

## **ОТЧЕТЕН ДОКЛАД**

**на**

**ИНСТИТУТА ПО ОБЩА И НЕОРГАНИЧНА ХИМИЯ**

**за 2018 г.**

Директор на ИОНХ:  
/проф. д-р Пламен Стефанов/

януари 2019 г.

## 11. Проблематика на ИОНХ

### 1.1. Преглед на изпълнението на целите на ИОНХ.

В отговор на динамично променящите се икономически и социални предизвикателства свързани с енергийна ефективност и оползотворяване на природни ресурси през 2018 г. бе разработена нова Стратегия за развитие на ИОНХ за периода 2018-2030 г. Стратегията цели утвърждаване на ИОНХ като водещ национален изследователски и иновационен център по химия на материали и процеси с екологична насоченост. В изпълнение на тази стратегия, по-важните дейности и резултати през 2018 г. са както следва:

1. Благодарение на натрупания опит и високи наукометрични показатели, ИОНХ бе избран за **координатор** на **„Националния център за върхови научни постижения по мехатроника и чисти технологии“**, в рамките на **ОП НОИР 2014-2020 г.** В Центъра, ИОНХ участва още с най-значимите си постижения по следните три теми: материали и тънки филми за опазване на околната среда; материали за съхранение на чиста енергия, керамика, биокерамика и стъкла за по-добър живот. Центърът обединява научноизследователския капацитет на 12 института на БАН и висши училища - СУ „Климент Охридски“, ТУ-София, ТУ-Варна, ТУ-Габрово и ХТМУ-София. Признание и интерес към научната дейност и постиженията на ИОНХ бе посещението на министъра на образованието и науката Красимир Вълчев и заместник-министъра проф. Иван Димов.

2. През 2018 г. ИОНХ се включва в изпълнение на **три национални научни програми**, целево финансирани от МОН по значими тематики за обществото: (1) „Нисковъглеродна енергетика за транспорта и бита”. Е+; (2) „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“; (3) „Здравословни храни за силна биоикономика и качество на живот“.

3. Научните изследвания в ИОНХ през 2018 г. се провеждаха в рамките на **34 проекта** с различни източници на финансиране като ФНИ, МОН, инфраструктурни проекти по научна пътна карта, фирми и вътрешно-институционален договор. Резултатите от изследванията са отразени в общо **111 научни публикации**, от които **95 труда са в индексирани издания в международна база данни SCOPUS и Web of Science**, и са представени на общо **44 научни форума** у нас и в чужбина под формата на **107 доклада**. Върху научните трудове на учени от ИОНХ са забелязани общо **2314 цитирания**. ИОНХ поддържа традиционно международно сътрудничество, в резултат на което 34% от научната продукция е с **чуждестранни учени** от водещи научни организации.

4. **Инфраструктурата на ИОНХ** се поддържа в рамките на изпълнението на два проекта, включени в Национална научна пътна карта.

5. През 2018 г. двама учени бяха отличени с **национални престижни награди**: проф. д-р Радостина Стоянова – с награда „Питагор”-2018 за “Утвърден учен в областта на природни и инженерни науки“ и млад учен д-р Мария Калъпсъзова – с национална награда по неорганична химия на името на проф. Баларев.

В заключение, постигнатите резултати през 2018 г. са добра основа за устойчиво развитие на ИОНХ в областта на химия на материалите и са в съответствие с принципите на Националната Стратегия за провеждане на качествени фундаментални изследвания и за развитие на специалисти в научната област „3. Природни науки, математика и информатика”, научно направление „Химически науки”.

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

**1. Проектна дейност.** В изпълнение на компонент от НСРНИ в РБ за допълняемост, синергия и ефективно използване на различни източници на финансиране при реализация на научни задачи и решаване на значими за икономиката и обществото проблеми, ИОНХ участва:

