова обработка на електронни и електрически отпадъци за

получаване на нано- и микро-кристални прахове, съдържащи рециклираните редкоземни елементи. Резултатите от изследванията показват, че интегрирането на механохимичната обработка с процеса на извличане на РЗЕ и получаването на рециклирания магнитен материал води до значително намаляване на времето, енергията и използваните химически реагенти за рециклирането на магнитни отпадъци.

По проект **“Нови високо селективни паладиеви катализатори за хидрогениране на растителни масла – път към производството на здравословни храни”** (Междуакадемично сътрудничество, Белградски университет, Институт по химия, технология и металургия (Национален институт) – Център по катализ и инженерна химия, Белград, Сърбия) са изследвани NiMg/SiO₂ катализатори за хидрогениране на растителни масла модифицирани с CeO₂. Установено е, че при въвеждане на CeO₂ се увеличава достъпността на металния Ni в никеловия катализатор. Намерено е, че използването на CeO₂ като дотиращ компонент в състава е обещаващ подход за подобряване на хидрогениращата активност, както и за цис/транс селективност и регулиране на съдържанието на цис и транс мастни киселини в продуктите от процеса на частично хидрогениране на слънчогледово масло.

Разработени са селективни NiPd катализатори чрез замяна на традиционния носител SiO₂ с въглен и промяна на метода на синтез. Използван е метода на мокра редукция вместо класическия двуетапен синтез чрез съутаяване и последваща суха редукция с водород. Подбрани са въглени с различна специфична повърхност и морфология. Първичните изследвания на структурата показаха формиране на нано-размерни метални Ni и Pd в интервала 12-3 nm. Постигната е висока дисперсност на никела и паладия и различна микроструктура на никеловите и паладиевите частици на повърхността при различните въглени.

Задача 2. Приложна и фундаментална ЕПР спектроскопия

По проект **„ЕПР дозиметрия“** (бюджетна субсидия) са изследвани възможностите за приложение на кобаламин (Вит. B12) като дозиметричен материал за определяне на клинични дози високоенергетично лъчение. Установено е, че в резултат от облъчването се генерират стабилни свободни радикали, които могат да се използват за точна и сигурна оценка на дозата на облъчване с помощта на ЕПР спектроскопия.

По проект **„ЕПР анализ на хранителни продукти“** (бюджетна субсидия) на ЕПР анализ са подложени семки, люспи и каликс на растението физалис. Пробите са разделени на две групи в зависимост от страната на произход на растението (Колумбия и България) и са облъчени с 1, 5 и 10 kGy гама лъчи. Установено е, че облъчването индуцира свободни радикали в целулозата при семки и каликс, и в захариди при люспи, което води до регистрирането на специфични ЕПР спектри, залегнали в Европейските стандарти за облъчени храни. Радиационно-индуцираните радикали са стабилни във времето, като бе намерена следната последователност на намаляване на стабилността на радикалите: люспи > обезмаслени семки > семки > каликс. Физалисът показва слаба антиоксидантна активност.

Изучен е ефектът от гама-облъчване с 1, 5 и 10 kGy върху радикал улавящата активност на проби от див кестен посредством метода на Електронния парамагнитен резонанс. От експериментално определените параметри DPPH радикал улавяща активност и антиоксидантен капацитет спрямо Тролокс еквивалент може да се заключи, че антирадикаловата активност нараства в облъчените проби от черупка на кестен, докато при

пробите от вътрешната част на кестен се наблюдава понижаване, което в най-значителна степен е изразено след облъчване с 10 kGy. Установено е, че получените свободни радикали генерирани при облъчване са стабилни повече от 1 година след облъчване.

По проект „ЕПР в катализа“ (бюджетна субсидия) са изследвани каталитични материали, съдържащи паладий, нанесен върху Al_2O_3 , CeO_2 , $\text{CeO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$, and Y-модифициран $\text{CeO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$. Определено е окислителното състояние на паладий и церий преди и след каталитична реакция за окисление на метан. Установено е образуване на кислородни ваканции на повърхността на катализаторите, което значително подобрява активността им. Доказано е натрупване на кокс след реакция в най-слабо активния катализатор Pd/CeO_2 .

Изследвани са също и различни материали съдържащи Ti и Ag. Определено е окислителното състояние на йоните в тях, което заедно с резултати от охарактеризиране с други методи допринася за обяснение на техните свойства.

