

ИНСТИТУТ ПО КАТАЛИЗ
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

ОТЧЕТ
за дейността
на
ИНСТИТУТ ПО КАТАЛИЗ
за 2023 г.

Януари, 2024 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

Въведение.....	3
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.....	6
1.3. Полза / ефект за обществото от извършваните дейности.....	8
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 пр.....	11
2. Резултати от научноизследователската дейност през 2023 г.....	11
2.1. Най-значимо научно постижение.....	20
2.2. Най-значимо научно-приложно постижение.....	21
3. Международно научно сътрудничество на звеното.....	21
4. Участие на звеното в подготовката на специалисти.....	23
5. Иновационна дейност на звеното и анализ на нейната ефективност.....	24
5.1. Осъществяване на съвместна иновационна дейност с външни организации и партньори, вкл. поръчана и договорирана с фирми от страната и чужбина.....	24
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.).....	24
6. Стопанска дейност на звеното.....	24
6.1. Осъществяване на съвместна дейност под формата на ефективно сътрудничество с външни организации и партньори.....	24
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.....	24
6.3. Осъществяване на стопанска дейност – отдаван под наем и достъп до научноизследователска инфраструктура.....	25
6.4. Сведения за друга стопанска дейност.....	25
7. Кратък анализ на финансовото състояние на звеното за 2023 г.....	25
8. Издателската и информационната дейност на звеното.....	26
9. Информация за научния съвет на звеното.....	27
10. Копие от правилника за работа в звеното.....	28
11. Списък на използваните в отчета и приложенията към него съкращения.....	28

ВЪВЕДЕНИЕ

Институтът по катализ (ИК) е звено в научно направление „Нанонауки, нови материали и технологии“ от структурата на БАН. Той е водещ научен, иновационен и методичен център и координатор в България в областта на катализа, в който се обучават и подготвят специализирани кадри в областта на катализа. Научноизследователската му дейност е в съответствие с националните, европейските и световните изисквания за организация на научни изследвания, за осигуряване и поддържане на високо ниво на изследванията, интердисциплинарност, международна конкурентоспособност и национално самочувствие.

През изминалата 2023 година бе честван четиридесетгодишният юбилей на ИК, на който бяха представени постигнатите резултати и бе отправен поглед към бъдещето успешно развитие на института.

Структурата на ИК включва следните лаборатории:

Лаборатория: „Катализ за енергия и опазване на околната среда“, състояща се от 4 тематични групи: Научни основи за синтез и подбор на хетерогенни катализатори; Нанесени метални катализатори; Синтез и активност на метало-оксидни катализатори и Порести материали.

Лаборатория: „Дизайн и охарактеризиране на каталитични материали“, състояща се от 4 тематични групи: Синтез и структура на катализатори и сорбенти; Анализ на повърхности; Център по ЕПР спектроскопия и Оползотворяване на отработени каталитични материали.

Лаборатория: „Фотокатализ и фотохромни съединения“ състояща се от 3 тематични групи: Фотокатализ; Фотохромни съединения в катализа и Теоретични и квантовохимични изследвания в катализа.

В Института се поддържа високо ниво на научни изследвания в областта на хетерогенния, хомогенния и фотокатализа, химичната кинетика и специфични изследователски методи, приложими в катализа, получаване и рециклиране на катализатори по устойчиви методи с нисък екологичен отпечатък. Постигнат е оптимален баланс между фундаментални и приложни изследвания и иновации.

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

ИК е национална научна организация, в която се разработват 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 има изградени научни традиции и стремеж към високо ниво на научни изследвания и обществено значим принос, не само в българската, но и в световната наука.

Основната политика на ИК за запазване на водещата му роля в областта на катализа на национално ниво включва няколко важни фактора: **1.** Ефективно използване на научната инфраструктура и подобряване на условията на труд, което да позволи привличане на утвърдени и успешни учени; **2.** Приемственост между поколенията и привличане на млади учени за научноизследователска работа по национални и международни програми; **3.** Повишаване качеството на научните изследвания за успешна конкуренция с тези в развитите европейски страни; **4.** Задълбочаване на връзките с Университетите, други институти на БАН и бизнеса; **5.** Финансова стабилност.

Дейността на ИК съчетава, както стратегически цели за запазване и подобряване ролята на института в научното и световно пространство, така и конкретни задачи, свързани с изпълнение на научноизследователския план на института, а именно: **1.** разработване на научни основи за подбор и синтез на катализатори, нови наноструктурни каталитични материали и промишлени катализатори и адсорбенти, носители за катализатори, фотокатализатори и зеолити; **2.** изучаване на механизма и кинетиката на хетерогенни и хомогенни каталитични реакции; **3.** изследване на реакционната способност на органични съединения; **4.** развиване на различни приложения на ЕПР спектроскопията; **5.** изучаване на каталитичните превръщания на атомно ниво с помощта на квантово-химични методи. За постигане на поставените цели се развиват три основни научни направления, които се състоят от няколко отделни задачи.

Тема 1: Разработване на нови каталитични наноматериали и адсорбенти с предварително зададени свойства.

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

Задача 2: Приложение на квантовохимични методи в катализа.

Тема 2: 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.

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

Тема 3: Нови каталитични материали и процеси за подобряване качеството на живот.

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

Задача 2: Приложна и фундаментална ЕПР спектроскопия.

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

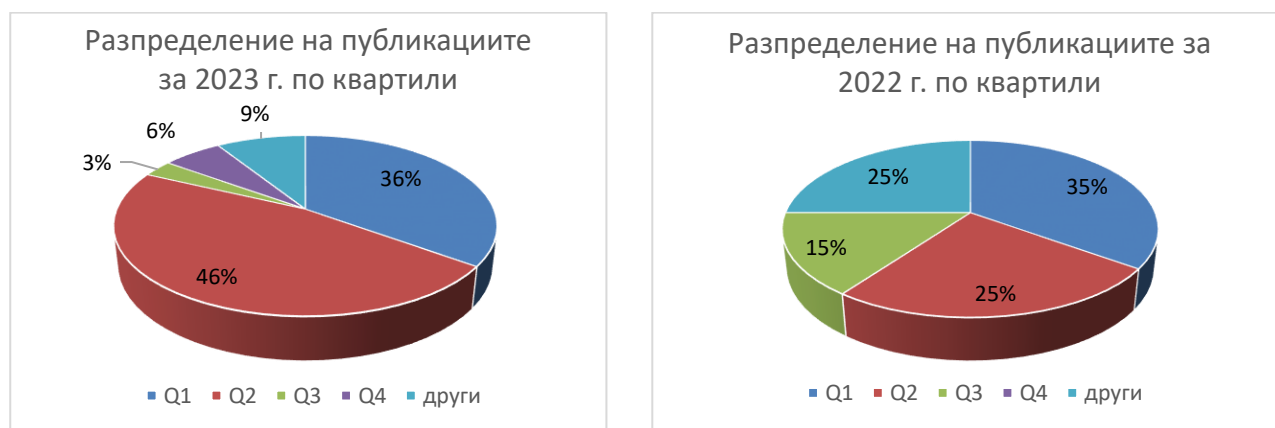
Задача 4: Каталитични системи за очистване на отпадъчни газове, замърсени почви и отпадъчни води.

Тези тематика са пряко свързани с изпълнението на международни, европейски и национални проекти, залегнали в научноизследователския план на Института.

Получаването на нови катализатори с предварително зададени свойства е свързано използването на нови методи за синтез (зол-гел, механохимичен синтез, съутаяване, импрегниране), а за изследването и охарактеризирането им се прилагат съвременни физични

методи като: рентгенова фотоелектронна спектроскопия; рентгеноструктурен анализ; инфрачервена спектроскопия; температурно-програмирана десорбция; редукция и окисление; диференциална сканираща калориметрия; Мьосбауерова и ЕПР спектроскопия и др.