- като **координатор** в изграждането и функционирането на „**Национален център по Мехатроника и чисти технологии**“ създаден през 2018 г. по ОП-НОИР 2014-2020г.
- в две **научни инфраструктури** по национална пътна карта: ИНФРАМАТ „Разпределена инфраструктура от центрове за производство и изследване на нови материали и техните приложения, както и за консервация, достъп и е-съхранение на артефакти (археологически и фолклорни)“ и СЕВЕ-ЕСССЕЛ „Съхранение на енергия и водородна енергетика“.
- в изпълнението на **три национални научни програми**: „**Нисковъглеродна енергия за бита и транспорта**“ Е+, по Компонент 1 “Съхранение и преобразуване на възобновяема енергия” и Компонент 3 "Ефективни методи за улавяне и оползотворяване на CO<sub>2</sub>", „**Здравословни храни за силна биоикономика и качество на живот**“ Компонент 2 „Растително здраве и безопасност в хранителните системи“ и „**Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия**“. РП 3.1 „Качество на националните водни ресурси (повърхностни и подземни)“.
- в изпълнение на **20 научни проекта по Фонд „Научни изследвания“** свързани с фундаментални изследвания и обществени предизвикателства.

**2. Научна инфраструктура.** В рамките на **Националните разпределени програми от национална пътна карта и спечелените проекти в ИОНХ** са заделени средства за поддържане и функциониране на инфраструктурата на ИОНХ **ИнфраИОНХ** (<http://infraionh.igic.bas.bg/>). Тази инфраструктура се използва не само от учени на ИОНХ, а се предоставя в услуга на други изследователи, бизнеса и за обучение на висококвалифицирани специалисти.

**3. Развитие на научен потенциал.** Привличането, развитието и задържането на висококвалифицирани и мотивирани изследователи и поддържането на високо научно ниво на изследванията са следващите цели на ИОНХ в съответствие дейност 1.3. от НСРНИ. През 2018 година мобилността на учените от ИОНХ се е повишила като са осъществени **25 командировки** за участие в научни форуми и работа по международни сътрудничества. Спечелени са **4 стипендии за научен обмен по Еразъм+** в Полша, Гърция, Германия и Португалия и **една постдокторска стипендия** по DAAD в Лабораторията на проф. Пасерини от Helmholtz Institute в Ulm (Германия). Един чуждестранен учен от Великобритания е гостувал в ИОНХ във връзка с подготовката на Европейски проект.

С цялостната си научноизследователска дейност ИОНХ се стреми да интегрира науката в България в Европейското изследователско пространство в изпълнение на НСРНИ 2020. Всички тези дейности имат за цел да се концентрира научната инфраструктура и изследователския капацитет на ИОНХ в значими за икономиката направления и за решаване на неотложно възникнали потребности.

### 1.3. Полза/ефект за обществото от извършваните дейности

1. Ползата за обществото от дейностите в ИОНХ през 2018 г. са свързани с изпълнение на **Национални научни програми** за решаване на икономически и социални предизвикателства. Ролята на ИОНХ в програмата „Нисковъглеродна енергия за бита и транспорта” Е+ е свързана с изпълнение на Компонента 1 "Съхранение и преобразуване на възобновяема енергия" и Компонент 3 "Ефективни методи за улавяне и оползотворяване на CO<sub>2</sub>". Целта на програма Е+ е ускоряване на прехода към нисковъглеродна икономика чрез обединение на научно-изследователския потенциал и капацитет на България за постигане на нови познания и експертиза, които ще стимулират бързото навлизане на технологиите за съхранение и преобразуване на възобновяема енергия, водород-базирани технологии и еко-мобилност. По програма „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, ИОНХ изпълнява РП 3.1 „Качество на националните водни ресурси (повърхностни и подземни)“ с дейност химични анализи и оценка на моментното състояние на повърхностни води и техни седименти от различни райони в България, включващи чисти, битови и индустриално замърсени води, както и води с различна соленост. По програма „Здравословни храни за силна биоикономика и качество на живот“ учени от ИОНХ участват в РП 2.4 „Възобновяеми биологични ресурси в стопанските единици“ с научна задача „Анализ на възможностите и наличните технологии за преработка и рециклиране, както и предлагане на съвременни иновативни технологични решения за приоритетните за страната биоресурси“.

2. **Подготовка на висококвалифицирани специалисти.** ИОНХ извършва обучение на съвременно ниво на млади учени, постдокторанти, докторанти и студенти в областта на химия на материалите, което е следваща дейност в полза на обществото. Също така, ИОНХ предоставя своята инфраструктура на студенти и докторанти от други научни организации за извършване на специализирана научна дейност. По този начин ИОНХ допринася за създаването на висококвалифицирани кадри, които са конкурентноспособни на пазара на труда и отговарят на нарастващите изисквания на съвременната икономика в България.

