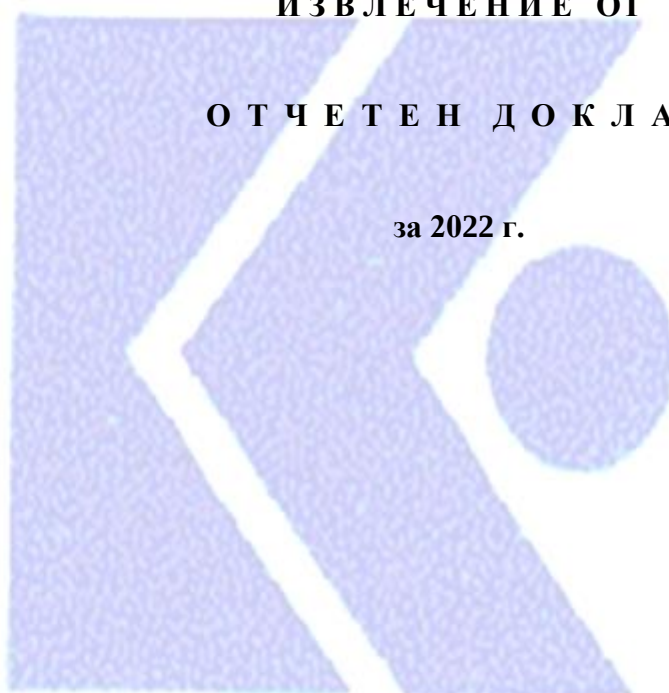


ИЗВЛЕЧЕНИЕ ОТ
ОТЧЕТЕН ДОКЛАД
за 2022 г.



Януари, 2023 г.

УВОД

Институтът има заети общо 59.5 щатни бройки. Разпределението на служителите по категории е следното: професори - 5, доценти - 10, главни асистенти – 10.5, асистенти – 0.5, научно-помощен персонал с висше образование – 15.5, администрация – 4, помощно-технически персонал – 11, помощно-обслужващ персонал – 3. Институтът разполага със сграден фонд включващ бл. 11, бл. 12 и блок 104А, ул. Акад. Георги Бончев на стойност 546 872 лв., дълготрайни материални и нематериални активи на стойност 1 211 024 лв. (в т.ч. компютри – 70 403 лв., програмни продукти – 14 144 лв., машини и съоръжения – 1 123 715 лв., стопански инвентар – 2 762 лв.) и материални запаси на стойност 5 385 лв.

1. ПРОБЛЕМАТИКА НА ЗВЕНОТО.

1.1. Преглед на изпълнението на целите /стратегически и оперативни/ 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.

Институтът по катализ (ИК) е научно-изследователски, научно-приложен и иновационен център, в който се провеждат фундаментални и приложни изследвания в областта на хетерогенния и хомогенния катализ, химичната кинетика, химичната стабилизация и специфичните изследователски методи приложими в катализа. Той е водещ център в областта на катализа в България и югоизточна Европа. В ИК се обучават и подготвят специализирани кадри в областта на катализа.

Научноизследователската дейност в ИК като звено от научно направление 3 от структурата на БАН: „Нанонауки, нови материали и технологии“ е в съответствие с националните, европейските и световните изисквания за организация на научни изследвания, за осигуряване и поддържане на високо равнище и интердисциплинарност на изследванията, международна конкурентоспособност и национално самочувствие.

В ИК приоритетно се разработват научни основи за подбор и синтез на катализатори, разработване на нови наноструктурирани каталитични материали и нови промишлени катализатори и адсорбенти, носители за катализатори, фотокатализатори и зеолити. Систематично се изучава кинетиката и механизма на хетерогенни и хомогенни каталитични реакции, изследва се реакционната способност на органични съединения, развиват се методично и методологично методите на ЕПР спектроскопията, с квантово-химични методи се изучават каталитичните превръщания на атомно ниво.

В ИК се разработват каталитични материали с регулирана структура и свойства за използване в процесите за опазване на околната среда и подобряване качеството на живота, за получаване на алтернативни горива (водород), за оползотворяване на нови енергийни източници и др. За изследване на получените нови каталитични материали 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.

Структурата на ИК включва 3 лаборатории с 11 тематични групи:

- **Катализ за енергия и опазване на околната среда**
 - Научни основи за синтез и подбор на хетерогенни катализатори;
 - Нанесени метални катализатори;
 - Синтез и активност на метало-оксидни катализатори;
 - Порести материали.
- **Дизайн и охарактеризиране на каталитични материали**
 - Синтез и структура на катализатори и сорбенти;
 - Анализ на повърхности;
 - Център по ЕПР спектроскопия;
 - Оползотворяване на отработени каталитични материали.

- **Фотокатализ и фотохромни съединения“.**
 - Фотокатализ;
 - Фотохромни съединения в катализа;
 - Теоретични и квантовохимични изследвания в катализа.

Основните научноизследователски приоритети заложи в плана на ИК са свързани с националните приоритети заложи в Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030 и Стратегията за развитие на БАН 2018-2030. Получените през 2022 г. научни и научно-приложни резултати са пряко свързани с изпълнение на международни, европейски и национални проекти, обединени в три научни направления, съгласно научно-изследователския план на Института:

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.**

Първото научно направление включва две научни задачи.

Задача 1. Получаване на нови каталитични материали и адсорбенти посредством конвенционални методи обединява десет научноизследователски проекта, резултатите от които са представени по-долу.

- По проект „**Формиране и еволюция на металната фаза в нанесени Co-Pd катализатори за хидрогенирането на СО. Изследване на връзката между съотношението на адсорбция СО/Н и селективността**“ с ФНИ при изследване на стабилността на активността на Co-Pd катализатори в реакцията на хидрогениране на СО при 250 °С, независимо от вида на носителя и предварителната обработка, конверсията на СО е постоянна ($\text{SiO}_2 < \text{Al}_2\text{O}_3 < \text{TiO}_2$), а образуването на метан зависи от вида на носителя. Разликата в производителността на катализаторите се обяснява с едновременното протичане на дисоциация на СО, образуване на CO_2 и CH_4 , редукция на метал. Тези процеси са свързани със стабилността на междинните съединения CH_x и активността за дисоциация на $\text{CO-Co}^{\delta+}$. Данните предполагат повишаване активността на $\text{Co}^{\delta+}$ за дисоциация на СО при образци с носител TiO_2 .
- Във връзка с изпълнение на рамковия договор „**Техкерамик М**“ АД, Мездра, от страна на Института по катализ се извършват анализи чрез физични методи (основно рентгенова дифракция) за контрола на фазовия състав на материали влагани в производството и крайните продукти.
- В резултат на проведените изследвания по договор с израелската фирма GenCell Ltd „**Аноди на алкални електролитни клетки на база неблагородни метали**“ беше успешно установена три-метална композиция на неблагороден аноден никелов катализатор с електрохимично поведение, идентично на NiPd катализатор (промишлен продукт на GenCell Ltd) при 6.6М КОН и 70°С. Издръжливостта на неблагородният катализатор в модул от 24 горивни клетки достигна 2 месеца работа, показващ стабилен аноден потенциал, независимо от няколкото спирания и стартирания. Неблагородният модул има поведение, подобно на стандартния NiPd модул.
- В резултат на изпълнение на задачите по договор: „**Разработване на нискотемпературен катоден катализатор за зелен амониачен продукт с фирмата GenCell**“, успешно са определени компонентите за разработка на подходящи каталитични конфигурации като катод в електрохимичен синтез на амониак при стайна температура, силно алкална среда на 6.6М КОН и разлагане на вода като източник на водород, които да са активни и селективни за производство на NH_3 . Чрез прилагане на различни подходи за синтез е извършена оценка за получаване на подходяща структура на катализатора.

- По двустранно сътрудничество с Румънската академия, Институт по макромолекулна химия, гр. Яш, проект **“Зеолит-полиимидни хибридни материали със зададени свойства”** са синтезирани композитни мембрани, базирани на кополи(стеримид) и йонообменен със сребро зеолит L. Изследвана е антимикробната активност на получените материали и е установено, че пробите, съдържащи наночастици зеолит L със сребърни йони, проявяват антимикробна активност както срещу грам-отрицателни (*Escherichia coli* ATCC 25922), така и срещу грам-положителни (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923) бактерии. Проверката за биосъвместимост чрез изследване на клетъчната жизнеспособност и клетъчната морфология на разработените композитни мембрани, не разкрива цитотоксична активност.
- По проект с ФНИ **“Каталитични приложения на зеолити, синтезирани от въглищна пепел”** чрез метода на мокро импрегниране върху зеолит X, получен от чисти химикали и от въглищна пепел, са нанесени металите Pt, Fe, Au и Pt/Fe. Установена е фина дисперсност и равномерно разпределение на металните наночастици върху двата зеолитни носителя. Изследвани са степента на окисление и местоположението на металната фаза, както и влиянието на химичния състав върху структурните характеристики на катализаторите. Наблюдават се по-силни взаимодействия между металната компонента и носителя получен от въглищна пепел. Изследвана е каталитичната активност и селективност на Pt, Fe, Au и Pt/Fe катализатори в реакции на пълно окисление на бензен, толуен и хексан.
- По проект **„Устойчиви катализатори на базата на зеолити за окислителни реакции“**, програма за Двустранно сътрудничество с Индия на ФНИ, е разработен екологичен, ефективен и евтин метод за производство на катализатори на базата на кристални зеолити от въглищна пепел за пълно окисление на летливи органични съединения. Оптимизирани са условията на синтез за формиране на зеолитните продукти с висока кристалност и контролируема морфология. С цел получаване на високо ефективни катализатори, върху част от образците са нанесени 0.5 т. % Pt наночастици чрез метода на мокро импрегниране, които са тествани в избрани реакции на пълно окисление на летливи органични съединения. Установено е, че зеолитните носители получени от въглищна пепел, имат всички характеристики и свойства необходими за формиране на високоактивни катализатори, конкурентни на тези получени от чисти химикали.
- По проект **„Нисковъглеродна енергия за транспорта и бита“-E⁺**, Институтът по катализ участва в Компонент 2 „Електрически превозни средства и водородна мобилност“ и Компонент 3 „Ефективни методи за улавяне и оползотворяване на CO₂“.