Постигнатите резултати са обобщени в 40 публикации, от които 33 публикувани в реномирани международни издания (12 от тях са в списания с квантила Q1, които не оглавяват ранглистата, 15 в списания с квантила Q2, 1 с Q3 и 2 в Q4, 3 публикации са в издания, които нямат квантили) и 7 приети за печат в издания, индексирани в WoS, Scopus, ERIH+. През 2023 г. са забелязани 1317 цитата на 404 публикации на учените от ИК. Постигнатите резултати са представени на 28 научни мероприятия (12 международни – 33 доклада; 16 национални – 19 доклада) с общо 52 участия, от които 17 са с устни доклади. Оценка и анализ на постигнатите резултати са представени на Фиг. 1. Резултатите показват, че процента на публикациите в списания с квантила Q1 се повишил с 1 % (36 %), докато през 2022 г. е бил 35 %. Наблюдава се значително нарастване на броя на публикациите публикувани в списания с квантила Q2 – от 25 % през 2022 г. до 46 % през 2023 г. Освен това броят на публикациите в списания с квантила Q3 и други издания (които нямат квантили) намалява три пъти (Q3 от 15 % 2022 г. до 3 % през 2023 г.; други издания от 25 % през 2022 г. до 9 % през 2023 г.). През 2023 г. има две публикации в списания с квантила Q4, за разлика от 2022 г. когато няма публикувани статии в категория Q4. Следователно през 2023 г. са публикувани приблизително същия брой научни статии, но в по-реномирани научни издания.



Фиг. 1. Оценка и анализ на публикуваните резултати в сравнение с 2022 г.

Перспективите на звеното са свързани с развитие и разширяване на научноизследователската и приложна дейност, следвайки приоритетите заложи в научното направление – „Нанонауки, нови материали и технологии“. Областите, в които трябва да бъдат съсредоточени усилията са разработване на каталитични материали с регулирана структура и желани свойства, които да намерят приложение в съвременните технологии за опазване на околната среда и подобряване качеството на живот, за получаване на алтернативни горива и за оползотворяване на нови енергийни източници. За засилване присъствието на ИК в реномираните световни бази данни WoS и Scopus, ще бъде стимулирано и поощрявано публикуването в категоризирани списания. Друга 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 дипломни работи

за придобиване на образователно-квалификационна степен „бакалавър“ и/или „магистър“. Проф. д-р Татяна Табакова е отличена сред първите 2% от милионите учени по света за високи научни постижения, в съответните тематични области в класацията на Станфордския университет за 2023 г. В класацията са също така и двама асоциирани членове на ИК – проф. дхн Донка Андреева и проф. дхн Веселин Илиев.

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 на ИК са в съответствие с мисията и традициите на Института в съвременното ни общество и са в съответствие с Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030 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 беше актуализиран през 2022 година. В него поставените задачи са обединени в три научни направления, които са свързани с три от шестте научни приоритети за насочените фундаментални изследвания на НСРНИ в Република България 2017-2030: 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.

Стратегическата цел на НСРНИ 2017-2030 е да подпомогне развитието на науката в България за превръщането ѝ във фактор за развитие на икономика, базирана на знанието и иновационните дейности. За нейното изпълнение голяма част от провежданите в ИК изследвания имат и научно-приложен характер и са в съответствие с четири от приоритетните направления за развитие на приложните научни изследвания на НСРНИ: 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.

Друга основна цел на НСРНИ е мащабно, бързо и дългосрочно развитие и модернизиране на системата на научни изследвания в България. Във връзка с това през 2023 г. значително бе подобрена материалната база и инфраструктурата в ИК, чрез участието на Института в два консорциума одобрени за финансиране по Приоритетна ос 1 на Оперативната програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, в които Института участва от 2019 година като партньорска организация, а именно:

- Център за върхови постижения „Национален център по мехатроника и чисти технологии“;
- Център за компетентност ХИТМОБИЛ „Технологии и системи за генериране, съхранение и потребление на чиста енергия“.

Също така 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 фолклорни) ИНФРАМАТ“, включен в

Националната пътна карта. Финансирането, което бе получено през 2023 г. е използвано за поддържане на апаратурата, която е част от ИНФРАМАТ.

През изминалата година учените от ИК участваха в една COST акция свързана с проблемите на опазване на околната среда - „Механохимия за устойчива индустрия“. Изпълняваха се още 10 проекта финансирани от ФНИ (ERA-MIN, двустранно и многостранно сътрудничество, фундаментални научни изследвания и един по програма за млади учени и постдокторанти). В 8 от тях ИК е базова организация и в 1 – съизпълнител.

През 2023 г. стартира работа и по проект финансиран от НП „Млади учени и постдокторанти 2“ с ръководител д-р Петя Каракашкова (млад учен).

В съответствие със Специфична цел 6 *„Повишаване на количеството и качеството на научните изследвания, свързани с проблеми от национално значение“*, ИК се включи в 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 междоакадемично сътрудничество (с Чехия, Словакия, Румъния и Сърбия) и по един проект от програмата за Двустранно сътрудничество България – РУСИЯ и един по програмата „Многостранен конкурс за научно и технологично сътрудничество в Дунавския регион“, в който участват колективи от Словакия, Сърбия и Република Чехия, финансирани от ФНИ.

Работата по проектите осигурява средства за закупуване на нова апаратура, за поддръжка на наличната апаратура и за финансов стимул на участниците в колектива. Получените резултати във връзка с изпълнението на поставените в проектите задачи се публикуват в реномирани научни издания.

Приоритет в политиката на ръководството на Института е привличането на млади хора за научно-изследователска работа, като стремежа е да им се осигурят привлекателни условия за работа, мотивация и перспективно 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“*, част от студентите изпълняващи задачи по проекти в института бяха на специализации във фирми в Гърция и Испания, финансирани по проект „Мария Кюри“ „Химия на металите от групата на платината – Horizon 2020“. През 2023 г. учените и служителите в ИК са осъществили 18 командировки в страната и 37 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“*, 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.

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. Екип от Института подкрепя експерименталната работа на учениците от различни столични училища, като предоставя своята база и ресурси за извършване на лабораторни изследвания. Експерименталните дейности и консултации за участие на учениците на различни международни и национални състезания в областите химия и екология се извършва под ръководството на доц. д-р Петя Петрова, като се използва STEM подход на учене и преподаване.

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

Съгласно хоризонтална дейност 2. „Синхронизирани изменения в нормативните актове“, свързани с изпълнението на стратегията, през 2023 г. в ИК бе актуализиран и приет Правилника за дейността на ИК в съответствие с промени приети през 2023 г. в Устава на БАН.

1.3. Полза / ефект за обществото от извършваните дейности

Научната дейност на ИК се развива съгласно приоритетите на световната наука в областта на катализа и резултатите от фундаменталните изследвания на изследователите намират международен отзвук и признание. Фундаменталните изследвания, провеждани в Института са пряко свързани с:

- ефективно използване на наличните суровини и създаване на нова суровинна база;
- създаване на ефективни системи за опазване на околната среда;
- усвояване на нови източници на енергия;
- създаване на нови вещества и материали с предварително зададени свойства;
- разработване на нови и усъвършенстване на съществуващите технологии и процеси.

Усилено се работи и по обществено значими научно-приложни изследвания, които имат конкретни приложения в областите за подобряване качеството на живот. Те включват 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;
- получаване на наноструктурирани материали с мултифункционални свойства;
- получаване на наноматериали 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 екологически приемливи („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 аварийна и ретроспективна дозиметрия;
- идентифициране на храни, стерилизирани чрез облъчване с високоенергетично лъчение.

Освен изпълнението на задачи заложи в научноизследователския план на ИК, се извършват и сервизни анализи, консултации и интерпретации на резултати в помощ на външни институции и фирми. Сервизната дейност се изпълнява основно в лабораторията „Дизайн и охарактеризиране на каталитични материали“, тъй като там е съсредоточена цялата наличност от съвременни физикохимични методи на Института. Особено търсени са услугите за анализ на проби с Мьосбауерова спектроскопия, Рентгенова фотоелектронна спектроскопия и Електронен парамагнитен резонанс.

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.