3. **Обществени изяви за популяризиране на научни постижения.** Участие във Филм за Центъра по Мехатроника и чисти технологии към списание "Българска наука", <https://www.youtube.com/watch?v=paG8NkVxfdl>; Интервю на проф. Пламен Стефанов за списание "Българска наука", специален брой с публикации свързани с центровете по върхови постижения и за компетентност.; Публикация за ИОНХ на тема „Зелената икономика е приоритет за химиците” във вестник „Аз Буки”.; Участие в предаването "Здравето отблизо" на БНТ 1 на тема "Морелечение у дома" и дискусия "Защо българската луга е по-добра от кристалите от Мъртво море“.; Научно-популярна лекция "Наследството на Нобел - от динамита до наши дни", изнесена пред Съюза на химиците в България по случай празник на химията.

4. Извършването на **сервизни анализи, консултации, експертизи и иновационна дейност** за нуждите на фирми подпомагат развитието на бизнеса. Ползата за обществото от научно-приложните, иновационни и сервизни дейности на ИОНХ е пряко свързана с разработване на неорганични материали за безопасно съхранение на енергия, за интелигентни оптични и биомедицински приложения с цел да се постигнат нови знания и да се въведат оригинални подходи и концепции в една от приоритетните области на страната, дефинирана по ИСИС, а именно „Чисти технологии с акцент върху транспорта и енергетиката”.

#### 1.4. Взаимоотношения с други институции

➤ Сътрудничеството между учени от ИОНХ, университетите и други институти намери конкретно измерение при проекта за създаване на „**Национален център за върхови постижения по Мехатроника и чисти технологии**“ с партньори СУ „Климент Охридски“, ТУ-София, ТУ-Варна, ТУ-Габрово и ХТМУ-София и научни групи от 12 института на БАН, както и при научните инфраструктурни и националните научни програми. Израз на сътрудничеството между ИОНХ с български научни организации (Висши училища, Институти на БАН основно в направления енергийни ресурси и енергийна ефективност и нанонауки, нови материали и технологии, и Селскостопанска академия, Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията) са действащите 24 съвместни проекта по ФНИ и многобройните съвместни публикации. Най-голям брой публикации учени от ИОНХ отчитат с ХМТУ-София (19 публ.), Института по катализ (17 публ.), Софийския университет (ФХФ, ФзФ, БФ-12 публ.) и Института по физикохимия (11 публ.).

➤ **Участие в експертни органи.** Учени от ИОНХ участват в **27 експертни органи и организации**, повечето в областта на науката и висшето образование. По-важните са: Постоянна комисия по природни науки, математика и информатика към Националната агенция за оценяване и акредитация (НАОА), Временна Научно Експертна Комисия по Химически науки (МОН-ФНИ) (Зам. Председател), Експертна група по процедура за програмна акредитация на докторски програми „Радиохимия“, "Химия на твърдото тяло" и "Теоретична химия" в СУ, и „Неорганична химия" в ПУ, НАОА; Комитет за наблюдение на ОП „Наука и образование за интелигентен растеж“ (МОН), Съвет за обществени консултации към Комисията по европейски въпроси и контрол на европейски фондове в Народното събрание, Национален съвет за наука и иновации (МОН), Държавна Агенция „Електронно управление“ (МСПД) и неговата Експертна работна група (ЕРГ); Международен съюз за чиста и приложна химия (IUPAC) (Национален представител и асоцииран член) на Национален комитет в IUPAC Division VI, Chemistry and the Environment, International Union of Crystallography (Commission on Powder Diffraction). Участие на учени от ИОНХ в Управителния съвет на проект COST Action TD1305 iPROMEDIA, в Съвет за наука към Столична община (член), Общински съвет за намаляване на риска от бедствия към Столична община, European Research Council (Експерт), Национален координационен съвет по нанотехнологии. Учен от ИОНХ е извършил експертиза за Оценка на Лаборатория за изпитване към българска служба за акредитация (БСА).