Задача 3. Синтез, окисление, стабилизация и деструкция на органични и полимерни съединения.

По проект „Синтез, свойства и изследване на функционални багрила“ (бюджетна субсидия) фотохромната трансформация на синтезирано ново съединение от спирооксазинов тип е изследвана с He-Ne лазерен лъч с дължина на вълната 632,8 nm и оптичен интензитет $\sim 1 \text{ mW/cm}^2$. Установено е, че използваната дължина на вълната е подходяща за изследване на фотоиндуцираното преобразуване между конформерите на изследваното фотохромно съединение. Получените данни за фотохромизма и флуоресценцията на изследваното съединение чрез използване He-Ne лазер, са обещаващи за приложението на съединението като сензор на йони на тежки метали (Pb^{2+} и Cd^{2+}) в питейна вода с граница на откриване 0,1 μM .

По проект „Самонагриващи се магнитни наноконструкции за тераностични приложения (Акроним: SeNaTa)“, финансиран от ФНИ (КП-06-Дунав/4) са синтезирани магнетитни наночастици, легирани с кобалт, за да се изследва влиянието на неговата концентрация върху структурните, магнитните и каталитичните свойства. Най-добри показатели за тераностични приложения показаха $\text{Co}_{0.047}\text{Fe}_{2.953}\text{O}_4$ и $\text{Co}_{0.086}\text{Fe}_{2.914}\text{O}_4$. Установено е, че модифициране на повърхността с лимонена киселина и полиакрилова киселина подобрява колоидните свойства на образците и ги прави био съвместими. Анализите с XPS разкриват наличие на активни центрове $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ и $\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$ на повърхността, което показва потенциал за приложение на пробите като хетерогенни самонагриващи се катализатори в процеси на окисление. Резултатите подчертават перспективите на тези наночастици за магнитна хипертермия и каталитични приложения.

Задача 4. Каталитични системи за почистване на отпадъчни газове, замърсени почви и отпадъчни води.

По проект “Ефект от взаимодействието на метала (Au, Pt) с Y зеолити модифицирани с Ti/Se върху каталитичните и фотокаталитичните им свойства” (Междуакадемично сътрудничество с “Илие Мъргулеску” Институт по физикохимия, Румънска академия на науките) е синтезиран и изследван зеолит Y с включен 1% TiO_2 . Модификацията с Ti е извършена по време на синтез от титанов (IV) ацетилацетонат. Така полученият материал се модифицира чрез импрегниране с 1% CeO_2 и/или 1% Au. Едновременно присъствие на

златни наночастици и CeO_2 благоприятстват фотокаталитичната активност в реакцията на редукция на CO_2 с H_2O при облъчване с видима светлина (525 nm) и в реакцията на окисление на CO.

По проект „**Фотокатализ и УОП**“ (бюджетна субсидия) за описание на експериментални данни при различен набор от входящи параметри за проточен фотокаталитичен реактор за почистване на въздух бе използван радиометър Cole Parmer. Приложен бе моделът на Gianluca Li Puma за абсорбционно разсейване на облъчващия светлинен поток към плоски правоъгълни проточни фотокаталитични реактори в диапазона UV-A, UV-C и видима светлина. Установено е, че при използване на етилен като моделен замърсител на въздуха най-висока конверсия се постига при най-ниската концентрация на замърсителя и UV-C 0.014 W/cm^2 .

По проект „**Хетерогенни катализатори за важни реакции в опазването на околната среда и устойчивото развитие на течни горива**“, (Междуакадемично сътрудничество с Институт по основи на химичните процеси - Чешка академия на науките, Прага, Чехия) са синтезирани зеолитни катализатори чрез импрегниране на литиев и магнезиев нитрат (1-1.3 тегл. % Li или Mg) върху зеолит L ($\text{Si/Al} = 3$) за реакцията на C-C свързване на 1-бутанол до 2-етил хексанол при 400°C и атмосферно налягане. По-висока каталитична активност е измерена за Li/L образца. Същият катализатор проявява и по-висока селективност до C8 въглеводороди.