1.4. Взаимоотношения с други институции

Институтът по катализ има сътрудничество с редица научни организации и университети в България и чужбина, както и с химически фирми и индустриални предприятия. Работи се активно с колективи от различни институти към БАН (ИОНХ, ИФ, ИОХЦФ, ИЕЕС, ИП и др.), ФХФ на СУ „Св. Климент Охридски“, Университет „Проф. д-р Ас. Златаров“ - Бургас, ХТМУ - София, ПУ „Паисий Хилендарски“, Тракийски Университет - Стара Загора, Русенски университет „Ангел Кънчев“ - клон Разград, ИКХТ - Селскостопанска академия.

ИК има сключени рамкови договори със следните научни институти и университети в чужбина: Университета в Лиеж, Белгия; Университета в Кейп Таун, ЮАР; 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 наноматериали към Полска академия на науките; Институт по елементоорганични съединения, Москва; Институт по основи на химичните процеси, Чешка академия на науките; Факултет по неорганична химия към университета в Севиля, Испания; 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; Институт по неорганична химия към ЛАН – Латвия, Федерален университет на Сан Карлос, Бразилия, Институт по катализ и нефтохимия, Мадрид, Испания; Университета на Гент, Белгия; Московски държавен университет „В. М. Ломоносов“, Институт по катализ „Акад. Г. К. Боресков“ при Сибирското отделение на РАН – Новосибирск, Русия и Национална агенция за нови технологии, енергия и устойчиво икономическо развитие, Италия.

Колектив от ИК има дългогодишно сътрудничество и работи по два проекта с международната фирма, „GenCell Ltd“, Петах Тиква, Израел, и една фирма в България, „Техкерамик-М“ ООД, Мездра. От 2023 г. се поддържа тясно сътрудничество с още три международни фирми – Monolithos Ltd, Атина, Гърция; YS Cypriot Catalysts Ltd - Y.S.CATALYSTS, Кипър и Lomartov – Applied Innovation Engineering, Валенсия, Испания.

Учени от ИК са членове на:

- международни и национални научни дружества: „Терминология и символика в механохимията“ към IUPAC; Работна група по "Механохимия" на Европейското химическо дружество; Сдружение „Българско каталитично дружество“; Сдружение „Българско ЕПР дружество“, Съюз на химиците в България, Съюз на учените в България, Българско кристалографско дружество и др.

- редакционни колегии: „Symmetry“; „Molecules“; „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: [проф. д-р Силвия Тодорова](#); [доц. д-р Стела Минковска](#); [доц. д-р Йорданка Каракирова](#)

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:

- Проф. дн Юрий Кълвачев е управител на Фонд „Научни изследвания“ и председател на Хумболтовия съюз в България.
- Проф. д-р Зара Черкезова-Желева е национално контактното лице и член на програмния комитет на Европейски научноизследователски съвет по Рамковата програма Хоризонт за Европа.
- 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 външен експерт за организиране и провеждане на оценяването на проектите по Национална научна програма „Петър Берон и НИЕ“; доц. д-р Йорданка Каракирова е председател на Временната научно-експертна комисия по международно и двустранно сътрудничество 2023-2024 г.
- Доц. д-р Николай Велинов е член на Международен борд за приложения на Мьосбауеровия ефект (IBAME).
- Учени от ИК са изготвяли рецензии на проекти към Фонд „Научни изследвания“, научни организации извън България (Alliance of International Science Organizations), ПУ „Паисий Хилендарски“, ТрУ Стара Загора. Изготвени са 4 рецензии на проекти за ФНИ, 12 за други научни организации и 24 анонимни рецензии на статии за

специализирани списания.

- Доц. д-р Петя Петрова е експерт към МОН като оценител на учебници по Химия и опазване на околната среда;
- Учени от ИК участват в органи на управление на научни сдружения и организации: ИК е седалище на Сдружение „Българско каталитично дружество“, (Управителен съвет: проф. д-р Александър Елиас – Председател; доц. д-р Димитринка Николова – Зам. председател) 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“ (гл. ас. Илияна Христова – член 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.

- Разработени са технологични процедури за синтез на промишлени партии от 1 и 2 кг аноден неблагороден никелов катализатор за алкални горивни клетки. Постигнато е ниво на технологична готовност 7 и е в ход към производство.
- Разработен е ефективен катализатор ($\text{Co-Al}_2\text{O}_3$) за каталитично окислително разграждане на текстилни багрила в присъствието на Oxone®.

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 2023 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 2023 г.

Резултатите от научноизследователската дейност са в съответствие с научноизследователския план на ИК. Задачите в него са пряко свързани с изпълнение на проекти, финансирани от Европейски програми, ФНИ, по междуакадемичен обмен, фирми или бюджетна субсидия. ИК участва в една COST акция: 1. „Механохимия за устойчива индустрия“, с координатор проф. д-р Зара Черкезова-Желева, един проект по програма Мария Кюри, Horizon 2020 Research and Innovation Staff Exchange: Chemistry of Platinum Group Metals, АКРОНИМ: SChemPGM и един проект финансиран от Horizon Europe - ERA MIN 3 “Микровълново подобро възстановяване на РЗЕ и пластмаса от отпадъци от електрониката и повторна употреба в адитивното производство на нови магнитни компоненти” с ръководител проф. д-р Зара Черкезова-Желева. Освен това още 8 проекта,

финансирани от ФНИ (проект по програма за Двустранно и международно сътрудничество с Русия; един по програма за многостранно сътрудничество със Словакия, Сърбия и Република Чехия; 5 по конкурс за фундаментални научни изследвания и един по конкурс за млади учени и постдокторанти), 6 проекта по програмата за междуакадемично сътрудничество на БАН (4 по ЕБР (3 с Румъния и 1 със Сърбия) и 2 по грантова схема (Словакия и Чехия)), един проект от НП „Млади учени и постдокторанти“ и три съвместни проекти с фирми, два с фирмата „GenCell Ltd“, Израел и един с „Техкерамик“ ООД Мездра.

Резултатите 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.

Във връзка с изпълнение на задачите по рамков договор с фирма „Техкерамик М“ АД, Мездра, на тема „Спектрален анализ на керамични материали“ с ръководител доц. Даниела Панева, ИК периодично оказва съдействие при определяне на фазовия състав на контролни проби от керамични материали от производството и крайните продукти чрез използване на физични методи за анализ.

В резултат на проведените изследвания по изпълнение на договора с GenCell Ltd, Петах Тиква, Израел на тема: „Аноди на алкални електролитни клетки на база неблагородни метали“ с ръководител д-р Маргарита Габровска, беше оптимизирано съотношението между металите в синтезирания изцяло неблагороден никелов катализатор. Бяха разработени технологични процедури за промишлени синтези на 1 и 2 кг катализатор. Изграденият модул от горивни клетки с аноди от оптимизирания неблагороден никелов катализатор бе подложен на тест за издръжливост в продължение на повече от 4 месеца, при което показва поведение, аналогично на стандартния NiPd модул.

По проект по договор с фирма GenCell Ltd, Петах Тиква, Израел на тема “Разработване на нискотемпературен катоден катализатор за зелен амонячен продукт на фирмата GenCell” с ръководител доц. д-р Димитринка Николова са изследвани дву- и трикомпонентни формулировки с различни съотношения между компонентите, нанесени върху различни въглеродни носители и са установени подходящите компоненти за следващо развитие на качествата на няколко състава.

По проект “Каталитични приложения на зеолити синтезирани от въглищна пепел” с ръководител гл. ас. д-р Тотка Тодорова, чрез използване на въглищна пепел получена при изгарянето на въглища в ТЕЦ „Марица-Изток 2” е синтезиран зеолит X. Върху зеолита X е нанесена платина и полученият катализатор е тестван в реакция на пълно окисление на бензен. За сравнение е изследван и катализатор на базата на зеолит X, синтезиран от чисти химикали. От получените резултати може да се заключи, че зеолитите синтезирани от въглищна пепел са по-активна, по-евтина и екологична алтернатива на традиционните зеолити, синтезирани от чисти химикали, които могат да се прилагат при получаването на катализатори за пречистване на газови смеси от вредни органични съединения.