➤ **Рецензии и становища по процедури.** Изготвени са **14** рецензии и становища от 9 учени на ИОНХ по процедури за научни степени и академични длъжности към ФХФ-СУ, ПУ „Паисий Хилендарски“, ХТМУ – София, ИФХ, ИОНХ и Annamalai University (Индия). Учен от ИОНХ е участвал в жури на конкурс за докторска стипендия 2019 на Фондация Карол Знание. През 2018 г са изготвени **16** анонимни рецензии по проекти на ФНИ и други научни организации и **137** рецензии на статии за специализирани списания от 19 експерти на ИОНХ.

➤ **Международни мрежи и организации.** ИОНХ е член на Европейския научен алианс по енергия, програма „Съхранение на енергия“, подпрограма „Електрохимично съхранение“.

Учени от ИОНХ са членове на:

- международни научни дружества - Royal Society of Chemistry, Academia Europea, American Chemical Society и Международен съюз за чиста и приложна химия;
- национални научни дружества - Българско кристалографско дружество, Клуб на българските катализици и Съюз на химиците в България;

- редакционните колегии на Current Physical Chemistry, Open Engineering, Recent Patents on Materials Science, Current Smart Materials, Asian Journal of Nanosciences and Materials;
- организационен комитет на научен форум „Twelfth International Symposium on Heterogeneous Catalysis: a motor of economy“.

## **1.5. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата**

**1.5.1. Практически дейности:** С наличното оборудване в ИОНХ са извършвани сервизни услуги и анализи за други институти на БАН (ИФХ, ИЕЕС, ИМК и ИИХ), български университети (НИС-ХТМУ, ФХФ-СУ) и за външни заявители. За нуждите на бизнеса през 2018 г., в ИОНХ са извършвани анализи за сертифициране на продукцията, контрол на суровини и технологични процеси, за фирмите Сенсата технолоджи ООД, Агрополихим ЕООД, Технойон ЕАД, Карбо Енерджи ЕООД, Вал Технолоджи ЕООД, Ловенщайн България Трейд ООД, Мейк България ЕООД и др.

Във връзка с изследванията върху устойчиво използване на морските ресурси в ИОНХ са разработени иновативни продукти и технологии на основата на химическите ресурси на Черно море, организирани са малки производства на натурална медицинска козметика, която се предлага в страната и чужбина. „Лаборатория по солени системи и природни ресурси“ - Бургас разработи и внедри технологии на 5 нови продукта и организира тяхното производство. Разработените нови продукти за козметиката/медицинската козметика са по поръчка на бизнеса. Институтът продължава партньорството си с община Бургас и областна управа Бургас като рекламира уникалните солени езера чрез разработените козметични продукти и участва в различни техни инициативи. Учен на ИОНХ е член и участник в заседанията на Обществения съвет, гр. Бургас, за Атанасовско езеро.

**1.5.2. Проектите, свързани с общонационални и оперативни дейности, в които ИОНХ участва са финансирани от МОН и са както следва:**

<b>Проекти по Национални научни програми</b>	<b>Водеща организация</b>	<b>Координатор от страна на ИОНХ</b>
„Нисковъглеродна енергия за бита и транспорта” Е+	БАН	Проф. д-р Радостина Стоянова
„Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“,	БАН и СУ	Доц. д-р Диана Рабаджиева
„Здравословни храни за силна биоикономика и качество на живот“	Аграрен университет, Пловдив	Доц. д-р Паунка

## 2. Резултати от научноизследователската дейност през 2018 г.

Основните резултати от научно-изследователската дейност на Института следват темите и задачите от научно-изследователския план на ИОНХ приет през 2017 г.