По проект „**Катализатори на основата на оксиди на преходни метали, нанесени върху порести материали за пълно окисление на летливи органични съединения (ЛОС) и CO**“, финансиран от ФНИ (КП-06-H49/4) са разработени нови високо активни и стабилни катализатори за пълно окисление на ЛОС и CO, посредством модифициране на микропорести носители (зеолит тип ZSM-5 с вариране на съотношение Si/Al и ZSM-5 с второ ниво на порьозност) или мезопорест силициев оксид, с оксиди на преходни метали (Co_3O_4 , MnO_x) или комбинация оксиди на преходни метали, дотирани с CeO_2 . Установено е, че силно развитата повърхност на порестите носители благоприятства формирането на фино дисперсни частици от активната фаза и предотвратява агломерацията им. Резултатите показват, че силно развитата мрежа от канали благоприятства дифузията на реагентите до каталитично активните центрове. Установено е, че реакционният механизъм при пълно окисление на ЛОС зависи от вида на въглеводорода.

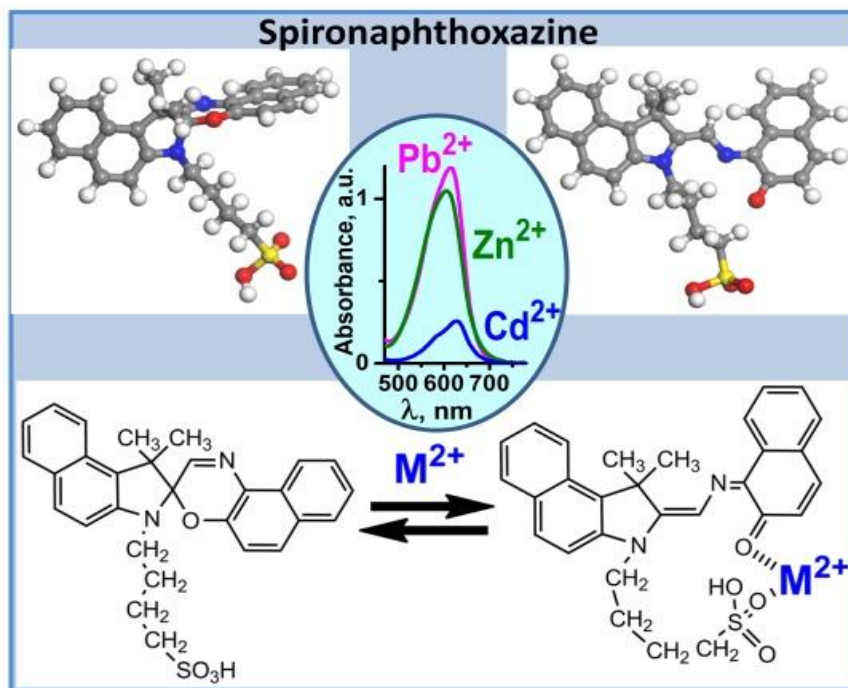
2.1. Най-значимо научно постижение

Нови подходи за рационален дизайн и синтез на серия нови фотоуправляеми хелатообразуващи спиронафтоксазини със специфични заместители за приложение като сензори за метални йони

Ръководител: доц. д-р Стела Минковска

Експериментално и с квантовохимични изчисления са изучени фотофизичните и комплексобразователните свойства на серия нови съединения от спирооксазинов тип. Установено е, че всички съединения проявяват обратим фотохромизъм и значителна устойчивост към фоторазрушаване и могат да участват в голям брой (над 4 000) фотохромни цикли. Чрез подходящи заместители и смяна на разтворителя са създадени условия за регулиране на спектрално кинетичните свойства на изследваните фотохромни системи така, че времето на живот на фотомероцианиновата (MC) им форма варира в интервала от 2 до 125

s, а видимата ѝ абсорбционна ивица в интервала между 560 и 660 nm. Характерна особеност на фотоиндуцираното комплексобразуване е съхраняването на обратимия фотохромизъм на системата и значително понижаване скоростта на рециклизация с време на живот на МС форма до 42 минути.



Ползи за обществото: Получените резултати, свързани с фотофизичните характеристики, фототрансформациите и комплексобразуването на синтезираните спиронафтоксазини, могат да бъдат приложени във високочувствителните и селективни аналитични техники за откриване на метални йони и на други химични съединения от екологичен интерес, както и за мониторинг на питейната вода.

Разработката е отразена в: Minkovska S., Hadjichristov, G.H, Neacsu, A., Chihaiia, V., V. Fedorov, Y.V., Photoswitchable Photochromic Chelating Spironaphthoxazines: Synthesis, Photophysical Properties, Quantum-Chemical Calculations and Complexation Ability. ACS Omega, 9, (4) (2024) 4144-4161, DOI:10.1021/acsomega.3c06434.