В рамките на Компонент 2 с цел намиране на алтернативни, конкурентни и устойчиви каталитични материали за КВОВП е проведено сравнително изследване на ролята на различни промотиращи добавки (Au, Re или Cu) на Ni-Al слоести двойни хидроксиди върху каталитичното им поведение. В резултат на изучаване на ефекта на състава и връзката между текстурните, структурни, електронни и окси-редукционни свойства и каталитичното поведение на NiAl слоести двойни хидроксиди, модифицирани с CeO₂ и промотирани с Au, Re или Cu е разработен високо ефективен и рентабилен злато-съдържащ катализатор с по-ниско съдържание на никел ($Ni^{2+}/Al^{3+}=2.5/1$), който достига равновесната степен на превръщане на CO от 99.7 % при 220 °C, позволявайки протичането на процеса само в един етап и намалявайки експлоатационните разходи. Въпреки превъзходството на златните катализатори, устойчивостта на дезактивиране на Re-съдържащите и подобрената активност на промотираните с Cu образци след тестове при различни реакционни условия ги правят перспективни за бъдещи изследвания, насочени към подобряване на производителността на катализатора чрез регулиране на отношението Re^{4+}/Re^{7+} или оптимизиране на състава на медните модификации. Във връзка с работата по Компонент 3, изследване на катализатори на основата на сребро за селективно окисление на CO в богати на водород смеси е установено, че нанесените сребърни катализатори са обещаващи системи за селективно окисляване на CO при ниски температури. Получените резултати показват, че носителят има съществено влияние върху фазовия състав на сребро, степента на окисление, разпределение на частиците по

размер, взаимодействието между среброто и носителя. Нанасянето на сребро върху Al_2O_3 и ZSM-5 води до образуването на частици сребърен оксид, които взаимодействат с носителя. Най-подходящият носител между всички изследвани е SiO_2 . Получаването на катализатори посредством съвместно импрегниране с воден разтвор на AgNO_3 и $\text{Ce}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ води до силно взаимодействие между Ag и CeO_2 и съответно до по-голям брой налични повърхностни кислородни видове, образуване на $\text{Ag}_n^{\delta+}$ клъстери и следователно по-висока реактивност. След реакцията върху каталитичната повърхност се образува метално сребро.

- По проект от програмата за двустранно научно сътрудничество с Институт по геотехника на Словашката Академия Науките, **“Изучаване на локалната структура на легирани/нанокристални смесени оксиди чрез подходящи физико-химични методи. Образователен подход.”** е предложена схема за едноетапен синтез на комплексни смесени оксиди HEOs (High entropy oxides) от шпинел с многокомпонентен състав. Продължен е механохимичния синтез на новия клас оксиди HEOs, като за целта към вече получените образци с базова матрица Al_2O_3 са синтезирани HEOs с базова матрица $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot (\text{Zn}_{0.25}\text{Cu}_{0.25}\text{Mg}_{0.25}\text{Co}_{0.25})\text{Fe}_2\text{O}_4$; $\text{Li}_{0.5}(\text{Zn}_{0.25}\text{Cu}_{0.25}\text{Mg}_{0.25}\text{Co}_{0.25})_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_{3.5}\text{F}_{0.5}$ и $\text{Li}_{0.5}(\text{Zn}_{0.25}\text{Cu}_{0.25}\text{Mg}_{0.25}\text{Co}_{0.25})_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_{3.5}\text{Cl}_{0.5}$. Функцията на F^- и Cl^- йони е да се повиши образуването на кислородни дефекти играещи роля в зарядния капацитет и катализа. В реакцията на окисление на CO образците показаха обещаваща каталитична активност, като най-висока е регистрирана при образец $(\text{Zn}_{0.25}\text{Cu}_{0.25}\text{Mg}_{0.25}\text{Co}_{0.25})\text{Al}_2\text{O}_4$.
- По проект с ФНИ, Договор, № КП-06-H59/11 **„Фотокаталитична активност на тънки слоеве със селективно фотофиксиращи кокатализатори“** са проведени изследвания свързани с влиянието на дозата светлина върху отлагането на кокатализатори, наночастици от Mn, Pd, Ag и Cu, върху тънки слоеве от фотокаталитичен материал TiO_2 . Фотофиксирването на кокатализаторите върху повърхността на TiO_2 е извършено с помощта на лабораторна апаратура създадена от участници в проекта, а степента на окисление и количеството на отложения кокатализатор - чрез спектрометър ESCALAB2

В Задача 2. Приложение на квантовохимични методи в катализа са включени два проекта.

- По проекта с Института по физикохимия на Румънската академия, **„Експериментални и изчислителни изследвания на адсорбирани фотопревключващи молекули“**, са получени данни за различни повърхности на магнезиев хидрид $\alpha\text{-MgH}_2$ и са построени наночастици състоящи се от 2814 единици MgH_2 . Резултатите са пресметнати с теорията на функционалната плътност (DFT) с код CASTEP за точна оценка на повърхностните енергии за стехиометрични и нестехиометрични, симетрични и несиметрични плочи от различни кристални ориентации на най-стабилния полиморф на магнезиев хидрид $\alpha\text{-MgH}_2$. Методите използвани за пресмятане на свойствата на магнезиеви хидриди и термодинамичните им параметри са обобщени в глава от книга „Assesment of the Heat Capacity by Thermodynamic Approach based on the Density Functional Theory Calculations“ публикувани като глава от книга: “Calorimetry”, ISBN 978-1-80355-322-1. С помощта на квантовохимични изчисления е оптимизирана стереохимичната структурата на молекулата на синтезираното и експериментално изследвано от българския екип ново фотохромно съединение. Изследвани са възбудените състояния на SP1-x молекулата и е предложена схема за изчисление TDDFT (Time Dependent Density Functional Theory) с обменно-корелационния функционал B3LYP, използвайки базисния набор 6-31G* за всички химични елементи и ключови думи.
- По проект **„Теоретично изследване на ролята на дифузията за предизвикване на размерни ефекти в нанокаталитични системи и други шумово-индуцирани явления“**, продължи разработката на принципа на boundedness, въведен от М. Колева в излязлата от печат през 2012 година авторска монография на Мария К. Колева “Boundedness and Self-Organized Semantics: Theory and Applications” IGI-Global, CAИЦ. Разгледан е един от основните проблеми на автономните комплексни системи, включително автономните нано-такива: възможно ли е

еволюцията им да е стабилна в променлива околна среда и ако да, то има ли общи условия, които осигуряват това. В хронологически последната нейна статия е показано, че това е възможно в рамките на разработвания от доц. М. Колева подход и са изведени най-общите условия за съгласуваност на функционалните единици на съответната система, които обезпечават стабилната ѝ еволюция.

Направление 2 от научноизследователския план за 2022 г. „**Разработване на каталитични процеси и нови ефективни наноразмерни катализатори за получаване на чиста енергия и горива**“ включва две задачи.

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

- По проект **“Получаване на алтернативни горива от възобновяеми въглерод-съдържащи суровини”** по междуакадемично сътрудничество с Испания, са изследвани физикохимичните и каталитични свойства на нанесени монометални и биметални CoNi катализатори за получаване на водород чрез реакцията на реформинг на метан с въглероден диоксид: $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}$. Установено е, че наблюдаваната висока активност и стабилност за образца с най-високо тегловно съдържание на Ni (8Ni2Co) е отдадена на високата дисперсност на металните никелови частици, провокирана от присъствието на кобалтови частици разпределени равномерно между тях.
- По проект **„Дизайн и приложение на метало-оксидни системи”** са изследвани модифицирани с CeO_2 и промотирани с Au, Cu или Re NiAl слоести двойни хидроксиди като прекурсори на катализатори за нискотемпературна конверсия на въглероден оксид с водна пара. Разработен е високо ефективен и рентабилен Au-съдържащ катализатор, позволяващ протичането на процеса само в един етап и намалявайки експлоатационните разходи. Стабилността на промотираните с Re и подобрената активност на Cu-съдържащите системи след тестове при различни реакционни условия ги правят перспективни за бъдещи изследвания, насочени към подобряване на производителността на катализатора чрез регулиране на редокс структурите $\text{Re}^{4+}/\text{Re}^{7+}$ или оптимизиране състава на катализатора.

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

- По проект **„Волфрам-, молибден-, рений- съдържащи катализатори за получаване на водород от сяросъдържащи газове: синтез, модифициране и каталитични свойства“**, са изследвани каталитични системи с основен компонент Re (KCoRe(Mo) конфигурации) в класическия процес на КВОВП. При използването на реакционната смес CO/Ar като редуциращ реагент за предварителна редукция/активиране, системата CoRe достига по-висока активност (94% конверсия на CO при реакционна температура 260 °C) в сравнение с другите системи KCoRe, CoReMo и KCoReMo. Получените резултати за каталитичното поведение на избраните системи ще бъде използвано като основа за разработване на подходяща процедура за редукция/активиране
- По проект **„Разработване на нови активни и рентабилни катализатори за процес за получаване на чист водород, интегриран с оползотворяване на CO_2 ”** с Институт по наноматериали, Палермо, са тествани серия от Ni-Al слоести двойни хидроксиди, модифицирани с CeO_2 и промотирани със злато в реакцията на “сух” реформинг на метан с CO_2 . Постигнати са степени на превръщане на метан между 62 и 69 % в условията на висока обемна скорост ($\text{GHSV} = 60\,000\text{ mL g}^{-1}\text{ h}^{-1}$) при 700 °C. Стабилността на катализаторите е изследвана чрез измерване на конверсията на CH_4 при 700 °C в продължение на 6 часа. Най-висока стабилност показва катализаторът с добавка от CeO_2 , а най-ниска – златосъдържащият. Термогравиметричният анализ на отработените катализатори разкрива, че дезактивирането не се дължи на коксообразуване, а синтероване на Ni частици. Производителността на катализаторите при висока обемна скорост и лесното отстраняване на отложения кокс, особено върху модифицирания с CeO_2 образец, е обещаваща за

индустриално приложение, тъй като би позволила използването на малък реактор и достъпна процедура за регенерация на катализатора.