По проект “Зеолит-полиимидни хибридни материали със зададени свойства“ съвместно с Институт по макромолекулярна химия, ЕБР, гр. Яш, Румъния с ръководител проф.

дн Юрий Кълвачев е синтезиран нанокомпозит на базата на епоксидна смола с помощта на две добавки - реактивен фосфор-съдържащ бисфенол, получен от ванилин, а именно (4-(((4-хидроксифенил) амино) (6-оксидо-6Н-добензо [с,е][1,2] оксафосфинин-6-ил) метил)-2-метоксифенил) фенилфосфонат, и допълнително наночастици от йонообменен със сребро зеолит L, използвани като добавка за придаване на антимикробна активност. Установен е ефекта на съдържанието на фенилфосфоната и зеолитните наночастици върху структурните, морфологичните, термичните, огнеустойчивите и антимикробни свойства на терморективните епоксидни нанокомпозити. Резултатите показват, че въвеждането на зеолитни наночастици в концентрация от 7–15 тегл.% осигурява антимикробна активност на епоксидните композити.

По проект с ФНИ „Природни зеолити като основа за космическа почва“, с ръководител гл. ас. д-р Тотка Тодорова съвместно с колеги от Института по физиология на растенията и генетика – БАН е създаден субстрат, подходящ за отглеждане на растения в космически оранжерии на базата на български природни зеолити клиноптилолит и морденит, и техните амониеви и калиеви форми, получени чрез йонообмен. Изяснена е структурата, състава, морфологичните, текстурни и хидрофилни свойства на двата типа природни зеолити. Намерена е кълняемостта на семена, от репички в субстрати от природни и модифицирани зеолити и са определени растежните параметри на репичките, отгледани върху природни и модифицирани зеолити. Проследена е способността на растенията (домати и репички) да плододават и да произвеждат жизнени семена при отглеждането им върху природни и модифицирани зеолити.

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 и ръководител доц. д-р Мая Шопска е установено, че механичната обработка на прекурсори за нанесени кобалт-паладиеви катализатори с приложение в хидрогенирането на СО води до: разлагане на значителна част от нанесените нитратни соли; намаление на температурите, при които протичат трансформации в остатъчните соли в изследваните системи; съкращаване продължителността на предварителна термична обработка; нарастване на количеството оксидна фаза, която се редуцира при по-ниски температури; потискане образуването на смесени оксидни фази Co-Ti-O.

По проект „Фотокаталитична активност на тънки слоеве със селективно фотофиксиращи кокатализатори“ с финансираща организация ФНИ и ръководител доц. д-р Христо Колев е установено, че функционализирането на фотокаталитичната повърхност с кокатализатори (материали, които да промотират само реакции на окисление или редукция), води до повишаване на квантовия добив. По този начин се преодолява основен проблем във фотокатализа, а именно ниският квантов добив.

Задача 2. Приложение на квантовохимични методи в катализа.

Във връзка с проект по ЕБР с “Илие Мъргулеску” Институт по физикохимия, Румънска академия на тема „Експериментални и изчислителни изследвания на адсорбирани фотопревключващи молекули“, с ръководител: доц. д-р Стела Минковска с помощта на квантовия твърдотелен код CASTEP е пресметната електронната структура на интерфейси образувани между Mg и два от най-стабилни полиморфа на магнезиевия хидрид, α - и γ -MgH₂

с цел подобряване на неговите характеристики (адсорбция/десорбция) за приложение за съхранение на водород. Направен е анализ на структурните, енергийните и електронните свойства на чистия и легиран магнезиев хидрид и е направена оценка на свободната енергия на Гибс. С помощта на теорията на функционала на плътността (DFT) са пресметнати двете (SP-затворена и MC-отворена) форми и преходното състояние на полученото ново фотохромно съединение, с което се потвърждават експериментални резултати. Получени са данни за начина на трансформация от SP към MC с програмата за квантовохимични изчисления ORCA във вакуум и в обкръжение на вода.

По проект „Теоретично изследване на ролята на дифузията за предизвикване на размерни ефекти в нанокаталитични системи и други шумово-индуцирани явления“, с ръководител доц. д-р Мария Колева е установено, че комплексните системи могат да функционира устойчиво произволно дълго време в постоянна и/или променлива среда.

Наред с това е изведен и най-общ критерий, който позволява да се организира функционирането на една система, така че нейния „живот“ да бъде продължен максимално дълго без обаче да може да става безкраен. Този критерий е валиден, както за обекти с космически размери, така и за нано-обекти и се явява обща рамка за автономните системи и за конструирането на системи с предварително зададени свойства.

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.

Проведените експерименти по проект “Дизайн и приложение на метало-оксидни системи” с ръководител д-р Маргарита Габровска върху Ni-Al смесени метални оксиди показват, че присъствието на CeO₂ допринася за повишаване устойчивостта на катализатора поради ограничаване нарастването на размера на Ni частици, докато наличието на Au, предизвиква нейното понижаване в резултат на повърхностна сегрегация на Au частици. Термогравиметричният анализ на отработените промотирани катализатори показва по-ниска температура на отстраняване на кокса, което е важен момент от процедурата за регенериране на катализатора. Близкото взаимодействие между златото и церия при Au/Ce/NiAl катализатор, повишаващо мобилността на кислорода от носителя и адсорбцията на CO₂, благоприятства отстраняването на образувания кокс.

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

Работата по проект „Волфрам-, молибден-, рений- съдържащи катализатори за получаване на водород: синтез, модифициране и каталитични свойства“ с ръководител доц. д-р Димитринка Николова показва, че при разработване на нанесени металооксидни CoRe и CoReMo наноразмерни композиции с основен компонент рений, са установени три важни изисквания предопределящи активността: 1. размера на оксидните структури; 2. оптимизиран баланс в редокс-двойките $\text{Re}^{4+} \leftrightarrow \text{Re}^{7+}$, $\text{Co}^{2+} \leftrightarrow \text{Co}^{3+}$ и $\text{Mo}^{4+} \leftrightarrow \text{Mo}^{6+}$ при активиране-редукция; 3. модифицирането с калий е ключов фактор при проектирането на устойчив в редокс-условия K-CoRe катализатор. Установено е, че въвеждането на калия

засяга не само структурните, електронните и редукционните свойства на CoRe и CoReMo системите, но също е условие за повишаване синергизма между Co, Re и Mo.

От друга страна изследването на ефекта на Re използван като промотор на каталитичното поведение на Ce-модифицирани NiAl слоести двойни хидроксиди показва, че добавянето на Re подобрява стабилността на CeNiAl катализатор, което мотивира бъдещото развитие на тази структура, чрез оптимизиране на баланса в редокс-двойката $\text{Re}^{4+} \leftrightarrow \text{Re}^{7+}$, посредством промени в състава и условията на активиране.

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.

В последния етап от изпълнението на проекта „Механохимия за устойчива индустрия“, COST Акция CA 18112, с ръководител проф. д-р Зара Черкезова-Желева, основните приноси на екипа от ИК са дизайна на механохимични (MX) реакции с целево получаване на материали с уникални свойства. Проведените анализи допринасят за развиване на научните основи на механохимията, за изучаване и моделиране на многопосочните процеси, които протичат при механохимично третиране на материалите. Подбрани са MX реакции, които имат висок иновативен потенциал за приложение в практиката.

По проект „Химия на металите от групата на платината“, Horizon 2020, Marie Skłodowska-Curie Research and Innovation Staff Exchange, с ръководител проф. д-р Зара Черкезова-Желева е направена първоначална оценка на жизнения цикъл на металите от платиновата група в процеса на механохимична преработка на отпадъците от автомобилни катализатори. Експериментите с прилагане на механохимична активация на отработени автомобилни катализатори показват възможност те да се използват във важни за околната среда реакции като селективно окисление на въглероден оксид (PROX).