[ЛИНК](#)

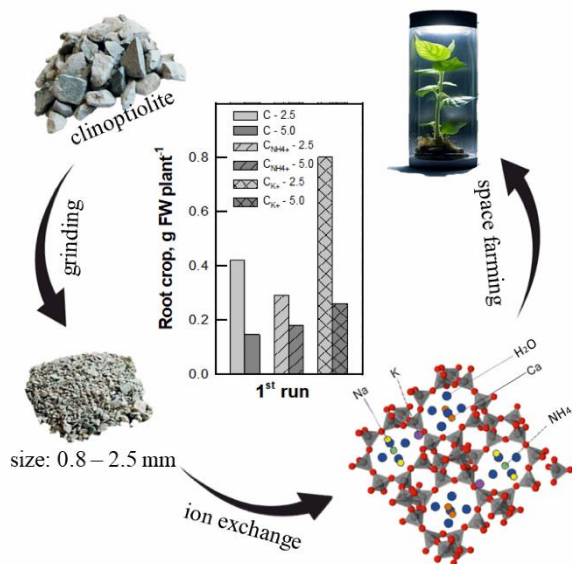
2.2. Най-значимо научно-приложно постижение

Йонообменен клиноптилолит като субстрат за космическо земеделие

Ръководител: д-р Тотка Тодорова

Изяснено е влиянието на йонния обмен и размера на кристалните частици клиноптилолит върху покълването и формирането на кореноплод при зеленчуци (репичка, *Raphanus sativus*). Проследени са растежа, физиологичните и биохимичните характеристики на растенията. Установена е зависимост между йонообменният процес, вида на използваните йони и водозадържащия капацитет на субстрата. Йонообменът на дребна фракция клиноптилолит оказва положително въздействие върху кълняемостта на семената и благоприятства

образуването на кореноплодни. Големината на фракциите, както и йонния обмен не оказват съществено влияние върху фотохимичните реакции на фотосинтеза. Значително увеличение на съдържанието на общи въглехидрати и полифеноли е установено в калиево обменен клиноптилолит.



Образуване на кореноплод при репичка (*Raphanus sativus*) отглеждани върху две фракции немодифициран клиноптилолит (C-2.5 and C -5.0) и клиноптилолит модифициран чрез йонообмен с амониеви (CNH₄-2.5 and CNH₄-5.0) и калиеви йони (CK-2.5 and CK-5.0).

Ползите за обществото са: Доказано е, че природният зеолит клиноптилолит е подходящ субстрат за образуване на кореноплод при зеленчуци (репичка, *Raphanus sativus*).

Разработката е отразена в: Kalvachev, Y., Vitale, E., Arena, C., Todorova, T., Ilkov, D., Velikova, V. "Ion-Exchanged Clinoptilolite as a Substrate for Space Farming". *Agriculture* 14 (2024) 350. IF 3.3, Q1

[ЛИНК](#)

3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ЗВЕНТО.

Институтът поддържа връзки в рамките на междуакадемично сътрудничество, което обхваща 6 проекта: 3 с Румъния; 1 със Сърбия, 1 с Чехия и 1 със Словакия.

В ИК успешно се работи по един проект по програмата Horizon 2020, Marie Skłodowska-Curie Research and Innovation Staff Exchange АКРОНИМ: CHeMPGM с участието на фирми от Гърция, Кипър и Испания един проект по програма Horizon Europe ERA-MIN3, в който участват фирми от Белгия и Румъния.

В ИК се работи по договори в рамките и на Двустранно сътрудничество с Франция по програма „Рила“ и един проект по многостранно сътрудничество със Словакия, Сърбия и Чехия (Дунавски регион).