Направление 3 от научно-изследователския план за 2022 г. **“Нови каталитични материали и процеси за подобряване качеството на живот”** обединява две задачи в научните изследвания:

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

- Основните приноси на екипа от ИК-БАН по проекта **„Механохимия за устойчива индустрия“**, COST Акция CA 18112, **Mechanochemistry for Sustainable Industry**, АКРОНИМ: Mech@SustInd, са свързани с дизайна на механохимични (МХ) реакции с целево получаване на материали с уникални свойства и изследването на физикохимичните свойства на тези материали с ключови композитни състави на различни етапи от тяхното получаване, функционализиране и работа в ex-situ и in-situ условия. Наличието на подходяща апаратура и добра компетност на българския екип за провеждане на МХ експерименти, както и за регистриране и анализ на Мьосбауерови спектри, дава възможност за провеждане на специфични изследвания и прави екипа желан партньор за важни международни проекти в приоритетни научни области. Високата прецизост на Мьосбауеровите анализи допринася за развиване на научните основи на механохимията, като позволява изучаване и моделиране на много от изследваните процеси, които протичат при механохимично третиране на материалите. Важен етап от реализиране на проекта е подбора на такива МХ реакции, които са с висок иновативен потенциал за приложение в практиката.
- По проект **„Механохимия за устойчива индустрия“**, Договор КП-06-КОСТ/18 от 2019, **съфинансиране по COST акция CA 18112, 2019-2021.**, през изтеклата година са изследвани приложението на механохимията за получаване на активни катализатори и при рециклиране на отпадъчни материали. Получени са данни за механизма на трансформации при механохимична обработка – зависимост на състав, структура и свойствата на високотехнологични материали от типа на аморфни метални стъкла от условията на МХ третиране. Извършен е анализ на функционалните им свойства и са намерени решения за повторното използване на такива отпадни материали, които са изгубили частично или напълно високотехнологичните си свойства. Проведените експерименти и анализи дават възможност за МХ модифициране на материалите и моделиране на нови свойства (в това изследване – каталитични свойства) за повторното им използване за процеси на почистване на отпадни води от различни замърсители. Проведени са серия от изследвания на възможностите за повторна употреба на отпадъци от аморфни метални стъкла, които се използват за производство на трансформатори. Проведените изследвания показват, че този тип материали вместо да бъдат натрупвани като отпадък, могат успешно да се използват като катализатори за екологично важни реакции за почистване на отпадни води от промишлеността. По този начин се решават едновременно два проблема: натрупването на отпадъци и почистване на отпадни води от промишлеността. Проведените паралелни анализи разкриха нееднозначно ролята на механохимията за подобряване на каталитичните свойства на тези отпадни материали.
- През годината работата по проекта **„Иновативни и устойчиви технологии за намаляване на зависимостта от критичните суровини, използвани в материали с приложение за по-чист транспорт“**, COST Акция COST INNOVATORS' GRANT IG15102, е била разпределена между екипите в три научни направления: i) заместване на итрий (Y) в термични бариерни покрития (TBC) за аерокосмически двигатели, ii) заместване на кобалтови (Co) сплави в компоненти за двигатели с вътрешно горене, и iii) заместването на металите от платиновата група (PGM) в автомобилните катализатори, като в последната задача активно участва екипът от ИК-БАН.
- 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: SChemPGM, 2020-2025 са реализирани плануваните посещения във фирмите, които са

индустриални партньори по проекта. Допълнително са проведени научни експерименти в ИК-БАН за изследване влиянието на механохимично активиране върху процесите на извличане на металите от платиновата група от отработени автомобилни катализатори. Разработват се комбинации от достъпни евтини материали на базата на хлор и различни механохимични условия на третиране на отпадни автомобилни катализатори за получаване на максимален добив на метали от платиновата група.

- По проект със Сръбската академия на науките и изкуствата **„Зелен синтез на нови каталитични материали за опазване на околната среда“**, в резултат на проведените научни изследвания са намерени подходящи условия за екологично чист и възпроизводим синтез на наноразмерни феритни катализатори с предварително зададени и оптимизирани свойства, които да се използват за почистване на отпадни газове и води от текстилната индустрия. За синтеза са използвани екстракти на различни растения, при което биополимерна структура служи като матрица за получаване на целевите наноразмерни феритни състави. Методът на механохимична обработка е използван за осъществяване на синтез, както и за подобряване на каталитичните свойства на материалите, като са варираны условията на обработка. Получени са смесени желязооксидни материали $\text{Fe}_3\text{-xMe}_3\text{+xO}_4$, дотирани с ($\text{Me}=\text{Fe}, \text{Zn}, \text{Ti}$ и Ag). Проведените фотокаталитични тестове регистрират най-висока активност на магнетитовите образци, която се съчетава и със същественото предимство, че магнитните свойства на образците в този случай позволяват след провеждане на фотокаталитичните тестове, катализаторът лесно да се отдели с прилагане на магнитно поле. Сравнителните анализи са направени в реакцията на разлагане на багрилото метил оранж.
- По проект **“Иновативен подход в дизайна на катализатори за частично хидрогениране на растителни масла”** с Белградския университет, Институт по химия, технология и металургия, приложеният подход за модифициране с CeO_2 на силициеви носители като природен диатомит и промишлен мезопорест силикагел, насочен към разработване на по-активен и/или селективен никелов катализатор за частично хидрогениране на растителни масла води до развитието на мезопореста Ni-филосиликатна структура с голям среден диаметър на порите при носител CeO_2 -силикагел в следствие на по-силното взаимодействие Ce-O-Si . Формираната текстура е по-подходяща за получаването на активната редуцирана форма на NiMg катализатор, предоставяйки по-бърза дифузия на триглицеридните молекули, както и по-голям брой достъпни метални Ni^0 частици на повърхността. По този начин прилагането на CeO_2 -силикагел като носител осигурява по-висока скорост на реакцията и по-висока активност на хидрогениране в сравнение с катализатор NiMg в сравнение с носителя CeO_2 -диатомит.

Задача 2. Приложна и фундаментална ЕПР спектроскопия

- По проект **„ЕПР дозиметрия“**, **бюджетна субсидия**, с ЕПР спектроскопия са изследвани дозиметричните свойства на L-пролин, DL-пролин, цистеин и кобаламин (Витамин B12) облъчени с дози от 1 до 25 kGy. Преди облъчване не се регистрира ЕПР спектър. След облъчване с гама лъчи във всички вещества се наблюдават сложни спектри. Изследван е ефекта на дозата върху формата на ЕПР сигнала, както и ефекта на насищане на ЕПР интензитета при увеличаване на мощността на микровълновото лъчение. Установена е стабилността на радиационно-генерираните свободни радикали. Кинетичната зависимост показва намаляване на интензитета на сигнала на цистеин с 21%, DL-пролин с около 25% за шест месеца, докато за същото време сигналът на L-пролин и кобаламин почти изчезва. Всички материали имат линеен дозов отклик в диапазона от 1-10 kGy, като при 25 kGy се наблюдава насищане.
- По проект **„ЕПР анализ на хранителни продукти“** е изследвано влиянието на гама радиация с дози от 10 и 25 kGy върху индуцирането на свободни радикали, тяхната стабилност и антирадикаловата активност на обезмаслени семки от шипка. След облъчване се регистрира типичен целулозоподобен ЕПР спектър, който при проби третирани с 25 kGy е допълнен от въглехидратен. Резултатите показват, че всички изследвани сигнали намаляват експоненциално

с времето, като радиационната обработка е възможно да се докаже четири месеца след облъчване. Експериментално определените параметри: DPPH радикал улавяща активност, IC₅₀ и антиоксидантен капацитет спрямо Тролокс еквивалент, показват значително нарастване на антирадикаловата активност след облъчване, в по-голяма степен при пробите облъчени с 10 kGy.

- По проект **„ЕПР в катализа“** са изследвани проби съдържащи Ni, Co, Fe, Mo, Re, Zr и др. нанесени върху различни носители (Al₂O₃, SiO₂, TiO₂, въглен) и тествани в каталитични реакции. С ЕПР са анализирани също ZnO получен при зелен синтез и TiO₂ и ZnO легирани със Ag преди и след допълнителна обработка. Целта е определяне на окислителното състояние на металните йони, взаимодействието им с обкръжаващата ги среда и наличието на кислородни радикали, което е важно за изясняване на каталитичната активност. За по-добра разделителна способност, измерванията са извършени както при стайна температура, така и при ниски температури.
- По проект **“Комплексен подход за оценка на промените в биологично-активни вещества и антиоксидантния потенциал на облъчени растителни храни и билки. Нови протектори срещу гама-облъчване”**, финансиран от ФНИ, е изследван ефекта от гама-облъчване с дози от 10 и 25 kGy върху радикал-улавящата активност на орех и бадем спрямо необлъчените проби посредством Електронен парамагнитен резонанс спектроскопия. Определена е кинетиката на затихване на радиационно-индуцираните радикали, като е установено, че ЕПР спектроскопията може да идентифицира облъчване на орехи и бадеми с гама лъчи осем месеца след радиационно третиране. Няма значителна разлика в поведението на пробите облъчени с 10 и 25 kGy.
- По проект **„Разработване и усъвършенстване на нови подходи за качествена и количествена оценка на радиационно третиране на базата на ЕПР спектроскопия“**, с ФНИ, са изследвани аминокиселините пролин и цистеин като дозиметрични материали за ЕПР дозиметрия в диапазон от абсорбирани дози от 1 до 25 kGy γ-лъчи. Установено е, че ЕПР спектъра на цистеин след γ-облъчване се дължи на формиране на RS• радикали, докато в пролин има най-малко три различни вида свободни радикала. Изпълнявайки условията за дозиметричен материал за ЕПР спектроскопия – чувствителност към радиация, стабилни свободни радикали и линеен доза-отклик, аминокиселините пролин и цистеин могат да се използват като дозиметрични материали при облъчване с дози от 1 до 10 kGy.
С цел качествена и количествена оценка на радиационно третиране, с метода на ЕПР спектроскопия са изследвани облъчени с 1, 2, 5, 10 и 25 kGy сушени плодове. След облъчване се регистрира т. нар. „захароподобен“ ЕПР спектър. Изследвана е зависимостта на интензитета на ЕПР сигнала от инструменталните параметри. Установена е стабилността на радиационно индуцираните свободни радикали съхранявани при различни температури. Приложен е т. нар. Метод на добавената доза за ретроспективна оценка на първоначалната доза на облъчване. Изучен е ефекта от гама третиране с различни дози йонизиращо лъчение (1, 5 и 10 kGy) върху радикал улавящата активност на втора партида лиофилизирано пчелно млечице. Въз основа на експериментално определените радикал улавящи активности, IC₅₀ и антиоксидантен капацитет спрямо Тролокс еквивалент може да се съди, че гама радиацията оказва слабо влияние върху антиоксидантната активност на пчелното млечице, като разликите в изчислените параметри са в рамките на грешката. Стартирали са изследвания на ефекта от гама облъчването с 2, 5, 10 и 25 kGy върху антиоксидантната активност на две партии пчелен прополис.

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

- По проекта от програмата за Двустранно сътрудничество с Русия, ФНИ **„Синтез и изследване на молекулни и супрамолекулни устройства на основата на спиронафтоксазини, хромени и стиролови багрила“** са проведени изследвания в областта на дизайна, получаването и охарактеризирането на фотохромни системи състоящи се от отделни фотохромни компоненти

или от няколко такива комбинирани в супрамолекулни комплекси (надмолекулен подход). Установено е, че те са подходящи за фотоконтрол на процеси на комплексообразуване, при комплекси органична молекула-ДНК и за надмолекулни системи, способни на високоефективно поглъщане на светлина за преобразуване на светлинна енергия. Разработена е оптимална схема за получаване на хроменови производни и са синтезирани хромени, които се различават по дължината на оксиалкиловия заместител. Чрез взаимодействие на хромени със стирилово багрило са получени два нови конюгата, съответно с 29 % и 25 % добиви, които са способни да участват във фотоконтролирана интеркалация с ДНК. Получен и изследван е супрамолекулен комплекс от фотохромен бензопиран и производно на нафталимид. Доказано е, че комбинацията от две функционални молекули в надмолекулен комплекс засяга както фотохромните, така и флуоресцентните характеристики на компонентите. Установено е, че флуоресценцията на комплекса може да се включва и изключва чрез фотоиндуциран преход между затворената и отворената форма на бензопирана. Установено е, че супрамолекулният подход е приложим за получаване на системи, в които се осъществява взаимното влияние между фотохромни и флуоресцентни компоненти.