### **Тема А: Синтез, структура и дизайн на материали за екоенергийни, оптични и биомедицински технологии**

#### ***Интеркалационни съединения и сложни оксиди като материали за литиево-йонни батерии; пост-литиево-йонни батерии и термоелектрични устройства;***

Способността да се контролират целенасочено интеркалационните свойства на оксиди и полианионни съединения е тясно свързана с възможността да се вникне в механизма на електрохимичните реакции, а от там да се разработят нови технологии за ефективно, безопасно и икономически изгодно съхранение на енергия. Получените резултати са както следва:

- Експериментално е показано за първи път, че натриево кобалтово-манганови сулфати с алуаудитна структура са способни да интеркалират  $\text{Li}^+$  и  $\text{Na}^+$  при потенциали по-високи от 4.0 V спрямо  $\text{Li}/\text{Li}^+$ . Това уникално свойство на сулфатната сол  $\text{Na}_{2+\delta}(\text{Co}_{0.63}\text{Mn}_{0.37})_{2-\delta/2}(\text{SO}_4)_3$  е следствие от редуцирания катионен дефицит в  $8f$  позиции на алуаудитната структура, от редукционните свойства на  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Mn}^{2+}$  и от стабилността на структурата по време на миграцията на  $\text{Li}^+/\text{Na}^+$ .
- За разлика от сулфатните соли  $\text{Na}_{2+\delta}(\text{Co}_{0.63}\text{Mn}_{0.37})_{2-\delta/2}(\text{SO}_4)_3$  с алуаудитна структура, натриево никелово-мангановите сулфати  $\text{Na}_2\text{Ni}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}(\text{SO}_4)_2$  със суперструктура проявяват селективна интеркалация на  $\text{Na}^+$  за сметка на редокси двойката  $\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}^{3+}$ , докато никеловите йони не участват в електрохимичната реакция.
- Съставена е хибридна Li-Na йонна клетка на базата на сулфатна сол  $\text{Na}_2\text{Ni}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}(\text{SO}_4)_2$ , проявяваща селективни интеркалационни свойства, и литиево-титанов шпинел с неселективни интеркалационни свойства. Функцията на клетката се състои в осъществяването на обратима натриева интеркалация на сулфатния катод и обратима литиева интеркалация на шпинелния анод.
- Подобно на алуаудитната структура, фосфо-оливиновата структура остава стабилна при многократната интеркалация на алкални йони. Това е демонстрирано чрез заместваните с магнезий натриево манганови фосфати. Установено е, че заместваните с магнезий фосфо-оливини интеркалират предпочитано натриеви йони в сравнение с литиевите.
- Установено е, че съвместната интеркалация на литиеви и магнезиеви йони при магнезиево манганови шпинели с инверсно катионно разпределение протича със запазване на шпинелната структура и слабо изменение на степента на тетрагонална деформация. Предимствата на осъществяването на съвместна интеркалация на  $\text{Li}^+$  и  $\text{Mg}^{2+}$  йони са демонстрирани чрез конструирането за първи път на хибридна Li-Mg йонна клетка, съдържаща инверсен магнезиево-манганов шпинел,  $\text{MgMn}_2\text{O}_4$ , спрямо литиево-титанов шпинел  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ .
- Направен е обзор върху едно от най-актуалните предизвикателства в развитието на пост-литиево-йонните батерии, а именно осъществяване на съвместна интеркалация на различни от лития моно- и/или поливалентни катиони. Идентифицирани са най-подходящите структурни матрици за бърза и обратима не-селективна интеркалация и е предложена визия как да се постигне синергичен ефект при съвместната интеркалация на йони с различни заряди или на йони с различни йонни радиуси. Предложено е разработване на хибридни метално-йонни батерии като алтернатива на сегашните литиево-йонни батерии.
- Изследвани са композити между кобалт-съдържащи слоести и перовскитови оксиди като термоелектрични материали. На базата на фотоемисионна електронна

микроскопия, извършена в полския център SOLARIS, бе показано, че интерфейса между композитите определя техните електрични и магнитни свойства.

➤ В рамките на съвместно изследване с учени от Израел, са установени структурните и морфологични характеристики на новосинтезирани молибден-заместени богати на никел слоеви материали (NCM - 811) със следните номинални състави  $\text{Li}(\text{Ni}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1})\text{O}_2$ ,  $\text{Li}(\text{Ni}_{0.79}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{Mo}_{0.01})\text{O}_2$ ,  $\text{Li}(\text{Ni}_{0.79}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.09}\text{Mo}_{0.02})\text{O}_2$ ,  $\text{Li}(\text{Ni}_{0.78}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.09}\text{Mo}_{0.03})\text{O}_2$  и  $\text{Li}(\text{Ni}_{0.77}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{Mo}_{0.03})\text{O}_2$  и е оценено влиянието им върху електрохимичното поведение в литиеви клетки.