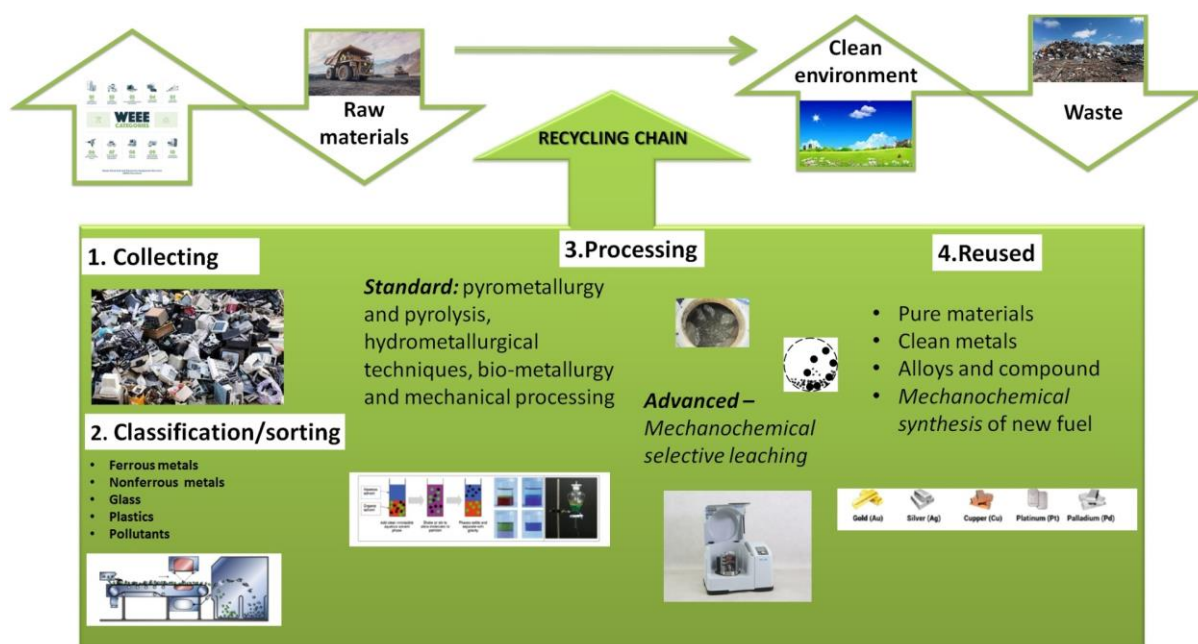
Учените от ИК се стремят да разширят научното сътрудничество със страните от ЕС по линия на рамковите програми. Получените резултати от тези сътрудничества се публикуват в съвместни работи в реномирани международни списания и се представят на научни форуми в страната и чужбина.

Най-значим международно финансиран проект

“Подобрено микровълново рециклиране на РЗЕ и пластмаса от отпадъци от електрическо и електронно оборудване и повторната им употреба в производството на нови магнитни компоненти“, 2022-2025

ДОГОВОР H2020 ERA-MIN3 № КП-06-ДО02-3/06/06/2022 год.

Установени са условия за рециклиране на редкоземни елементи от отпадъци – Nd-Fe-B постоянни магнити. Създадени са протоколи за механохимично третиране на металната фракция (след предварително отделяне на полимерните компоненти с микровълнова обработка) от електронни и електрически отпадъци, за получаване на нано- и микро-кристални прахове, съдържащи рециклираните редкоземни елементи, за 3D принтиране на нови магнитни материали. Използването на механохимичен подход позволи значително по-екологично чисто и устойчиво третиране на отпадъците със значително оптимизиране на технологията, намаляване на времето, необходимата енергия, както и използваните химически реагенти за рециклирането им.



Ръководител: проф. д-р З. Черкезова-Желева

Полза за обществото: Повторното използване на пластмаси и на редкоземни елементи от отпадъците от електрическо и електронно оборудване, за 3D принтиране на нови магнитни компоненти, катализатори и други високотехнологични материали.

4. УЧАСТИЕ НА ЗВЕНОТО В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

Институтът има опит и традиции в изпълнението на различни образователни програми и разполага с необходимата инфраструктура и висококвалифицирани специалисти. ИК активно участва в обучението на специалисти под различни форми. Институтът има акредитация за

подготовка на докторанти по две докторски програми – „Химична кинетика и катализ“ и „Химия на твърдото тяло“. Учени от ИК са заявили 11 специализирани курса към Центъра за обучение на БАН: **1.** Основи на химическата кинетика. Кинетика на каталитичните реакции. Методи за определяне на каталитична активност; **2.** Квантовохимични методи в катализа; **3.** Решения за заместване на критични суровини във високотехнологични материали и катализатори; **4.** Приложение на мьосбауеровата спектроскопия в химията на твърдото тяло за изследване на нови и наноразмерни материали; **5.** Научни основи за подбор и синтез на хетерогенни катализатори; **6.** Съвременни инструментални методи за охарактеризиране на катализатори; **7.** Катализ за опазване на околната среда и енергетиката; **8.** Фундаментална и приложна ЕПР спектроскопия; **9.** Приложение на механохимията като устойчив метод за получаване и рециклиране на високотехнологични материали и катализатори; **10.** Синтез и свойства на зеолитни катализатори; **11.** Синтез и изследване на фотохромни съединения.