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“, Horizon Europe ERA-MIN3, с ръководител проф. д-р Зара Черкезова-Желева са получени научно-приложни резултати във връзка с рециклирането на редкоземни елементи в контекста на кръговата икономика. Екипът от ИК е разработил механохимична методика за извличане на редкоземни елементи от различни отпадъци, които ги съдържат. Проведените експерименти са обобщени в протоколи за механохимично третиране на металната фракция след микровълнова обработка на електронни и електрически отпадъци за получаване на нано- и микро- кристални прахове, съдържащи редкоземни елементи с цел изследваните материали да бъдат подходящи за 3D принтиране на нови магнити. Получените предварителни резултати показват, че такава интегрирана механохимична обработка може да позволи директно използване на отделената магнитна фракция от магнитни отпадъци.

По съвместен проект по ЕБР с Белградски университет, Институт по химия, технология и металургия (Национален институт) – Център по катализ и инженерна химия на тема “Нови високо селективни паладиеви катализатори за хидрогениране на растителни масла – път към производството на здравословни храни“ с ръководител доц. д-р Димитринка Николова е приложен иновативен подход за директно отлагане на церий под формата на

CeO_2 чрез утаяването на Ce^{3+} йони с алкален хидроксид. Установено е, че модифицирането на никелов катализатор с CeO_2 повишава дисперсността на металния никел и неговото стабилизиране върху цериевата повърхност, като по този начин повишава и активността и селективността на катализатора и свежда до минимум формирането на транс-мастни киселини в крайният продукт - хидрогенираното растително масло.

Постигната е подобрена хидрогенираща активност при въвеждането на цериеви йони като катализаторен компонент заедно с Ni и Mg, докато при предварителното модифициране на носителя силикагел с CeO_2 , е установена подобрена цис-транс изомеризационна селективност. При анализ с Рентгенова фотоелектронна спектроскопия на четири каталитични системи, с въведен CeO_2 , с и без Mg, NiMg/SiO₂ и Ni/SiO₂ беше потвърдено, че най-добра относителна дисперсност на металния никел се постига при използването на CeO_2 за предварително модифициране на силикагела.

Задача 2. Приложна и фундаментална ЕПР спектроскопия

По проект „ЕПР дозиметрия“ с ръководител доц. д-р Йорданка Каракирова е установено, че радиационно-генерираните свободни радикали в аскорбинова киселина и аскорбати са стабилни във времето, а доза-отклик кривата показва възможност за приложение на натриев аскорбат и аскорбинова киселина като дозиметрични материали за дози от 1 до 10 Gy, а за калциев аскорбат от 1 до 5 Gy.

Резултатите по проект „ЕПР анализ на хранителни продукти“ с ръководител доц. д-р Катерина Алексиева показват, че при облъчване на пчелни продукти е възможно да се докаже радиационна обработка дори пет месеца след облъчване. Експериментално определените параметри: DPPH радикал улавяща активност, IC_{50} и антиоксидантен капацитет спрямо Тролокс еквивалент показват, че антирадикаловата активност намалява в следния ред: прополис > пчелен прашец 1 > пчелен хляб = пчелен прашец 2 > пчелно млечице.

По проект „ЕПР в катализа“ с ръководител доц. д-р Йорданка Каракирова са определени окислителните състояния на голям брой йони на преходни, благородни и редкоземни метали в изследваните каталитични материали, както и взаимодействието им с обкръжаващата ги среда.

Резултатите получени по проект на тема: „Разработване и усъвършенстване на нови подходи за качествена и количествена оценка на радиационно третиране на базата на ЕПР спектроскопия“, финансиран от ФНИ, с ръководител доц. д-р Й. Каракирова показват, че:

1. пролин и цистеин могат да се използват като алтернативни дозиметрични материали на аланин в диапазона от 1 до 10 kGy абсорбирана доза γ -лъчи. По отношение на радиационна чувствителност е установен следният ред на намаляване на дозиметричния отклик: аланин > DL-пролин > цистеин > L-пролин.
2. т. нар. „метод на добавената доза“ може да се използва за ретроспективна оценка на първоначалната доза на облъчване на сушени смокини;
3. облъчване с гама лъчи на пчелен прополис оказва слабо влияние върху радикал улавящата активност на пробите облъчени с 2 и 10 kGy (9 % и съответно 6 %), докато при тези третирани с 5 kGy не се установява промяна.

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

По проект „Синтез, свойства и изследване на функционални багрила“ с ръководител: доц. д-р Стела Минковска е синтезирано и охарактеризирано ново фотохромно съединение, съдържащо сулфобутилов заместител в индолиновата част на молекулата и са получени данни за комплексообразователната му способност с Pb^{2+} и Gd^{2+} във вода при облъчване с He-Ne лазер. Изследваното съединение показва ефективна и обратима фотохимична изомеризация в отворена/затворена молекулни форми. Установено бе, че фотохромизмът и флуоресценцията са привлекателни за приложението на комплексите като фотоконтролируеми химически сензори и за биоаналитични анализи и биоизображения.

Работата по проект „Самонагриващи се магнитни наноконструкции за тераностични приложения (Акроним: SeNaTa)“, финансиран от ФНИ с ръководител доц. д-р Христо Колев, разработва и изяснява механизма на формиране на магнитни, многофункционални, самонагриващи се, наноразмерни конструкции (наноконструкции) с висок локален терапевтичен ефект върху злокачествен тумор, който се основава на способността за нагриване на магнитни наночастици в променливо магнитно поле и/или тяхното маркиране с радионуклиди за лъчетерапия и диагностика. Те могат да служат едновременно като терапевтични и диагностични средства (тераностични средства).

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

По проект „Национален център по мехатроника и чисти технологии“, финансиран по оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020 (BG05M2OP001-1.001-0008) е изследвано влиянието на отношението Cu:Ce върху активността в реакцията на пълно окисление на бензен на промотирани със злато смесени Cu-Ce оксиди, нанесени на $\gamma-Al_2O_3$. Установено бе, че злато-съдържащите образци (Cu:Ce/ Al_2O_3) върху смесено-оксидните носители са много по-активни от промотираните монометални оксиди. С температурно-програмирана редукция е доказано, че нанесените златни наночастици повишават мобилността на кислорода от повърхността на цериевия диоксид. В ЕПР спектрите на образеца с по-високо съдържание на цериев диоксид е регистрирана висока концентрация на парамагнитни Cu^{2+} йони. Активността и стабилността на катализатора с по-високо съдържание на цериев диоксид (отношение Cu-Ce 1:5) е обяснена с високата дисперсност на златните частици и медните йони. Катализаторът показва пълно окисление до CO_2 и вода при 250 °C, разкривайки потенциала на този състав при разработването на ефективни каталитични материали за намаляване на атмосферните замърсители.

Обобщени са резултатите от изследване на влиянието на метода на получаване (зол-гел и механохимично смесване) на TiO_2 модифициран с SeO_2 , в т.ч. и на количеството SeO_2 (1, 3 и 5 т.%), върху каталитичната активност на злато-съдържащи образци в реакцията на конверсия на CO с водна пара. Анализът на резултатите от охарактеризирането с комплекс от физикохимични методи установи по-добро каталитично поведение на злато-съдържащите образци върху механохимично синтезираните носители.

Нанасянето на платина върху повърхността на наноразмерен Mn_2O_3 с кубична симетрия води до образуването на фино дисперсни PtO и Pt(OH)₂. Адсорбцията на CO в инертна

атмосфера или в присъствието на кислород води до частична редукция на Pt^{2+} на повърхността и образуването на линейни $Pt^{1+}-CO$ и Pt^0-CO карбонили. На основата на комбинацията от експерименталните резултати и кинетични изчисления бе установено, че най-вероятният механизъм на окисление на CO в присъствие на чист Mn_2O_3 , е Марс-ван Кревелен. Добавянето на платина към Mn_2O_3 , променя реакционния механизъм и в този случай най-вероятен е механизъмът на Langmuir–Hinshelwood, при който адсорбцията на CO и кислород протича на различни места от повърхността. Получените резултати чрез Инфрачервена спектроскопия на адсорбиран CO от смесите CO в N_2 и $CO+O_2+N_2$, показва, че и двата линейни карбонила, образувани върху Pt^{1+} и Pt^0 центровете участват в реакцията на повърхност на Pt/Mn_2O_3 .