#### **Материали на основата на оксиди и хидроксиди за суперкондензаторни системи;**

➤ Структурирани и многокомпонентни композитни материали на основата на смесени никелови хидроксиди и манганови оксиди са изследвани съвместно с учени от ИЕЕС-БАН като хибридни суперкондензатори в електролити КОН и КОН-LiОН. Чрез комбиниране на рентгенографски, микроскопски и електрохимични изследвания са показани предимствата на структурираните никелово-хидроксидни композити, които осигуряват добър баланс между висока енергийна плътност и плътност на мощността и се характеризират с отлична стабилност при многократно циклиране при високи токови натоварвания.

#### **Нанокмпозитни материали за акумулиране на водород;**

➤ Продължиха системните изследвания върху акумулирането на водород в композитни системи на основата на  $\text{MgH}_2$  и добавки от Ni и активен въглен получен от полиолефинов восък. Чрез *ex-situ* ТЕМ анализи са определени структурните и фазови преходи, протичащи в процеса на обратимо хидриране и дехидриране на композитните системи. В резултат на тези изследвания е синтезиран  $\text{Mg}_2\text{NiH}_4$  по опростен метод и при по-ниски температури и налягания от досега публикуваните в литературата.

#### **Интелигентни оптични системи на основата на стъкла и керамики;**

Изследванията са свързани със синтеза, структурното охарактеризиране и изучаване на луминесцентните свойства на оксидни стъкла и стъклокерамики.

➤ Синтезирани са нови многокомпонентни  $\text{B}_2\text{O}_3$  -  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  -  $\text{La}_2\text{O}_3$  -  $\text{WO}_3$  стъкла, които се характеризират с интензивна абсорбция в ултравиолетовата област, висока пропускливост във видимата област и високи стойности на плътността ( $6.526 \text{ g/cm}^3$ ), което ги прави подходящи матрици за внедряване на активни йони с характеристична емисия във видимата област. Рентгеновата фотоелектронна спектроскопия показва сходство на 4f-свързващите енергии на волфрамата в близки по състав кристални и аморфни структури, в съгласие с квантовохимични изчисления.

➤ Синтезирани са волфраматни твърди разтвори със състав  $\text{Sc}_{2-x}\text{In}_x(\text{WO}_4)_3$  ( $0 < x < 2$ ), дотирани с европий. Изследвани са техните структурни, микроструктурни и оптични характеристики свързани с приложението им като светлинни диоди (LED). Установено е, че дотираният с европий скандиево-индиев волфрамат (2 ат%  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Sc}_1\text{In}_1(\text{WO}_4)_3$ ) е най-подходящият състав за получаване на интензивен червен цвят с координати много близки до стандартните.

➤ Синтезирани са стъкла от системата  $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_3-\text{B}_2\text{O}_3$  дотирани с тербий (0.5 ат%) и европий (0.1 ат%). В зависимост от режима на термично третиране са получени стъклокерамики с основна кристална фаза  $\text{LiAlSiO}_4$  в различни нюанси (различни CIE координати).

➤ Изучени са спектрите на възбуждане и емисия на дотирани с тербий (0.3, 0.5 и 0.7 ат%) и европий (0.1 ат%) образци от натриев силикат ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), получени като прахове, стъкла и монокристали. Чрез промяна на концентрацията и съотношението на

активните йони (тербий и европий) в двойно дотираните образци може да се контролира цвета на излъчване в областта между зелено и червено.

➤ Синтезирано е натриево-силикатно стъкло с моделен състав ( $71\text{SiO}_2\text{-}1.5\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}8.5\text{CaO}\text{-}3.5\text{MgO}\text{-}15.5\text{Na}_2\text{O}$  (wt.%)), дотирано е с различно количество злато и сребро (0.01, 0.02, 0.5, 1, 2, 5, 10 wt.%) и са изследвани процесите на лазерно-индуцирано формиране на наночастици от благородни метали в прозрачни материали. Установено е, че размерът и формата на наночастиците влияят на оптичните свойства на стъклото.