През 2024 г. бяха защитени четири дипломни работи за образователно-квалификационна степен „бакалавър“, които бяха изцяло изработени в ИК като резултат от изпълнение на задачи по проекти изпълнявани в Института.

По обявени конкурси, съгласно ЗРАСРБ, на един учен от ИК е присъдена академичната длъжност „доцент“, а на други двама (един на трудов договор в ИК като химик и един външен) – „асистент“. Пет учени от Института са изготвили девет рецензии и становища по процедури за научни степени и академични длъжности.

На територията на Института ученици от столичните училища имаха възможност да провеждат лабораторни експерименти и да се обучават и подготвят за международни и национални състезания в областите химия и екология под ръководството на доц. д-р Петя Петрова, използвайки STEM подход на учене и преподаване.

От съществено значение за пълноценната работа на учените са съществуващите връзки на ИК с Университетите в България и с научните институции в чужбина. ИК си сътрудничи успешно с ХТМУ – София, Университет „Проф. д-р Ас. Златаров“ – Бургас, Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“, СУ „Св. Климент Охридски“, Тракийски университет – Стара Загора.

5. ИНОВАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНТО И АНАЛИЗ НА НЕЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

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

През 2024 г в ИК-БАН няма осъществена съвместна иновационна дейност с външни организации и партньори включително поръчана и договорирана с фирми от страната и чужбина.

5.2. Извършен трансфер на технологии и/или **подготовка за трансфер на технологии** по договор с фирми;

Висока оценка за иновационен потенциал са получили два проекта – „Химия на металите от групата на платината“ и „Подобрено микровълново рециклиране на РЗЕ и пластмаса от отпадъци от електрическо и електронно оборудване и повторната им употреба в

производството на нови магнитни компоненти“. Висока оценка за иновационния потенциал на двата проекта, както и за възможностите за включването им в spin-off екосистемата, бе поканата за участие в двудневната международна конференция 'Spinoff Bulgaria - 3rd edition', проведена на 20-21 юни 2024 в София. Това събитие предостави възможност за срещи и дискусии с важни заинтересовани лица, като заместник-министърът на иновациите и растежа проф. Г. Ангелов, представители на различни министерства и общините, ръководството на СофияТехПарк, технологични и иновационни фирми и други.

6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНОТО

6.1. Осъществяване на съвместна дейност под формата на ефективно сътрудничество с външни организации и партньори;

През 2024 г. ИК продължава изпълнението на договор с израелската фирма GenCell Ltd. на тема „Разработване на нискотемпературен плазмен катализатор за окисление на азот за продукта „зелен амониак“. Във връзка с изпълнението на дейностите от план-програмата на договора са получени приходи в размер на 71 799 лв.

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

ИК извършва дейности по сервизни услуги по тотален органичен въглерод, Температурно програмирана десорбция (ТПД-1), Температурно програмирана редукция (ТПР-2), Температурно програмирано окисление, специфична повърхност (БЕТ), Порьозност, Рентгенова фотоелектронна спектроскопия, Рентгенова дифракция, Мьосбауерова спектроскопия, Озонно титруване, Инфрачервена спектроскопия, Диференциална сканираща калориметрия, Газова хроматография, Електрон парамагнитен резонанс спектроскопия, Ултравioletови спектри по утвърден ценоразпис публикуван на интернет страницата на Института. За 2024 г. от сервизни услуги ИК има приходи в размер на 14 736 лв.

6.3. Осъществяване на стопанска дейност – отдаван под наем и достъп до научноизследователска инфраструктура.

През 2024 г. ИК няма приходи от отдаване под наем на помещения.

6.4. Сведения за друга стопанска дейност.

ИК не изпълнява друга стопанска дейност освен споменатата по т. 6.1, 6.2 и 6.3.

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ЗВЕНОТО ЗА 2024 г.

Институтът има заети общо 56 щатни бройки. Разпределението на служителите по категории е следното: професори - 3, доценти - 13, главни асистенти – 7, асистенти – 3,5 научно-помощен персонал с висше образование – 17, администрация – 3, помощно-технически персонал – 6, помощно-обслужващ персонал – 3,5. Институтът разполага със сграден фонд включващ бл.11 и блок 104А, ул.Акад.Георги Бончев на стойност 539 915 лв.,

дълготрайни материални и нематериални активи на стойност 2 045 086 лв. (в т.ч. компютри – 78 459 лв., програмни продукти – 14 144 лв., машини и съоръжения – 1 943 017 лв., стопански инвентар – 9 466 лв.) и материални запаси на стойност 5 382 лв.