- По проект „Синтез, свойства и изследване на функционални багрила“ е разработен нов, „зелен метод“ за кватернизация на 4-метилпиридин и 2-метилпиридин. Процедурата има следните предимства: получава се високочист продукт с добър добив; използване на PEG200/400 или етил L-лактат като зелени разтворители; процесът на реакция е екологичен. Получените съединения са полупродукти за синтез на стирилови багрила с голямо стоксово отместване. Разработен е метод за получаване на стирилови багрила за маркиране на мъртви клетки с два положителни товара. Всички етапи са проведени при оптимизиране на условията за синтез на полупродуктите и крайните продукти с цел получаване на вещества с висока чистота и добив. Получените нови багрила са охарактеризирани с помощта ЯМР и масспектрометрия.

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

- При изпълнение на проект „Възобновяема интегрирана система за елиминиране на органични замърсители от води и въздух“ с ФНИ са получени материали със състав Fe-TiO₂ и Fe-TiO₂/активен въглен (Fe-TiO₂/AC) при различно вариране съотношението на Fe:TiO₂:AC. За охарактеризиране на получените образци са използвани рентгенова дифракция, Мьосбауерова спектроскопия и азотна физисорбция. От резултатите от XRD е установено, че във всички образци се откриват дифракционни пикове на фаза анатаз. В образците от чист TiO₂ и 1Fe-TiO₂ се наблюдават допълнителни отражения от рутил. Единствената кристална фаза, открита в образците Fe-TiO₂/AC е анатаза. Установено е, че образците TiO₂ и 1Fe-TiO₂ се състоят от значително по-големи кристалини на анатазната фаза от останалите проби. Това доказва, че при по-големи количества на желязото или дори при сравнително малки количества активен въглен в композита могат да се подобрят структурните характеристики на анатаза. Добавянето на Fe³⁺ и AC към TiO₂ по време на синтеза води до значително увеличение на специфична повърхност и следователно до намаляване на диаметъра на размера на порите на композитните материали. Изследвана е активността на материалите във фотокаталитично (UV-C, 254 nm) разграждане на фенол във вода с начална концентрация 50 ppm. Установено бе, че най-висока фотокаталитична активност притежава образецът 5Fe-TiO₂/AC, което може да се обясни на синергичен ефект между различните активни центрове Fe и TiO₂, в комбинация с адсорбционния капацитет на активния въглен.
- По проект „Се модифицирани порести оксиди като катализатори за окислителни реакции. Ефект на носителя върху каталитичната активност“ по програмата за междуакадемично

сътрудничество с Румънската академия са синтезирани титан съдържащи SBA-15 мезопорести оксиди посредством внасяне на бутилов алкохол по време на синтеза. Получените материали са модифицирани с Се (1%) и Pt (0.25 %, 0.5 %, 1.0). Активността при окисление на метан се увеличава с нарастване на платина в образците. Добавянето на Се в системата намалява активността. Допълнително намаляване се получава в случаите, когато Се е нанесен след нанасяне на платина. При окисление на СО катализаторите модифицирани с Се показаха по-висока активност независимо от последователността на внасяне на церия.

- По проект **„Фотокатализ и УОП“** е измерена фотокаталитична ефективност C/C_0 на 6 образца 1% Fe-TiO₂, 3% Fe-TiO₂, 5% Fe-TiO₂, 1% Fe-TiO₂/AC, 3% Fe-TiO₂/AC, 5% Fe-TiO₂/AC получени при различно време на осветяване с УВ светлина и начална концентрация C_0 на новия моделен замърсител фенол 50 ppm. Тестването на фотокаталитичната активност на тези образци катализатори за очистване на вода е провеждано в полустатичен полупроточен фотокаталитичен реактор (фиксиран **„статични“** количества замърсена вода и фотокатализаторен образец и непрекъснато подаване на поток от въздух, т.е. отговарящо на проточен реактор). Най-висока фотокаталитична ефективност бе наблюдавана при образца 3% Fe-TiO₂/AC дължаща се на синергичен ефект между фотоактивните центрове на Fe-TiO₂ и адсорбционния капацитет на активния въглен.
- По проект с Институт по основи на химичните процеси на Чешката академия **„Нови методи за синтез на твърди катализатори за промишлени реакции от значение за околната среда“** чрез импрегниране на носители с висока специфична повърхност с воден разтвор на NiCO₃.2Ni(OH)₂, MoO₃ и лимонена киселина са синтезирани NiMo сулфидни катализатори. Използвани са методите на N₂ физисорбция и рентгенова дифракция за изследване на амфотерни оксиди - Al₂O₃ и TiO₂, смесен киселинен SiO₂-Al₂O₃ оксид и активен въглен и за охарактеризиране на сулфидни NiMo и отработени катализатори след моделна паралелна реакция на хидродеоксигениране на октанова киселина и хидродесулфуриране на 1-бензотиофен. Поради ниската хидротермална стабилност на Al₂O₃ и TiO₂ по време на реакцията на хидродеоксигениране, нанесените NiMo катализатори не проявяват висока активност. Най-активният катализатор, нанесен върху мезопорест оксид е NiMo/SiO₂-Al₂O₃, което се обяснява с повишената стабилност на SiO₂-Al₂O₃ към вода и CO/CO₂. Високата стабилност на носителя - активен въглен е причина за изключително високата активност на NiMo/C катализатор в посочените моделни реакции..
- По COST Акция СА 17136 **„Мрежа за качество на въздуха в затворени помещения“** през 2022 година са разработени ефективни злато-съдържащи катализатори за окисление на формалдехид, един от най-сериозните замърсители на въздуха в затворени помещения. Установено е, че образец съдържащ златни наночастици върху механохимично синтезиран смесен оксид със състав 70 т.% Co₃O₄ и 30 т.% CeO₂ показва 80 % окисление до CO₂ и вода при стайна температура. С цел намаляване количеството на критичните материали е синтезиран носител със състав 50 т.% γ -Al₂O₃ (съдържащ 33 т. % бьомит), 35 т.% Co₃O₄ и 15 т.% CeO₂. Благодарение на високата повърхностна концентрация на Ce³⁺ и Co³⁺, осигуряващи активни кислородсъдържащи форми с повишена мобилност, златосъдържащият образец върху този материал демонстрира 95 % окисление на HCHO при стайна температура и 100 % при 40 °C в продължение на 100 часов тест за стабилност.
- В резултат на проведените изследвания по проект **„Дизайн на активни и стабилни катализатори за пълно окисление на метан, посредством модифициране на Pd-Al₂O₃ с кобалт и никел. Експериментално и теоретично изследване“** от програмата Двустранно сътрудничество България – РУСИЯ на ФНИ е установено, че модифицирането на Pd-Al₂O₃ катализатори едновременно с кобалт и никел подобряват значително каталитичната активност в реакцията на пълно окисление на метан.

- По проекта с ФНИ „Катализатори на основата на оксиди на преходни метали, нанесени върху порести материали за пълно окисление на летливи органични съединения (ЛОС) и СО.“ са изследвани катализатори на основата на Со нанесен върху ZSM-5 с различно съотношение Si/Al и обработен с буферен разтвор на флуороводородна киселина и амониев флуорид. Резултатите показват, че проведената обработка с буферен разтвор на флуороводородна киселина и амониев флуорид не оказва влияние по отношение на каталитичната активност в случая на окисление на пропан за пробите със съотношение Si/Al=23 и Si/Al=40, за разлика от пробата Si/Al=50, където се наблюдава повишение на активността. Изследванията по отношение на н-хексан показват, че проведената обработка подобрява каталитичната активност във всички изследвани случаи, като най-добър ефект се наблюдава при образца със съотношение Si/Al=50.
- По проект ФНИ, спечелен в категория млади учени и постдокторанти „Оксидни катализатори с носител български природен зеолит за очистиране на въздух от вредни емисии“, през 2022 г. са синтезирани високо активни и евтини катализатори за окисление на ЛОС на основата на оксиди на преходните метали от типа (MnO_x , Co_3O_4 , $MnO_x-Co_3O_4$) нанесени върху природен зеолит от типа клиноптилолит добит от находища в Източните Родопи. Чрез химична модификация на носителя – киселинно третиране и троен йонообмен е изчистена повърхността и порите на носителя от различни замърсявания (глина и др.) и чрез получаване на H- (водородна) форма са увеличени каталитично активните места. Получените са нови катализатори със съдържание 10% Co, 10% Mn, 20% Co, 20% Mn и смесените катализатори, в които са варираны концентрациите на оксидите и съотношението Co/Mn, като крайното количество оксид е 20 %. Измерването на каталитичната активност на катализаторите е извършено в реакция на пълно окисление на хексан и пропан. Получените оксиди са високо дисперсни и лесно редуцируеми, което определя високата каталитична активност в реакциите на пълно окисление.

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.

Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България в периода 2017 – 2030 г. определя конкретните цели и съответните мерки и действия от страна на държавата за развитието на научните изследвания. Това налага към научните изследвания в области, пряко свързани с енергийни източници и енергоспестяващи технологии; контрол и преработка на вредните и опасни битови и промишлени отпадъци; „зелени“ технологии за синтез на стратегически нови суровини и материали, храните и здравето да се насочват повече инвестиции.

Приетата през 2018 година Стратегия за развитие на ИК до 2030 г. е в съответствие с Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030 и със Стратегията за развитие на БАН 2018-2030. Приоритетните тематични направления на ИК са в съответствие с ролята и традициите на ИК в съвременното общество. През 2022 година беше актуализиран и приет Научноизследователския план на ИК, в който поставените задачи са обединени в три научни направления. Те са свързани с три от шестте научни приоритети за насочените фундаментални изследвания на Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030: Приоритет 1. Повишаване конкурентоспособността и продуктивността на икономиката в съответствие с тематичните области на ИСИС; Приоритет 2. Подобряване на качеството на живот – храна, здраве, биоразнообразие, опазване на околната среда, градска среда и транспорт и др.; Приоритет 3. Енергия и енергийна ефективност; ефективно оползотворяване на природни ресурси.

Приоритет 1. Повишаване конкурентоспособността и продуктивността на икономиката в съответствие с тематичните области на ИСИС.

През 2022 г. научни колективи от ИК продължиха успешната си работа 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 институция.

- „Национален център по мехатроника и чисти технологии“
- „Център за компетентност ХИТМОБИЛ „Технологии и системи за генериране, съхранение и потребление на чиста енергия“ (2019-2023 г).