➤ Синтезирани са многокомпонентни термично стабилни (до  $400^\circ\text{C}$ ) телуритни стъкла в системата  $\text{TeO}_2\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5\text{-V}_2\text{O}_5$ . Установено е, че присъствието на  $\text{TiO}_2$  стимулира кристализацията на фаза,  $\text{TiTe}_3\text{O}_8$ , с диелектрични свойства.

### ***Нанокмпозитни фосфатни материали с биомедицинско приложение.***

Продължават фундаменталните научни изследвания свързани със синтез, структура и охарактеризиране на биоматериали с приложение в медицината и на кристализационни процеси и охарактеризиране на кристални фази, както следва.

➤ Чрез термодинамично моделиране на системата симулирана тъканна течност- $\text{CaCl}_2\text{-K}_2\text{HPO}_4\text{-KOH-H}_2\text{O}$  в рН интервала 3 - 7, при съотношение  $\text{Ca/P}=1$  и  $T\ 37^\circ\text{C}$  са прогнозираны утаителните процеси и процесите на трансформация на утаения прекурсор при престой в три симулирани тъканни течности с различен състав. Установено е, че при  $\text{pH} \geq 4$  се съутаяват дикалциев фосфат дихидрат (DCPD) и хидроксиапатит (HA). Трансформацията на прекурсори с доминиране на DCPD следва една и съща тенденция на частично или пълното му разтваряне и превръщането му в термодинамично по-стабилните, окта калциев фосфат или хидроксиапатит.

➤ По метода на Ритвелд са изчислени структурните характеристики на Mg и Zn модифицирани калциевофосфатни фини прахове и са обяснени различията. Показано е, че  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  йони заместват  $\text{Ca}^{2+}$  йони в октаедричните Ca(5) позиции на Mg/Zn- $\beta$ -трикалциев фосфат (TCP), което води до намаляване на параметрите на елементарната клетка, в по-голяма степен при Zn-модифицираните образци.

➤ С колеги от Стоматологичен Факултет-Пловдив са изследвани структурните и фазови особености на четири групи никелови и кобалтови дентални сплави, предназначени за изработване на метало-керамични конструкции като методиката е съобразена с изискванията на съответните ISO стандарти. Сравнителните изследвания на корозионната устойчивост и биосъвместимост на разработените в ИОНХ сплави, с произведени във водеща в областта германска фирма (Vego) показват превъзхождащи свойства на сплавите, произведени в ИОНХ. Този резултат доказва предимства на патентования метод за производство, водещи до подобрена биосъвместимост на никел и кобалт-базирани дентални сплави.

➤ Продължи разработването на нови многокомпонентни въглерод- и борсъдържащи материали, които отложени върху стоманени детайли образуват свръхтвърди покрития, устойчиви на абразивно износване. Установени са технологичните режими на процесите и свойствата на покритията, вкл. фазов състав, дебелина, микротвърдост, трибологични характеристики.

### ***Изследване на спонтанната кристализация на $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{SeO}_4\cdot 7.5\text{H}_2\text{O}$ от преситени разтвори***

➤ Продължено е изследването на поведението на наситени разтвори на  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  при охлаждане, както и на кристали  $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{SeO}_4\cdot 7.5\text{H}_2\text{O}$ , чрез диференциална сканираща калориметрия. Установено е, че  $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{SeO}_4\cdot 7.5\text{H}_2\text{O}$  се разпадат до съответните декахидрати и анхидриди в много широк температурен интервал ( $(-8) - (-20^\circ\text{C})$ ) и този процес се влияе от условията на охлаждане, от обема на пробата и от присъствието на влага върху кристалите.

## **Тема Б: Материали и процеси за опазване на околната среда и борба с климатичните промени**

***Каталитични системи, кинетика и механизъм на каталитични реакции за очистване на емисии от отпадни газове, летливи органични вещества и азотни оксиди;***

➤ Изследвано е влиянието на  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{SO}_2$  върху термичната стабилност и каталитичната активност на моделната система  $\text{Pd}/\text{La}_2\text{O}_3\text{-CeO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ , (монолитен катализатор) за намаляване на емисиите на метан. Установено е, че каталитично активната фаза на паладия е  $\text{Pd}^0$ ,  $\text{Pd}^{2+}$  и  $\text{Pd}^{4+}$ . Регистрирано е образуването на смесена фаза от  $\text{La}_2\text{PdO}_4$ . С помощта на кинетични модели е предложен механизъм на реакцията на пълно каталитично окисление на метан.