Към 31.12.2024 г. ИК - БАН разполага със сграден фонд и дълготрайни материални и нематериални активи на обща стойност 2 585 001 лв.

№.	Наименование на приходите / разходите	Изпълнение
I.	ПРИХОДИ	86 535
1	Приходи от продажба на услуги, стоки и продукция	86 535
II.	РАЗХОДИ	2 607 936
	Заплати и възнаграждение на персонала нает по трудови	
1	правоотношения	1 800 811
2	Други възнаграждения и плащания за персонала	156 480
	в т.ч. - за персонала в извънтрудови правоотношения	15 925
	- обезщетения с характер на възнаграждения	22 900
	- други плащания и възнаграждения	117 655
3	Осигурителни вноски от работодателя за ДОО, ЗО и ДЗПО	334 157
4	Издръжка	302 318
	в т.ч. – материали	53 826
	- вода, горива и енергия	56 891
	- разходи за външни услуги	65 693
	- текущ ремонт	8 149
	- командировки в страната	34 253
	- командировки в чужбина	74 983
	- други разходи	8 523
5	Платени данъци, такси и административни санкции	6 361
6	Придобиване на ДА	7 809
	в т.ч. - компютри и хардуер	3 820
	- друго оборудване, машини и съоръжения	3 989
III.	БЮДЖЕТНА СУБСИДИЯ	2 202 516
IV.	ТРАНСФЕРИ	1 070 678
V.	ФИНАНСИРАНЕ	
	в т.ч. - остатък по сметки от предходния период	268 961
	- остатък по сметки в края на периода	238 169
VI.	Средногодишна брутна работна заплата на едно лице	2 610
VII.	Наличност в СЕБРА към 31.12.2024 г.	1 074 394

Приходите във връзка с изпълняваните от ИК договори са както следва:

- От извършени услуги и анализи - 14 736 лв.
- Договори за научна разработка с GenCell Ltd., Израел – 71 799 лв.
- Шест научни проекта финансирани от Фонд „Научни изследвания” – 519 609 лв.
- Подкрепа от Фонд „НИ“ и БАН – Администрация във връзка с провеждането на 13-ти

Международен симпозиум по хетерогенен катализ – 24 996 лв.

- Изпълнение на договор 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) – ИНФРАМАТ – 439 325 лв.

- Втори етап от изпълнението на НП „Образование с наука“ – 26 800 лв.

8. ИЗДАТЕЛСКАТА И ИНФОРМАЦИОННАТА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНОТО

Издателска дейност:

Редица учени от Института участват в редколегиите на следните специализирани списания:

- **проф. д-р Силвия Тодорова** - Гост редактор на списание Catalysts, Special Issue „Palladium Catalysis“;
- **проф. д-р Зара Черкезова-Желева** – „Nanoscience and Nanotechnology“; Гост редактор на списание Sustainability Special Issue Green Chemistry and Sustainable Chemical Processes: From Advanced Material Preparations to Benign-by-Design Recycling of Critical Raw Materials, Bulgarian Chemical Communications
- **проф. д-р А. Елияс** – „Nanoscience and Nanotechnology“;
- **доц. д-р Стела Минковска** – Гост редактор на списание “Materials”, Special Issue „Photoactive/Photosensitive Materials and Composites: Properties and Applications“
- **доц. д-р Мария Колева** – „Springer Nature Applied Sciences“ (SNAS);
- **доц. д-р Йорданка Каракирова** - „Academic Reads Journal of Multidisciplinary Research“;
- **доц. д-р Ч. Бонев** – „Bulgarian Chemical Communications“; „Химия и индустрия“
- **доц. д-р Х. Колев** – Materials, Special Issue “Advanced Materials and Methods for Heterogeneous Catalysis”.