ИК е партньор и в разпределената инфраструктура ИНФРАМАТ включен в Националната пътна карта. Полученото финансиране през 2022 г. беше използвано за изграждане нова лаборатория, в която ще бъде разположена апаратура за каталитични изпитания, закупена в рамките на центъра за компетентност ХИТМОБИЛ.

Институтът по катализ е съизпълнител на проект „Нисковъглеродна енергия за транспорта и бита“ по програмата E⁺, D01-214/2018, като участва в изпълнение на задачите по Компонент 2 „Електрически превозни средства и водородна мобилност“ и Компонент 3 „Ефективни методи за улавяне и оползотворяване на CO₂“. В рамките на **Компонент 2** с цел намиране на алтернативни, конкурентни и устойчиви каталитични материали за КВОВП, е разработен високо ефективен и рентабилен злато-съдържащ катализатор с по-ниско съдържание на никел ($Ni^{2+}/Al^{3+} = 2.5/1$), който достига равновесната степен на превръщане на CO от 99.7 % при 220 °C, позволявайки протичането на процеса само в един етап и намалявайки експлоатационните разходи. Установено е, че въпреки превъзходството на златните катализатори, устойчивостта на дезактивиране на Re-съдържащите и подобрената активност на промотираните с Cu образци след тестове при различни реакционни условия ги правят перспективни за бъдещи изследвания, насочени към подобряване на производителността на катализатора чрез регулиране на отношението Re^{4+}/Re^{7+} или оптимизиране на състава на медните модификации. Във връзка с работата по **Компонент 3**, са изследвани катализатори на основата на сребро за селективно окисление на CO в богати на водород смеси и е установено, че нанесените сребърни катализатори са обещаващи системи за селективно окисляване на CO при ниски температури.

Приоритет 2. Подобряване на качеството на живот – храни, здраве, биоразнообразие, опазване на околната среда, градска среда и транспорт и др.

В ИК се работи върху дизайна на катализатори за получаване на висококачествени хидрогенирани масла и маслени продукти, използвани като суровини за хранително-вкусовата промишленост чрез процеса на частично хидрогениране на растителни масла. Създадените наноразмерни никелови катализатори, нанесени върху природни или синтетични силикатни носители модифицирани с CeO₂ осигуряват по-висока скорост на реакцията и по-висока активност на хидрогениране в сравнение с катализатор NiMg с носител CeO₂-диатомит.

През тази година учените от ИК участват в **три COST акции** свързани с проблемите на опазване на околната среда: „Мрежа за качество на въздуха в затворени помещения“ (Indoor air pollution network), „Иновативни и устойчиви технологии за намаляване на зависимостта от критичните суровини, използвани в материали с приложение за по-чист транспорт“ и „Механохимия за устойчива индустрия“.

С екологична насоченост и пряко свързани с **приоритет 2** са проектите финансирани от ФНИ:

- „Възобновяема интегрирана система за елиминиране на органични замърсители от води и въздух“
- „Катализатори на основата на оксиди на преходни метали, нанесени върху порести материали за пълно окисление на летливи органични съединения (ЛОС) и CO“.
- „Оксидни катализатори с носител български природен зеолит за почистване на въздух от вредни емисии“.
- „Комплексен подход за оценка на промените в биологично активни вещества и антиоксидантния потенциал на облъчени растителни храни и билки. Нови протектори срещу гама-облъчване“

- „Разработване и усъвършенстване на нови подходи за качествена и количествена оценка на радиационно третиране на базата на ЕПР спектроскопия“.

В ИК се работи по два проекта по програмата за междуакадемично сътрудничество изпълняващи **приоритет 2** „Нови методи за синтез на твърди катализатори за промишлени реакции от значение за околната среда“ и Зелен синтез на нови каталитични материали за опазване на околната среда“, както и по един проект, както и по един проект от програмата за Двустранно сътрудничество България – РУСИЯ на ФНИ „Дизайн на активни и стабилни катализатори за пълно окисление на метан, посредством модифициране на $\text{Pd-Al}_2\text{O}_3$ с кобалт и никел. Експериментално и теоретично изследване“. Резултатите от изпълнението на проектите са публикуваните в реномирани научни издания.

Приоритет 3. Енергия и енергийна ефективност; ефективно оползотворяване на природни ресурси.

Научноизследователската дейност в ИК по отношение получаването на чиста енергия и нови енергийни източници е съобразена с търсенето на високоефективни екологично чисти технологии и алтернативни горива, чиято употреба не е съпроводена с отделяне на вредни емисии. Всички дейностите са в пряка зависимост с националните и европейски приоритети в тази област. Колективи от учени работят по проекти, свързани с получаването на водород чрез процесите на реформинг на метан (паров, сух и автотермичен) и от възобновяеми енергийни източници: реформинг на биогаз и на биоетанол, получени от остатъчна биомаса. Създадени са високо ефективни катализатори, гарантиращи успешното превръщане на биогаз и биоетанол до водород и ценни химикали, което увеличава възможността за използването на възобновяеми източници, способни да генерират устойчиво енергия и химични продукти.

Синтезирани са катализатори за получаване на водород чрез реформинг на метан с CO_2 , процес важен за опазването на околната среда, тъй като води до намаляване на концентрациите на натрупаните в атмосферата CO_2 и метан, известни като „газове с парников ефект“. В ИК са разработени наноразмерни слоести двойни хидроксиди на основата на преходни метали като катализатори за фино почистване от CO_2 чрез нискотемпературно метаниране. При всички изследвания целта е постигане на висока каталитична активност чрез подбор на метода на получаване и модифициране на състава и структурата.

Съществена част от провежданите в ИК изследвания имат и научно-приложен характер. Целта е да се постигне оптимален баланс между фундаментални и приложни изследвания и иновации (фундаменталните изследвания предхождат и са в полза на приложните изследвания и иновациите). Стратегическата цел на Националната стратегия за развитие на науката 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.

През 2022 год. в Института бяха назначени студенти от ФХФ на СУ „Св. Климент Охридски и ХТМУ, които успешно се включиха в работата по конкретни задачи при изпълнението на проектите. Приемствеността между поколенията и е привличане на млади хора за научноизследователска работа е приоритет в политиката на ръководството на Института, като стремежа е да им се осигурят привлекателни условия за работа, мотивация и перспективно кариерно развитие. 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

През 2022 в ИК беше спечелен един нов проект по НП „Млади учени и постдокторанти“ (млад учен).

В изпълнение на *Специфична цел 10*, трябва да се постигне значително интензифициране на връзките на науката с образованието, бизнеса, държавните органи и обществото като цяло. Членове на колектива на Института активно популяризират научно-изследователската дейност сред ученици от столичните училища. През 2022 г. в Института ученици 91. НЕГ се подготвяха за участие на регионалния кръг на състезанието „Jugend forscht“ („Младежта изследва“) – Германия, на което с разработката за получаване на биогориво от слънчогледово олио и олио от рапица чрез преестерификация получиха трето място. Под ръководството на гл. ас. д-р Петя Петрова бяха

провеждани експериментални дейности и консултации на ученици за участие на различни международни и национални състезания в областите химия и екология. Използван беше STEM подход на учене и преподаване.

През 2020 г. ИК получи акредитация на докторските програм „Кинетика и катализ“ и Химия на твърдо тяло“ за срок от 6 години. С цел повишаването на видимостта на ИК в обществото, беше разработена стратегия за публична комуникация. Активно се работи по обновяване и подобряване на интернет страницата на Института, което ще допринесе за по-добра видимост на Института в интернет пространството.

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.

1.3. Полза/ефект за обществото от извършваните дейности.

Научните изследвания провеждани в ИК намират приложение за решаване както на фундаментални проблеми в катализа, така и за решаване на важни иновативни, технологични, екологични и социални проблеми, свързани с неговото приложение. Те в съответствие с целите и приоритетите на Рамковите програми на ЕК за научни изследвания и иновации, Иновационната стратегия за интелигентна специализация на Република България, Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030 г. Фундаменталните изследвания в ИК 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. Дейностите и научните разработки провеждани в ИК имат конкретни приложение в областите за подобряване качеството на живот. Научноизследователската работа в ИК по отношение получаването на чиста енергия и нови енергийни източници е съобразена с търсенето на високоефективни екологично чисти технологии и алтернативни горива, чиято употреба не е съпроводена с отделяне на вредни емисии. Дейностите са в съотношение с националните и европейски приоритети в тази област и имат обща основа с изследванията на нови наноструктурирани материали с мултифункционални повърхности и наноматериали с контролиран дизайн и подобрени каталитични свойства.

Фундаменталните изследвания, провеждани в ИК 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.

Научната дейност на ИК се развива съгласно приоритети на световната каталитична наука и резултатите от фундаменталните изследвания на изследователите намират международен отзвук и признание.

В ИК се работи усилено в насоки, обвързани с взаимодействие с обществото и разработка на обществено значими научно-приложни изследвания и анализи

Научната дейност на ИК се развива съгласно приоритети на световната каталитична наука, а резултатите от фундаменталните изследвания на изследователите са намирали и намират международен отзвук и признание.

В ИК се провеждат обществено значими научно-приложни изследвания, които имат пряк ефект за обществото. Те включват разработване на методи, катализатори и технологии за:

- Каталитични системи за почистване на отпадъчни газове, замърсени почви и отпадъчни води;
- 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;
- Дозиметри на база твърдо тяло за аварийна и ретроспективна дозиметрия;
- Идентифициране на облъчени храни;
- Научни консултации, експертизи и програми в страната и чужбина по въпросите на методологията и изпълнението на проекти и дейности в областта на предмета на дейност на ИК.

1.4. Взаимоотношения с институции

Институтът по катализ има тесни връзки с редица научни организации и университети в България и чужбина, както и с химически фирми и индустриални предприятия. ИК има рамкови договори с ХТМУ - София, ФХФ на СУ „Св. Климент Охридски“, Университет „Проф. д-р Ас. Златаров“ - Бургас, ПУ „Паисий Хилендарски“ и Тракийски Университет - Стара Загора.

В чужбина ИК има сключени рамкови договори с научни институти и университети: Московски държавен университет „В. М. Ломоносов“, Институт по катализ „Акад. Г. К. Боресков“ при Сибирското отделение на РАН – Новосибирск; Институт по неорганична химия към ЛАН – Латвия, Федерален университет на Сан Карлос, Институт по катализ и нефтохимия, Мадрид, Испания, Белградски университет; Университет Гент, Белгия, Институт по химия, технология и металургия, Сърбия, Институт по физикохимия на Румънската академия, Институт по макромолекулна химия, Румъния, Институт по наноматериали на Полска академия на науките, Институт по елементоорганични съединения, РАН, Москва, Институт по основи на химичните процеси, Чешка Академия на науките; Факултета по неорганична химия към университета в Севиля, Испания; Университет du Littoral-Côte d’Opale (UCEIV), Дюнкерк, Франция.