Синтезирани са нови активни кобалтови, манганови и двукомпонентни $Co-Mn$ катализатори посредством модификация на йерархичен макро-мезопорест силициев диоксид. Мезопорестата структура не се променя значително след отлагането на оксидите, порите обаче са частично блокирани от оксидните частици. Установено е, че по-високата каталитична активност на двукомпонентните катализатори, нанесени върху макро-мезопорест носител, в сравнение с тази на пробите, нанесени върху мезопорест SBA-15, може да бъде свързана с факта, че макро-мезопорестата мрежа благоприятства дифузията на реагентите към каталитично активните места.

Синтезирани са серия от девет нови фотопревключващи хелатиращи спиронафтоксазини със специфични заместители в нафтоксазиновия или индолиновия цикъл и са разработени молекулярни системи за приложение като сензори за метални йони. Изследван е ефекта на разтворителя, молекулната структура и комплексообразуването върху кинетиката на термично обезцветяване.

Синтезирано е ново фотохромно съединение, съдържащо сулфобутилов заместител и е изследвано като сензор за откриване на метални йони във води. За откриване на фотохромната трансформация е използван He-Ne лазер. Изследваното съединение в разтвори показва ефективна и обратима фотохимична изомеризация при преминаване от отворена в затворена форма. Фотохромизмът и флуоресценцията му са привлекателни за иновативни приложения като фотоконтролируеми химически сензори, биоаналитични анализи и биоизображения.

Разработен е нов екологично приемлив („зелен метод“) за синтез на скуарилови багрила чрез микровълново облъчване. Чрез сенсibiliзирането на TiO_2/rGO със синтезираното ново скуарилово багрило (3-oxo-4 [(1,3,3-trimethyl-3H-indol-1-ium-2-yl) methylene] -2-[(1,3,3-trimethylindolin-2-ylidene) methyl] cyclobut-1-enolate) беше изследвана хибридна система за почистване на води от органични замърсители при облъчване с видима светлина.

По проект „**Се модифицирани порести оксиди като катализатори за окислителни реакции. Ефект на носителя върху каталитичната активност**“ по ЕБР с “Илие Мъргулеску” Институт по физикохимия, Румънска академия на науките и ръководител проф. д-р Силвия Тодорова са синтезирани катализаторни образци на основата за зеолит Y, модифициран с различно съдържание на TiO_2 и модифицирани допълнително с Se и Au посредством метод на импрегниране. Получените катализатори са охарактеризирани посредством различни физикохимични методи и тествани в реакция на пълно окисление на CO .

По проект **„Фотокатализ и УОП“**, с ръководител проф. д-р Александър Елияс е разработен статистически модел използвайки техниката ANOVA за описание на експериментални данни при различен набор от входящи параметри за суспензионен полустатичен-полупроточен реактор за почистване на отпадни води. Най-висока конверсия се постига при най-ниската концентрация на замърсителя и УВ-С 0.014 вата/см².

По проект **„Хетерогенни катализатори за важни реакции в опазването на околната среда и устойчивото развитие на течни горива“**, по грантовата схема с Институт по основи на химичните процеси - Чешка академия на науките, Прага, Чехия и ръководител доц. д-р Радостина Палчева са синтезирани титанов диоксид чрез зол-гел метод и нанесен титанов диоксид върху активен въглен за реакции на моделно биоцидно фоторазграждане. Синтезирани и изследвани са монометални катализатори (Li, Mg, Cu) нанесени на активен въглен за превръщане на етанол в 1-бутанол в газова фаза. Резултатите показаха, че Cu/C катализатор е най-активен и високо селективен до C₈ и C₇ производни.

В резултат на съвместните работа по проект за Двустранно сътрудничество България – Русия на тема **„Дизайн на активни и стабилни катализатори за пълно окисление на метан, посредством модифициране на Pd-Al₂O₃ с кобалт и никел. Експериментално и теоретично изследване“** и ръководител проф. д-р Силвия Тодорова за първи път е направено комплексно изследване, включващо квантово химично моделиране, физикохимично и каталитично охарактеризиране на системата Pd/PdO/Me_xO_y/Al₂O₃ (Me = Ni, Co, Ni-Co смесен оксид). Разработени са нови високо активни и стабилни катализатори чрез комбиниране на паладий и оксиди на преходни метали (NiO, Co₃O₄, NiO_x-Co₃O₄) нанесени върху Al₂O₃. Изяснен е механизма на влияние на образуваните на повърхността на Al₂O₃ шпинели на преходни оксиди, върху стабилността на каталитично активните частици PdO. Разработен е модел на плоска повърхност на NiCo₂O₄ върху който е симулирана реакция на дисоциация на метан. Разработен е модел на паладиев монослой, отложен върху (111)NiCo₂O₄.

По проект **„Катализатори на основата на оксиди на преходни метали, нанесени върху порести материали за пълно окисление на летливи органични съединения (ЛОС) и СО“**, финансиран от ФНИ и ръководител проф. д-р Силвия Тодорова върху ZSM-5 зеолити с висока порьозност, получени посредством третиране с HF и NH₄F, е нанесен кобалт от кобалтов ацетат. Установени са различни видове кобалтов оксид: обемен Co₃O₄ фази, Co₃O₄ фази силно взаимодействащи с носителя, Co²⁺ в йонообменни позиции (γ и β места) и силикатоподобни фази. Катализаторите, получени чрез използване на третирания ZSM-5, проявяват по-висока активност в реакциите на пълно окисление на пропан и n-хексан в сравнение с образците получени от необработен зеолит. Това е резултат от по-фината дисперсност на метално оксидните частици от една страна, а от друга, наличието на второ ниво на порьозност подобряват достъпа на реагентите до активната фаза.

По проект **„Оксидни катализатори с носител български природен зеолит за почистване на въздух от вредни емисии“**, финансиран от ФНИ с ръководител гл. ас. д-р Илияна Йорданова са синтезирани високо активни и евтини катализатори за окисление на ЛОС на основата на оксиди на преходните метали от типа (MnO_x, Co₃O₄, MnO_x-Co₃O₄) нанесени върху природен зеолит от типа клиноптилолит добит от находища в Източните Родопи. Резултатите показват, че получените оксиди са високо дисперсни и лесно редуцируеми, което определя високата каталитична активност в реакциите на пълно окисление.

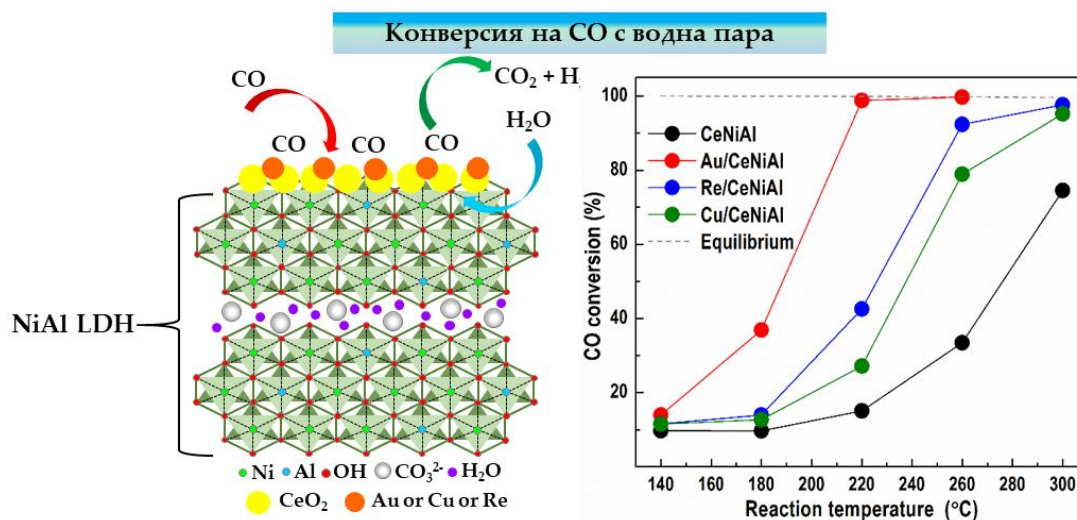
По проект „Разработване на сенсibiliзирани фотокатализатори на основата на полупроводникови материали и графен за очистване на води“ част от Национална програма „Млади учени и постдокторанти“, с ръководител гл. ас. д-р Петя Каракашкова са синтезирани образци със състав TiO_2/rGO , TiO_2/SQ , $\text{TiO}_2/\text{rGO}/\text{SQ}$, чрез хидротермален метод и ултразвукова обработка и е установен оптималния състав на образците - със съдържание от 5 wt.% rGO и температура на приготвяне 180°C .