Информационна дейност:

В съответствие с планираното разпространение на резултатите, получени по проекти „Химия на металите от групата на платината“ и “Подобрено микровълново рециклиране на РЗЕ и пластмаса от отпадъци от електрическо и електронно оборудване и повторната им употреба в производството на нови магнитни компоненти“, екипът от ИК разпространява брошури и регулярно публикува статии в социалните мрежи, включително в LinkedIn групата. Поканата за участие в двудневната международна конференция 'Spinoff Bulgaria - 3rd edition', проведена на 20-21 юни 2024 в София предостави възможност за срещи и дискусии с важни заинтересовани лица. На конференцията участниците в проектите се срещнаха със заместник-министърът на иновациите и растежа проф. Г. Ангелов, представители на различни министерства и общините, ръководството на СофияТехПарк, технологични и иновационни фирми и други.

На сайта на ИК (<https://ic.bas.bg>) е качена актуална информация за всички значими програми и проекти.

9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ЗВЕНОТО

Списъчен състав на Научния съвет на ИК-БАН:

I. Хабилитирани лица, които са на основен трудов договор в Институт по катализ

1. проф. д-р Зара Петкова Черкезова-Желева
2. проф. д-р Силвия Живова Тодорова
3. проф. дн Юрий Ангелов Кълвачев
4. доц. д-р Даниела Георгиева Панева
5. доц. д-р Димитринка Алексиева Николова
6. доц. д-р Йорданка Георгиева Каракирова
7. доц. д-р Катерина Иванова Алексиева
8. доц. д-р Мая Георгиева Шопска
9. доц. д-р Николай Иванов Велинов
10. доц. д-р Радостина Димитрова Палчева
11. доц. д-р Стела Иванова Минковска-Додова
12. доц. д-р Христо Господинов Колев

II. Хабилитирани лица, които не са на основен трудов договор в Институт по катализ

13. проф. д-р Антон Илиев Найденов - ИОНХ – БАН
14. проф. дн Маргарита Димитрова Попова - ИОХЦФ – БАН
15. проф. д-р Християн Александров Александров - ФХФ – СУ

III. Млад учен, докторант или постдокторант с право на съвещателен глас

16. гл. ас. д-р Петя Каракашкова – постдокторант, с право на съвещателен глас

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

Съставът на НС беше избран на заседание на ОСУ на ИК проведено на 10 октомври 2023 г., Проф. д-р Силвия Тодорова беше член на НС на ИК по право като директор. На 18 декември 2023 г. за директор на Института беше назначена доц. д-р Стела Минковска. Това наложи напускане на проф. Тодорова от НС и необходимостта от провеждане на заседание на ОСУ на ИК за допълване на състава на НС. Съставът на НС на ИК беше допълнен на 9 януари 2024 г.

10. КОПИЕ ОТ ПРАВИЛНИКА ЗА РАБОТА В ЗВЕНОТО

Правилникът за дейността на ИК при БАН е обсъден и приет на заседание на ОСУ на ИК, състояло се на 09.05.2023 г. и влиза в сила от деня на приемането му. [Link](#)

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

1. BET - специфична повърхност;
2. DFT - теорията на функционала на плътността;
3. DPPH - 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl
4. PL - фотолуминесцентна спектроскопия;
5. PROX - селективно окисление на въглероден оксид;
6. XPS - рентгенова фотоелектронна спектроскопия;
7. HER - реакция на отделяне на водород;

8. ОЕР - реакция на отделяне на кислород;
9. ДМА – Дълготрайни материални активи;
10. ДМС - Допълнително материално стимулиране;
11. ЕПР – Електронен парамагнитен резонанс;
12. ЗРАСРБ – Закон за развитие на академичния състав на Република България;
13. ИК – Институт по катализ;
14. ИКХТ – Институт по криобиология и хранителни технологии;
15. ИОХЦФ-БАН- Институт по органично химия с център по фитохимия;
16. ИСИС - Иновационна стратегия за интелигентна специализация;
17. ИФ – Иновационен фонд;
18. КВОВП - конверсия на въглероден оксид с водна пара;
19. ЛОС – летливи органични съединения;
20. МХ – механохимични;
21. МС - мероцианин
22. НИС - научно-иновационен съвет;
23. НСРНИ - Националната стратегия за развитие на научните изследвания;
24. ОСУ – Общо събрание на учените;
25. ПАН - Полска академия на науките;
26. ПУ- Пловдивски университет;
27. РА – Румънска академия;
28. РАН – Руска академия на науките;
29. РЗЕ – редкоземни елементи
30. СУ - Софийски университет;
31. ТПР- Температурно-програмирана редукция;
32. ТПС- Температурно-програмирано сулфидиране;
33. ХТМУ – Химико-технологичен и металургичен университет.