В ИК се работи и по проекти с една фирма в България, „Техкерамик-М“ ООД, Мездра и една международна, „ГенСел“, Петах Тиква, Израел.

1.5. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата

През 2022 година ИК не е изпълнявал пряко регламентирани общонационални и оперативни дейности обслужващи държавата, които да бъдат отчетени, но някои от посочени дейности могат да бъдат определени като общонационално значими:

ИК е седалище на Българското каталитично дружество (БКД) (Bulgarian Catalysis Society), създадено през 1992 г. под името „Клуб на българските каталитици“ и обединяващо 126 специалисти, работещи в областта на катализа от научните институти, университети и индустрията в страната. БКД е колективен член на Съюза на химиците в България, на Европейската федерация на каталитичните дружества (European Federation of Catalysis Societies, EFCATS) и на Международната асоциация на каталитичните дружества (International Association of Catalysis Societies, IACS). Важен елемент от структурата на ИК е Националният център по ЕПР спектроскопия. ИК е седалище на Българското ЕПР дружество от 1994 г., което е един от първите членове на Европейска федерация на ЕПР дружествата. БКД са членове на Международния конгрес по катализ (International Congress on Catalysis, основан през 1956 г.). През 1996 г. последната организация е преименувана в Международна асоциация на каталитичните дружества (International Association of Catalysis Societies, IACS, <http://www.iacs-catalysis.org/>), на която съучредител (32 страни) и член е Българското каталитично дружество. Българска зеолитна асоциация е колективен член на Съюза на химиците в България, съучредител (17 страни) и член на Федерацията на европейските зеолитни асоциации от 1996 г. Обществото на триболозите в България (Society of Bulgarian Tribologists, <http://bultrib.com/>) ИК БАН е съучредител (Солун, 19.11.1998 г. на Първа Балканска конференция) и член на Балканската екологична асоциация (Balkan Environmental Association, B.EN.A).

ИК- БАН е научноизследователско звено с експертен потенциал и подготвени специалисти за решаване на научноизследователски и научно-приложни задачи в областта на хетерогенния, хомогенния и фотокатализ, химичната кинетика и специфичните изследователски методи, приложими в катализа. В ИК се разработват нови каталитични материали с регулирана структура и свойства за използване в процесите за опазване на околната среда и подобряване качеството на живота, за получаване на алтернативни горива (водород), за оползотворяване на нови енергийни източници и др. Учените и специалистите от Института участват активно в обучението и подготовката на специализирани кадри в областта на катализа.

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2022 г.

Научните изследвания в ИК са пряко свързани с изпълнение на конкретни проекти и договори. През 2022 г. беше актуализиран Научно-изследователският план на Института, като задачите, включени в него са обединени в три направления, които са в съответствие с Националната стратегия за развитие на научните изследвания 2013-2020 г. и Стратегията за развитие на БАН 2018-2030. Задачите в него са пряко свързани с изпълнение на проекти, финансирани от Европейски програми, ФНИ, по междуакадемичен обмен или бюджетна субсидия. ИК участва в 3 COST акции: „Мрежа за качество на въздуха в затворени помещения“ с координатор проф. д-р Т. Табакова и „Механохимия за устойчива индустрия“ и „Иновативни и устойчиви технологии за намаляване на зависимостта от критичните суровини, използвани в материали с приложение за по-чист транспорт“, с координатор проф. д-р З. Черкезова-Желева, един проект по програма Мария Кюри, Horizon 2020 Research and Innovation Staff Exchange: Chemistry of Platinum Group Metals, АКРОНИМ: CChemPGM и един проект финансиран от Horizon Europe - ERA MIN 3 “Микровълново подобро възстановяване на REE и пластмаса от ОЕЕО и повторна употреба в адитивното производство на нови магнитни компоненти” с ръководител проф. д-р З. Черкезова-Желева, 13 проекта, финансирани от ФНИ, 8 проекта по програмата за ЕБР на БАН, 1 проект от НП „Млади учени и постдокторанти“ и 3 съвместни проекти с фирми, 2 с фирмата „GenCell Ltd“, Израел и 1 с „Техкерамик“ ООД Мездра.

През 2022 г. в Института се изпълняваха 5 проекта от „Конкурс за финансиране на фундаментални научни изследвания“ с базова организация Институт по катализ, в 3 проекта по конкурса Институтът е съизпълнител, 1 проект от „Конкурса за финансиране на фундаментални научни изследвания на млади учени и постдокторанти, както и 3 проекта за Двустранно сътрудничество, финансирани от ФНИ, съответно два с Русия и един с Индия.

Резултатите от научноизследователската дейност на ИК през 2022 година са публикувани в 38 научни труда, в това число 32 публикации в реферирани и индексирани от WoS и SCOPUS, като 12 научни публикации в издания, които попадат в категория Q1, 12 в категория Q2, 6 в категория Q3, 2 в издания със SJR в Scopus, неотнесени към квартали, 2 в издания, неиндексирани в WoS, Scopus, ERIH+ или други профилирани бази от данни и 4 публикации в депозитни бази данни. Приети за печат в издания, индексирани в WoS, Scopus, ERIH+ са 3 публикации.

През 2022 година 375 научни трудове на учени от Института са цитирани 1291 пъти в реномирани научни издания и дисертации. Както и в предходните години, продължава цитирането на научни публикации публикувани през осемдесетте и деветдесетте години, потвърждение за научната стойност на получените резултати.

През 2022 г. учените от ИК представиха научните си резултати на 34 научни форума. Изнесени бяха 2 пленарни доклада на международни научни форуми, един в чужбина от проф. Тодорова (16th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry 2022 Белград) и един в България от проф. Т. Табакова в София (Autumn school: Catalysis for Europe's green transition: Advancing industrial catalysis by synergy of experiments and supercomputing simulations), 5 доклада на международни научни форуми, 11 на национални научни форуми, 26 постерни доклада на международни научни форуми и 27 постерни доклада на национални научни форуми.

В края на годината, на 15 и 16 ноември в Института по катализ бе проведена поредната 17-та Националната конференция по катализ, в програмата на която се проведе Научна сесия за студенти, докторанти и млади научни работници. Форумът беше посветен на 100-годишнината от рождението

на основателя на Института по катализ на БАН – акад. проф. Димитър Марков Шопов. Организатори на събитието бяха Институтът по катализ и „Българско каталитично дружество“ при Съюза на химиците в България.

В научното мероприятие участваха 132 учени и студенти от България и чужбина. В научната програма бяха включени 44 доклада, разисквани бяха научни постижения и иновационни подходи свързани с методите за получаване, охарактеризиране и изпитания на нови катализатори; каталитични процеси за производство на енергия и химикали от възобновяеми и изкопаеми източници; каталитично отстраняване на замърсители на околната среда, като азотни оксиди, сяра, въглероден оксид, въглероден диоксид и органични съединения; фотокатализатори и електрокатализатори за горивни елементи.

Нашите изследователи са гостували като лектори и специалисти в чужди университети, изследователски центрове и фирми във връзка с изпълнението на съвместни проекти.

Учени от Института участват в ръководните органи и като членове на научни организации. Проф. д-р Юрий Кълвачев е управител на Фонд „Научни изследвания“ и заместник председател на Хумболтовия съюз в България и на Българската зоолитна асоциация. Проф. д-р Зара Черкезова-Желева е член на програмния комитет на Европейски научноизследователски съвет по Рамковата програма Хоризонт за Европа, доц. д-р Й. Каракирова е член Временна научно-експертна комисия по химия към ФНИ, а гл. ас. д-р Петя Петрова е експерт към МОН като оценител на учебници по Химия и опазване на околната среда. Проф. д-р А. Елияс е председател, а доц. д-р Д. Николова е зам. председател УС на Българското каталитично дружество. Председател на Управителния съвет на Българско ЕПР дружество е доц. д-р Й. Каракирова, а доц. д-р К. Алексиева е член на УС.

Нашите изследователи са гостували като лектори и специалисти в чужди университети, изследователски центрове и фирми във връзка с изпълнението на съвместни проекти.

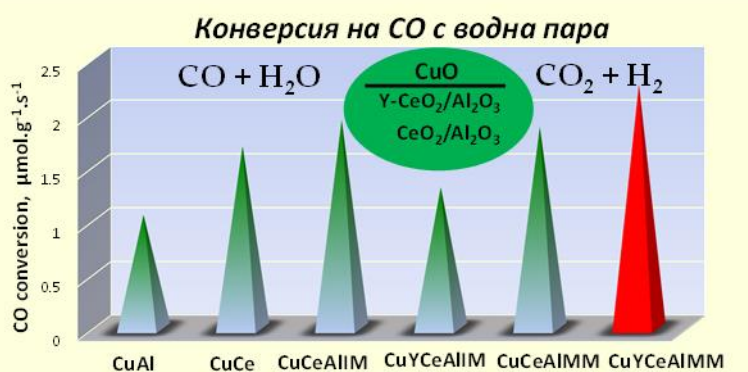
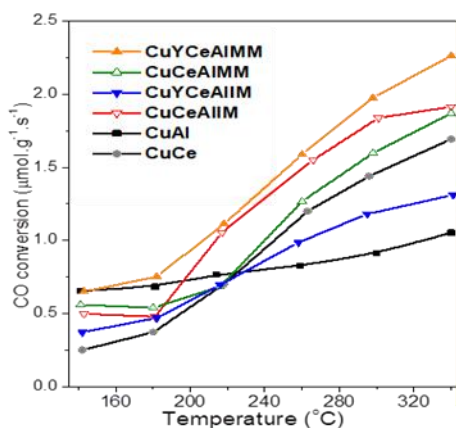
Във връзка с изпълнение на проект по програма ЕБР с Румънската академия “Експериментални и изчислителни изследвания на адсорбирани фотопревключващи молекули“ на 19. 09. 2022 в ИК беше проведен уършоп „Experimental and numerical approaches for photo-switching systems“, на който участниците в проекта изнесоха лекции.

2.1. Най-значимо научно постижение на ИК - БАН за 2022 г.

Изучаване влиянието на метода на синтез на носители на медни катализатори за получаване на чист водород чрез конверсия на СО с водна пара

Ръководител: проф. д-р Татяна Табакова

Разработени са ефективни каталитични материали за получаване на чист водород чрез промотиране с меден оксид на материали, съдържащи CeO_2 нанесен върху Al_2O_3 с високо развита повърхност. Установено е, че използването на екологичен и лесно-изпълним метод на механохимично смесване (ММ) за синтез на оксидните носители, както и модифицирането им с Y_2O_3 , оказва положителен ефект върху ниско-температурната активност в реакцията на конверсия на СО с водна пара (КВОВП). Изследването на връзката между активността и структурните, електронни и редукционни свойства показва, че взаимодействието Cu^{2+} -Оваканция- Ce^{3+} /или Y^{3+} играе решаваща роля за реактивоспособността. Катализаторите са устойчиви на дезактивиране при работа в продължение на 30 часа, което ги прави перспективни системи за получаване на екологично чисто гориво.