2.1. Най-значимо научно постижение

Изучаване влиянието на Au, Cu и Re като промотори на Ni-Al катализатори за конверсия на CO с водна пара с цел пречистване на водород

Ръководител: проф. д-р Татяна Табакова

Изследвано е влиянието на злато, мед и рений като промотори на никел-алуминиеви слоеви двойни хидроксиди при разработване на ефективни каталитични материали за пречистване на водород в реакцията на конверсия на CO с водна пара. Наблюдавано е значително повишаване на активността при модифициране на оксидните носители с цериев диоксид, като промотираният със злато образец достига 99.7 % конверсия на CO при 220°C . Измерената каталитична активност и резултатите от тестовите при различни реакционни условия разкриват и потенциала на съдържащите мед и рений системи. Установено е, че оптимизирането на количеството мед и регулирането на отношението $\text{Re}^{4+}/\text{Re}^{7+}$ в състава на материалите са атрактивни подходи в дизайна на икономически конкурентни катализатори за пречистване на водород с приложение във водородната енергетика.



Каталитична активност на модифицирани с CeO_2 Ni-Al катализатори в реакцията на КВОВП в зависимост от промотора (Au, Cu или Re)

Ползите за обществото са: Създадени са активни, устойчиви на дезактивация и икономически изгодни каталитични материали за получаване на екологично гориво водород. Разработката е отразена в: Tabakova, T. Gabrovska, M., Nikolova, D., Ivanov, I., Venezia, A.M., Tenchev, K. Exploring the role of promoters (Au, Cu and Re) in the performance of Ni-Al

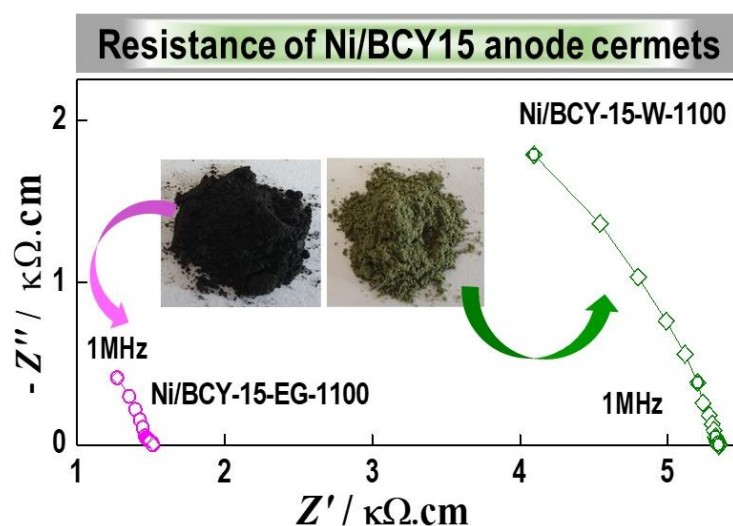
layered double hydroxides for water-gas shift reaction. International Journal of Hydrogen Energy, 48 (32) (2023) 11998-12014, IF 7.2, Q 1.

2.2. Най-значимо научно-приложно постижение

Устойчивост на метален никел в аноден Ni/BCY15 нанокатализатор за протон-проводими твърдооксидни горивни клетки (пТГК)

Ръководител: доц. д-р Д. Николова

Разработен е иновативен подход за синтез на аноден Ni/BCY15 катализатор чрез мокра редукция с хидразин като заместител на промишлената процедура чрез механично смесване. Подходът за нанасяне на металния никел осигурява проектиране на електрохимична активност чрез формиране на по-здрава $\text{Ni}^0\text{-Ce}^{3+}$ връзка. По този начин се повишава устойчивостта към окисление на металния никел, водещо до химична и електрохимична стабилност на анодния материал по време на работа.



Импедансна диаграма експериментално потвърждаваща стабилността към окисление на металния Ni в анодния катализатор

Полза за обществото: Получаване на зелена, без емисионна, климатично неутрална “on-set” енергия. Настоящото научно-приложно постижение е тясно свързано с иновативните решения за намаляване емисиите от въглероден диоксид.

Разработката е отразена в: Gabrovska, M., Nikolova, D., Kolev, H., Karashanova, D., Tzvetkov, P., Burdin, B., Mladenova, E., Vladikova, D., Tabakova, T. Environmentally Benign pSOFC for Emissions-Free Energy: Assessment of Nickel Network Resistance in Anodic Ni/BCY15 Nanocatalyst. Nanomaterials, 13, 11, MDPI, 2023, ISSN:2079-4991, DOI:https://doi.org/10.3390/nano13111781, 1781. JCR-IF (Web of Science):5.719 Q1

3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ЗВЕНТО.

ИК има сътрудничеството в рамките на спогодби на ниво Академия, 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, един проект по програма Horizon Europe ERA-MIN3 и един по програма COST (CA 18112).

В ИК се работи по договори в рамките и на Двустранно научно-техническо сътрудничество с Русия и един проект по многостранно сътрудничество със Словакия, Сърбия и Чехия (Дунавски регион).

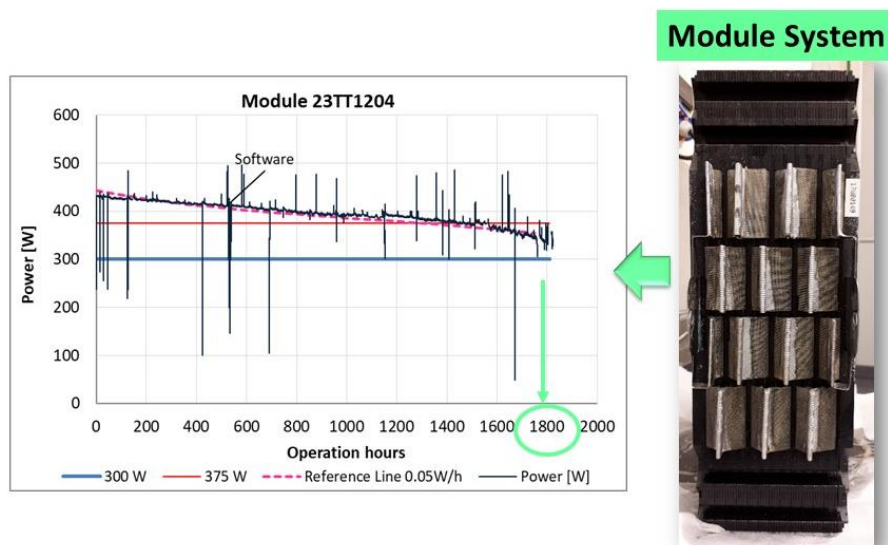
Учените от ИК се стремят да разширят научното сътрудничество със страните от ЕС по линия на рамковите програми. Получените от тези сътрудничества резултати се публикуват в съвместни работи в реномирани международни списания.

Най-значим международно финансиран проект

“Аноди на алкални електролитни клетки на база неблагородни метали” (2012 – 2023), финансиран от фирма GenCell Ltd., Израел.