Температурна зависимост на каталитичната активност на нанесени медни катализатори в реакцията на КВОВП в зависимост от метода на получаване

Ползите за обществото са: Разработени са нов тип ефективни, стабилни и икономически конкурентни медни катализатори за получаване на чист водород с приложение в горивни клетки и водородната енергетика.

Разработката е отразена в:

Ilieva, L., Ivanov, I., Sobczak, J.W., Lisowski, W., Karashanova, D., Kaszkur, Z., Petrova, P., Tabakova, T.. Effect of support preparation method on water-gas shift activity of copper-based catalysts. International Journal of Hydrogen Energy, 47 (97) (2022) 41268-41278, IF 7.139

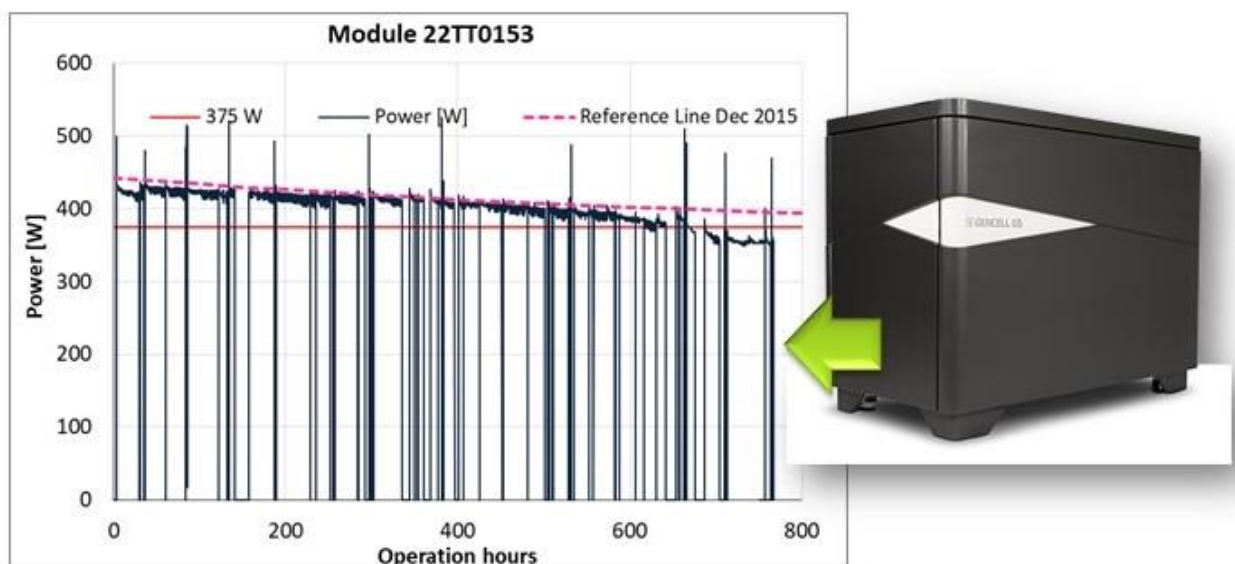
2.2. Най-значимо научно-приложно постижение на ИК за 2022 г.

Катализатор на базата на никел за анод на горивни клетки

Ръководител: проф. д-р М. Габровска

Патентована е успешна три-метална никелова композиция на неблагороден аноден катализатор :

- -с електрохимично поведение идентично на NiPd катализатор (промишлен продукт на GenCell Ltd);
- -с възпроизводима електрохимична активност;
- -с издръжливост в модул от горивни клетки 2 месеца работа, подобно на стандартния NiPd модул.
- Заявеният патент е публикуван и е отворен за публично инспектиране.



Профил на мощността на модул с неблагороден три-метален никелов аноден катализатор при 100 mA/cm^2 @ 70°C

Разработката е отразена в:

N. Borchtchoukova¹, Y. Wijsboom¹, G. Finkelshstein¹, M. Gabrovska², D. Nikolova². Patent №EP4046217A1” Nickel-based catalyst for fuel cell anode”, 22 august 2022

¹ GenCell Ltd., 4951025 Petah Tikva, Israel

² Institute of Catalysis, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev St., Bldg. 11, 1113 Sofia, Bulgaria

3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ЗВЕНТО

3.1. В рамките на договори и спогодби на ниво Академия

Сътрудничеството в рамките на спогодби на ниво Академия обхваща 10 проекта: Институт по физикохимия на ПАН, Варшава-1; ИФ РА, Букурещ Румъния-3; Институт по макромолекулярна химия, гр. Яш, Румъния -1; Институт по наноматериали, Национален съвет за изследвания, Палермо, Италия-1, ИХТМ БУ, Белград, Сърбия-2; ИГТ-Прага, Чехия-1; Институт по геотехника на САН, Кошице, Словакия-1, Институт по катализ и нефтохимия, Мадрид-Испания. Темите на проектите са в областите на приоритетните научни направления, като екология, зелена химия, енергетика, нови материали. Получените от тези сътрудничества резултати се публикуват в съвместни работи в реномирани международни списания.

3.2. В рамките на договори и спогодби на институтско ниво.

Институтът по катализ има споразумения за сътрудничество в рамките на 5 проекта с:

- Факултета по неорганична химия към университета в Севиля, Испания,
- Университета du Littoral-Côte d'Opale(UCEIV), Dunkerque, Франция;
- Институт по катализ и нефтохимия, Мадрид, Испания;
- Кувейтски институт за научни изследвания.

Научната продукция, която е резултат от международното сътрудничество обхваща публикации предимно в престижни международни списания (Applied Catalysis A, Applied Catalysis B, Catalysis Today, Catalysis Letters, Catalysis Communication, International Journal of Hydrogen Energy,

Applied Surface Science, Frontiers, Photochemistry and photobiology, A:Chemistry, и др. Редица чуждестранни учени са гостували през изтеклата година на ИК-БАН.

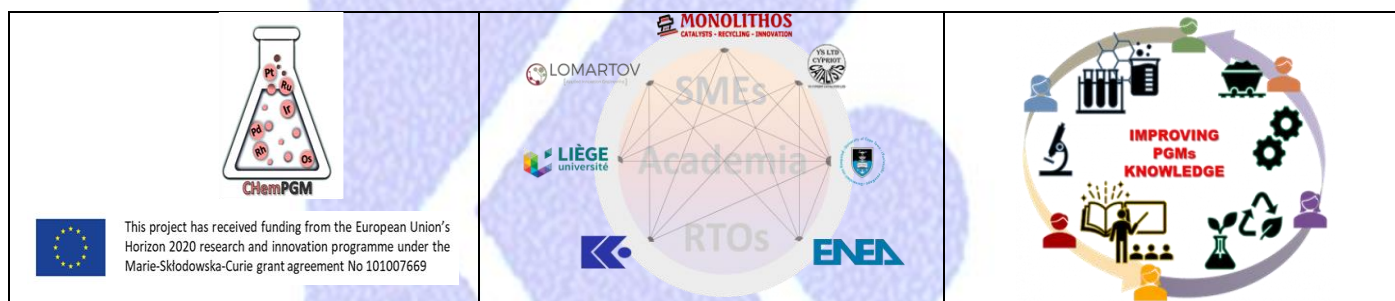
В ИК успешно се работи по един проект по програмата Horizon 2020, Marie Skłodowska-Curie Research and Innovation Staff Exchange АКРОНИМ: CHeMPGM, един проект финансиран от Horizon Europe - ERA MIN 3 “Микровълново подобро възстановяване на REE и пластмаса от ОЕЕО и повторна употреба в адитивното производство на нови магнитни компоненти” и три проекта от програмата COST (CA 18112, CA 17136, IG15102).

Учените от ИК се стремят да разширят научното сътрудничество със страните от ЕС по линия на рамковите програми.

В ИК се работи по договори финансирани от ФНИ в рамките и на Двустранно научно-техническо сътрудничество с Русия -2 и Индия -1.

Значим международно финансиран проект за 2022 г.

Проект № 101007669 „Химия на металите от групата на платината“, Horizon 2020, Marie Skłodowska-Curie Research and Innovation Staff Exchange: Chemistry of Platinum Group Metals, АКРОНИМ: CHeMPGM, 2020-2025, 128 800.00 Евро; <https://chempgm.com/>



Проектът CHeMPGM е фокусиран върху задълбочаване на познанията за химията на металите от платиновата група и механизмите, свързани с добива им от вторични ресурси и отпадни материали, за да се осигури устойчиво снабдяване с тези изключително важни за Европейската икономика суровини, основано на зелените технологии и модела на кръгова икономика. Проектът има за цел да повиши иновационния потенциал на партньорските организации, използвайки триъгълника на знанието – университети / научно-технологични организации / МСП и стартъпи в областта на химията, науката за материалите, инженерството, обработката на минерали и металургията чрез разменни визити между организациите за максимално генериране и обмен на знания. В основата на този проект е създаването на иновационни екосистеми, включващи експерти от тези три области за решаване на важни за практиката проблеми за по-чиста околна среда, повишаване качеството на живот и осигуряване на устойчиво развитие на Европейската икономика. Дейностите по проекта ще надградят знанията за съществуващите процеси за рециклиране на платиновите метали. Успоредно с това се предвижда разработване на нови технологии за повишаване на ефективността на процесите на излугване, разделяне и повторната им употреба за получаване на нови материали със значително намаляване на използваната енергия и количеството отделени токсични отпадъци при третиране на отпадните материали.

4. УЧАСТИЕ НА ИК-БАН В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

Научно-изследователския състав на ИК участва активно в подготовката на студенти, дипломанти и докторанти с изнасяне на лекции, водене на семинарни занятия, курсове, както и обучение по програмата на МОН за студентски практики.

За пълноценната работа на учените от съществено значение са съществуващите тесни 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“. ИК е в договорни отношения за сътрудничество и обучение на специалисти с Университет „Проф. д-р Ас. Златаров“ в Бургас.

Учени от ИК през 2022 г. са участвали в научни журита при защита на дисертации за научна степен доктор (доц. д-р Д. Николова - Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас и доц. Й. Каракирова - ИОХЦФ-БАН) и в конкурси за академични звания (за професор: проф. д-р С. Тодорова-ИОНХ-БАН, ИОХЦФ-БАН и Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас, проф. д-р Т. Табакова - ИОХЦФ-БАН, за доцент: проф. д-р С. Тодорова, проф. д-р Т. Табакова, доц. д-р Н. Велинов, доц. д-р С. Минковска - ИОХЦФ-БАН, проф. З. Черкезова-Желева - ИОМТ-БАН доц. д-р Й. Каракирова - Тракийски университет, Стара Загора).

През годината на територията на Института ученици от столичните училища имаха възможност да се обучават експериментално за участие в различни международни и национални състезания в областите химия и екология. Беше използван STEM подход на учене и преподаване. Ученици от 91. НЕГ под ръководството на гл. ас. д-р Петя Петрова посещаваха периодично ИК за провеждане на лабораторни експерименти. Те спечелиха трето място на регионалния кръг на състезанието „Jugend forscht“ („Младежта изследва“) с разработката за получаване на биогориво от олио и рапично олио чрез преестерификация.

От 2020 г., за срок от 6 години ИК получи акредитация за обучение на докторанти по специалностите „Химична кинетика и катализ“ и „Химия на твърдото тяло“. Акредитацията е със срок от 6 години.

В ИК студенти от изработват дипломни работи за образователните степени „бакалавър“ и „магистър“.

5. ИНОВАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНТО И АНАЛИЗ НА НЕЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

Съгласно класификацията на Центъра за иновации към БАН, по-голямата част от разработките на ИК през 2022 г. са на различен етап от фаза IR – изследователска фаза.

В ИК съществуват голям брой иновационни научни продукти готови за реализация при проявен интерес от страна на промишлеността. Създадени са технологии за синтез на високоефективни наноразмерни фотокатализатори на основата на титанов диоксид и технологии за дезинфекция и почистване на въздух и води от органични замърсители с активиране от слънчева светлина; наноразмерни катализатори за хидрогениране на растителни масла; нискотемпературен наноразмерен никелов катализатор за дълбоко почистване на богати на водород газови смеси от CO₂ чрез метаниране; наноразмерни нанесени златни катализатори и технологии за тяхното приложение в процеси за почистване на отпадъчни газове и получаване на чист водород; наноразмерни катализатори и технология за получаване на синтез газ и водород от възобновяеми източници (биогаз); катализатор и технология за получаване на етилен и пропилен от етан и пропан; нови катализатори на основата на твърди киселини за почистване на дизелови фракции от съединения, съдържащи хетероатоми за получаване на горива съгласно най-новите евростандарти.

Създадени са устройства за фотохимично почистване на въздух в затворени помещения като офиси, салони на самолети, болнични стаи, операционни помещения, стерилизационни и др. и технологии за почистване на въздуха на открито, дезинфекция на съоръжения за масово използване на обществени места. На основата на механично и комбинирано механо-термично въздействие е създаден метод и технология за дълбочинна преработка на пиритни концентрати и за извличане на цветни метали, железни соли и благородни метали от тях. Създаден е метод за механохимичен синтез на наноразмерни ферити (Co-Fe-O, Ni-Fe-O, Zn-Fe-O, Cu-Fe-O, смесени ферити). Синтезираните материали притежават стабилна с времето магнитна структура. Създадени са дозиметри на база твърдо тяло за идентифициране на облъчени храни с метода на ЕПР. Синтезирани са фото- и термочувствителни органични съединения за приложение като оптични превключватели, динамични биосензори, в системи за акумулиране на слънчева енергия. Синтезирани са флуоресцентни маркери за ДНК и скуарилови багрила за приложение в оптичната електроника и за фотодинамична терапия.

След сключен рамков договор за съвместна дейност и научно обслужване е оказвана помощ на индустриалната фирма „ТЕХКЕРАМИК“ ООД - Мездра за входящ и изходящ контрол на суровини, междинни и крайни продукти. Чрез спектрални анализи е извършвана контролна дейност за спазване на технологичен режим и регламент. Извършваната дейност е представяна на фирмата като поредица от експертизи.

В ИК са създадени готови за реализация научни продукти:

1. „Озоногенериращи системи“ за получаване на озон. Системата включва 5 независими модула: Газоподготовка, Озоногенериране, Реакторен, Аналитичен и Доразграждащ в три разновидности с производителност съответно до 10, 100 и 1000 г/ч озон. Тези озоногенериращи системи са приложими в химическата промишленост, екологията, водоподготовката и очистването на отточни води, отпадъчни газове и замърсени почви. Те могат да бъдат приложени и в медицината за дезинфекция и стерилизация на болнични стаи, операционни, затворени помещения, в селското стопанство, при съхранение на плодове и зеленчуци и др.

2. Фотокаталитично устройство за очистване на въздуха в затворени помещения.

6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНОТО

През 2022 г. ИК – БАН има приходи в размер на 4 544 лв. от отдаване под наем на помещение в бл.12, ул. „Акад. Георги Бончев“. Цените по които е формиран наема са съгласно приетите от ръководството на БАН препоръчителни месечни цени за отдаване под наем на активи.

ИК извършва дейност 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, Инфракчервена спектроскопия, Диференциална сканираща калориметрия, Газова хроматография, Атомно абсорбционна спектроскопия, Ултравиолетови спектри по утвърден ценоразпис публикуван на интернет страницата на Института. За 2022 г. от сервизни услуги ИК има приходи в размер на 16 698 лв.

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ЗВЕНОТО ЗА 2022 Г.

№.	Наименование на приходите / разходите	Изпълнение
I.	ПРИХОДИ	134 081
1	Приходи от продажба на услуги, стоки и продукция	129 537
2	Приходи от отдаване под наем на недвижимо имущество	4 544
II.	РАЗХОДИ	1 804 296
	Заплати и възнаграждение на персонала нает по трудови	
1	правоотношения	1 164 079
2	Други възнаграждения и плащания за персонала	249 166
	В т.ч. - за персонала в извънтрудови правоотношения	35 592
	- обезщетения с характер на възнаграждения	59 832
	- други плащания и възнаграждения	153 742
3	Осигурителни вноски от работодателя за ДОО	154 499
4	Здравноосигурителни вноски от работодателя	60 374
5	Вноски за допълнително задължително осигуряване	29 217
6	Издръжка	246 835
	в т.ч. – учебни и научно-технически разходи	65
	- материали	52 961

- вода, горива и енергия	72 376
- разходи за външни услуги	49 629
- текущ ремонт	10 954
- командировки в страната	7 812
- командировки в чужбина	45 382
- разходи за застраховки	319
- други финансови услуги	258
- други разходи	7 079
7 Платени данъци, такси и административни санкции	5 469
8 Стипендии	9 750
9 Придобиване на ДА	125 413
в т.ч. - компютри и хардуер	10 434
- друго оборудване, машини и съоръжения	114 979
III. БЮДЖЕТНА СУБСИДИЯ	1 574 826
IV. ТРАНСФЕРИ	214 839
V. ФИНАНСИРАНЕ	
в т.ч. - остатък по сметки от предходния период	404 302
- остатък по сметки в края на периода	337 092
VI. Средногодишна брутна работна заплата на едно лице	1 666

Приходи в размер на 16 698 лева от извършени услуги и анализи.

Приходи от договори за научни разработки с организации от чужбина – 112 839 лв. по два договора с GenCell Израел.

Приход във връзка с „Национална програма – Млади учени и постдокторанти“ в размер на 6 300 лв.

Приходи по 3 договора с Фонд „Научни изследвания“ – 137 908 лв.

Приходи по договор „Консорциум за изпълнение на Национална научна програма „Нисковъглеродна енергия за транспорта и бита (ЕПЛЮС)“ – 4 733 лв.

Приходи по 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 – ИНФРАМАТ“ – 55 718 лв.

Наличност в СЕБРА към 31.12.2022 г. - 508 395 лв.

7. ИЗДАТЕЛСКАТА И ИНФОРМАЦИОННА ДЕЙНОСТ.

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

проф. д-р Силвия Тодорова

Гост редактор на Special Issue "Symmetry" , "Heterogeneous Catalysis: Topics and Advances

чл. кор. Л. Петров (асоцииран член)

- Bulgarian Chemical Communications;
- Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy;
- Химия и индустрия;
- Journal of Environmental Protection and Ecology;
- Катализ в промишлености, Калвис, Москва, Россия ;
- Catalysis in Industry, Springer, Germany.

проф. д-р Зара Черкезова-Желева

- Nanoscience and Nanotechnology

проф. д-р А. Елияс

- Nanoscience and Nanotechnology

проф. дн Ив. Митов (асоцииран член)

- Mössbauer Effect Reference and Data Journal.

доц. д-р Мария Колева

- Springer Nature Applied Sciences (SNAS)

доц. д-р Йорданка Каракирова

- Academic Reads Journal of Physics
- Гост редактор на Special Issue „Molecules”, “Applied EPR Spectroscopy”.

доц. д-р Ч. Бонев

- Bulgarian Chemical Communications;
- Химия и индустрия - Зам. главен редактор

9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ЗВЕНТО.

Научен съвет на Институт по катализ, БАН

1. Николай Велинов, доц. д-р, председател на НС, ИК-БАН
2. Христо Колев, доц. д-р, зам. председател на НС ИК-БАН
3. Димитринка Николова, доц. д-р, секретар на НС, ИК-БАН
4. Силвия Тодорова, проф. д-р, директор на ИК-БАН
5. Васко Идакиев, проф. д-р, зам. директор по административно-стопанската дейност на ИК-БАН
6. Юрий Кълвачев, проф. дн, ИК-БАН
7. Александър Елияс, проф. д-р, ИК-БАН
8. Георги Тюлиев, проф. д-р, ИК-БАН
9. Зара Черкезова-Желева, проф. д-р, ИК-БАН
10. Маргарита Габровска, проф. д-р, ИК-БАН
11. Татяна Табакова, проф. д-р, ИК-БАН
12. Даниела Панева, доц. д-р, ИК-БАН
13. Йорданка Каракирова, доц. д-р, ИК-БАН
14. Мая Шопска, доц. д-р, ИК-БАН
15. Стела Минковска, доц. д-р, научен секретар на ИК-БАН
16. Никола Малиновски, проф. дн, ИОМТ-БАН
17. Таня Цончева, проф. дн, ИОХЦФ-БАН
18. Антон Найденов, проф. д-р, ИОНХ-БАН

Научният съвет на ИК-БАН е избран на ОСУ в ИК на 04.10.2019 г.

10. КОПИЕ ОТ ПРАВИЛНИКА ЗА РАБОТА В ЗВЕНТО, ЛИНК КЪМ САЙТА, КЪДЕТО Е КАЧЕН ПРАВИЛНИКА

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

1. ИК – Институт по катализ;
2. ОСУ – Общо събрание на учените;
3. БКД – Българско каталитично дружество;
4. ЕПР – Електронен парамагнитен резонанс;
5. ИФ – Иновационен фонд;
6. ТПР- Температурно-програмирана редукция;
7. ТПС- Температурно-програмирано сулфидиране;
8. КВОВП - конверсия на въглероден оксид с водна пара;
9. ХТМУ – Химико-технологичен и металургичен университет;
10. ДМА – Дълготрайни материални активи;
11. РАН – Руска академия на науките;
12. РА – Румънска академия;
13. ПАН - Полска академия на науките;
14. ИОХЦФ-БАН- Институт по органично химия с център по фитохимия;
15. ПУ- Пловдивски университет;
16. УС – Управителен съвет