Ръководител: доц. д-р Димитринка Николова, проф. д-р Маргарита Габровска

Разработен е неблагороден никелов катализатор за анод в алкални горивни клетки като заместител на вече внедрения NiPd катализатор. Достигнато е ниво на технологична готовност 7. Чрез корекции в съотношенията между компонентите е увеличена продължителността на работата в модулна система от 750 часа на 1800 часа (75 дни) при зададена максимална мощност от 375W. В процес е неговата разработка до производство. Привлечените средства за 11 годишния период са 1 067 451.90 лева.



Продължителност на работа в модулна система на неблагороден никелов аноден катализатор

Полза за обществото: Енергийна система за преоткрита “on-set” зелена енергия за постигане на устойчиво и чисто енергийно бъдеще. В рамките на 11 години са създадени три катализатора: NiPd – внедрен в производство; NiPd с понижена цена – внедрен в производство; и представения неблагороден никелов катализатор е процес на внедряване. Съставите и синтеза на катализаторите са защитени с патенти:

1. Patent US 10,522,844 B2 / 31.12.2019. Nickel-Based Catalyst For Fuel Cell. Nino Borchtchoukova, Vyacheslav Feldman, Gennadi Finkelshtain, **Slavcho Rakovsky, Margarita Gabrovska, Dimitrinka Nikolova, Lyubima Bilyarska**
2. Patent application EP4046217A1 / 24.08.2022. Nickel-based catalyst for fuel cell anode. Nino Borchtchoukova, Yair Wijsboom, Gennadi Finkelshtain, **Slavcho Rakovsky, Margarita Gabrovska, Dimitrinka Nikolova**

4. УЧАСТИЕ НА ЗВЕНТО В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

ИК активно участва в обучението на специалисти под различни форми. Институтът има опит и традиции в изпълнението на различни образователни програми и разполага с необходимата инфраструктура и висококвалифицирани специалисти. ИК 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 мюсбауеровата 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 2023 г., един докторант, редовна форма на обучение (Божидар Граховски) беше отчислен с право на защита.

По обявени конкурси, съгласно ЗРАСРБ, на двама учени в ИК е присъдена академичната длъжност „доцент“, а на други двама - „асистент“. Единадесет учени от Института са изготвили двадесет 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 има рамкови договори с ХТМУ - София, Университет „Проф. д-р Ас. Златаров“ - Бургас, Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“, СУ „Св. Климент Охридски“. ИК е в договорни отношения за сътрудничество и обучение на специалисти с Университет „Проф. д-р Ас. Златаров“ в Бургас, както и обучение по програмата на МОН за студентски практики.

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 2023 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“. Членовете на колектива получиха поканата и се включиха в двудневната международна конференция „Spinoff Bulgaria“, проведена на 28-29 септември 2023 г. в София.

Важно място за разпространение на иновационните изследвания заема и участието в 87-я Международен търговски панаир в Солун, 9-17 септември 2023 г. На панаира България бе почетен гост, а двата проекта бяха представени на един от десетте щанда на българската национална изложбена зона. Това събитие предостави възможност за срещи и дискусии с важни заинтересовани лица, както беше планирано в проектите, като заместник-министъра на икономиката и индустрията Николай Павлов и представители на различни министерства, ръководството на София Тех Парк, технологични и иновационни мрежа на България и Гърция, Националната агенция Invest Bulgaria, Smart Energy Group AD, и други.

6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНТО

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

През 2023 г. ИК – БАН продължава изпълнението на два договора с израелската фирма GenCell Ltd. на тема „Аноди за алкални електролитни клетки на база неблагородни метали“ и „Разработване на нискотемпературен катоден катализатор за зелен амонячен продукт“. Във връзка с изпълнението на дейностите от план-програмите на двата договора са получени приходи в размер на 172 118 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 - БАН 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, Атомно абсорбционна спектроскопия, Електронен парамагнитен резонанс, Ултравioletови спектри по утвърден ценоразпис публикуван на интернет страницата на Института. За 2023 г. от сервизни услуги ИК има приходи в размер на 4 110 лв.

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

През 2023 г. ИК – БАН има приходи от отдаване под наем на помещение в бл.12, ал.Акад.Георги Бончев в размер на 688 лв. Договорът с фирмата-наемател е прекратен считано от 01.03.2023 г. поради прехвърлянето на бл.12 от баланса на ИК – БАН в баланса на БАН – Администрация съгласно решение на УС на БАН, протокол 27 от 16.12.2022 г.

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 2023 г.

Институтът има заети общо 59 щатни бройки. Разпределението на служителите по категории е следното: професори - 3, доценти - 12, главни асистенти – 8, асистенти – 1.5 научно-помощен персонал с висше образование – 14, администрация – 4, помощно-технически персонал – 13, 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 2 038 701 лв. (в т.ч. компютри – 74 639 лв., програмни продукти – 14 144 лв., машини и съоръжения – 1 940 452 лв., стопански инвентар – 9 466 лв.) и материални запаси на стойност 5 383 лв.

Но.	Наименование на приходите / разходите	Изпълнение
I.	ПРИХОДИ	177 054
1	Приходи от продажба на услуги, стоки и продукция	176 228
2	Приходи от отдаване под наем на недвижимо имущество	826
II.	РАЗХОДИ	1 804 296
	Заплати и възнаграждение на персонала нает по трудови	
1	правоотношения	1 338 657
2	Други възнаграждения и плащания за персонала	182 790
	В т.ч. - за персонала в извънтрудови правоотношения	31 490
	- обезщетения с характер на възнаграждения	21 717
	- други плащания и възнаграждения	129 583
3	Осигурителни вноски от работодателя за ДОО, ЗО и ДЗПО	262 329
4	Издръжка	200 329
	в т.ч. – учебни и научно-технически разходи	75
	- материали	30 761
	- вода, горива и енергия	63 072
	- разходи за външни услуги	49 950

	- текущ ремонт	8 545
	- командировки в страната	4 313
	- командировки в чужбина	40 182
	- други разходи	3 434
5	Платени данъци, такси и административни санкции	6 689
6	Стипендии	11 444
7	Придобиване на ДА	23 970
	в т.ч. - компютри и хардуер	6 919
	- друго оборудване, машини и съоръжения	17 051
III.	БЮДЖЕТНА СУБСИДИЯ	1 751 450
IV.	ТРАНСФЕРИ	75 728
V.	ФИНАНСИРАНЕ	
	в т.ч. - остатък по сметки от предходния период	337 092
	- остатък по сметки в края на периода	268 961
VI.	Средногодишна брутна работна заплата на едно лице	1 849

Приходи в размер на 4 110 лева от извършени услуги и анализи.

Приходи от договори за научни разработки с организации от чужбина – 172 118 лв. по два договора с GenCell Израел.

Приход във връзка с „Национална програма – Млади учени и постдокторанти“ в размер на 900 лв.

Приходи по договори с Фонд „Научни изследвания“ – 40 000 лв.

Наличност в СЕБРА към 31.12.2023 г. - 243 241 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“;
- 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 - Гост редактор на списание „Molecules“, [Special Issue “Applied EPR Spectroscopy”](#); „Academic Reads Journal of Multidisciplinary Research“;
- доц. д-р Ч. Бонев – „Bulgarian Chemical Communications“; „Химия и индустрия“ - Зам. главен редактор

Информационна дейност:

За 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 е създал брошури, брандирани тениски и регулярно публикува статии в социалните медии, включително в LinkedIn групата. Част от колектива по проектите взе участие в 87-я Международен търговски панаир в Солун, 9-17 септември 2023 г. и в международна конференция „Spinoff Bulgaria“, проведена на 28-29 септември 2023 г. в София. Тези събития предоставят възможност за срещи и дискусии с важни заинтересовани лица. Екипът по проекта се среща и разговаря със заместник-министъра на икономиката и индустрията Н. Павлов и представители на различни министерства, ръководството на София Тех Парк, технологични и иновационни мрежи на България и Гърция, Националната агенция Invest Bulgaria, Smart Energy Group AD и други.

9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ЗВЕНТО

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 ЗВЕНТО

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