➤ Изследвана е каталитичната активност на  $\text{Pd}/\text{ZrO}_2$  с различна структура на циркониевия диоксид (включително и стабилизиран с итрий) и ефекта на  $\text{H}_2\text{O}$  за пълно окисление на метан. Установено е, че наличието на паладий повишава адсорбционния капацитет спрямо кислорода и редуцируемостта на металния оксид. Експерименталните резултати са допълнени с теоретични модели.

➤ Продължиха изследванията върху каталитичните свойства на модифициран с паладий калциев волфрамат за пълно окисление на наситени въглеводороди и толуен в отпадни газове. Определени са реакционните условия за постигане на висока степен на очистване на органичните замърсители в отпадните газове.

➤ Две серии катализатори  $\text{Pd-MeOx}/\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $\text{Me}=\text{Co}, \text{La}, \text{Ce}$ ) получени чрез импрегниране и чрез зол-гел метод са изследвани в реакция на пълно окисление на метан. Намерено е, че катализаторите, синтезирани по зол-гелен метод съдържат  $\text{PdO}$  и притежават каталитична активност и термична стабилност сравнима с тази на съдържащите кобалт.

➤ Продължиха изследванията на редукцията на  $\text{NO}$  с  $\text{CO}$  върху медноксидни катализатори, нанесени на структурирани мезопорести алумо-въглеродни композити. Установено е, че при високо въглеродно съдържание и температури до  $100^\circ\text{C}$  реакцията протича по Лангмюир-Хиншелвуд механизъм, а при повишени температури и ниско въглеродно съдържание - по окси-редукционен механизъм.

➤ В резултат на съвместно изследване с колеги от ИОХЦФ е намерено, че бинарни цинково-феритни катализатори, нанесени на активни въглени, получени от моторни масла, показват по-висока каталитична активност, стабилност и добра селективност към сингаз в сравнение с отделните метални оксиди. Установено е, че каталитичната активност зависи от природата на металния оксид и може да се контролира чрез активация на въглен, получен от биомаса. Комбинацията от по-ниска температура на активиране на въглени с обработка с азотна киселина спомага за образуването на силно активни бинерни цинково феритни шпинелни частици.

➤ Съвместно с колеги от МАНУ са синтезирани перовскитови съединения с номинален състав  $\text{YCo}_{1-x}\text{Cr}_x\text{O}_3$  ( $x = 0.25, 0.50, 0.75$ ). Изследвания с рентгенографски и неутронографски дифракционни методи показват, че всички съединения са еднофазни с орторомбична перовскитова структура и потвърждават нискоспиновото състояние на  $\text{Co}^{3+}$  йоните. Магнитното подреждане е най-ясно изразено за пробата с най-висока концентрация на  $\text{Cr}^{3+}$  йони  $\text{YCo}_{0.25}\text{Cr}_{0.75}\text{O}_3$  и намалява с увеличаване на  $\text{Co}^{3+}$  йони в смесената позиция  $\text{Co}^{3+}/\text{Cr}^{3+}$ .

***Оксидни тънки слоеве и нанопрахове за фотокаталитични приложения***

➤ Със спрей пиролиза са получени фотокаталитично активни тънки двукомпонентни слоеве от  $\text{SnO}_2/\text{TiO}_2$  (подслой от  $\text{SnO}_2$  и топ слой от  $\text{TiO}_2$ ), които разграждат ефективно азо багрило под действие на видима светлина. Установени са

факторите, които осигуряват висока степен на окислителната реакция на разграждането: намалена ширина на забранената зона, висока грапавост на слоевете и по-голямо съдържание на хидроксилни групи на повърхността, както и синергизъм между анатазна и рутилна фаза.

➤ С цел разработване на фотокатализатори за разграждане на органични багрилни замърсители във водна среда са получени нови нанокомпозиции на основата на poly(2,5-benzimidazole) m-PBI/ZnO под формата на прахове и филми. Установено е, че фотокатализаторите в прахово състояние имат по-висока ефективност в сравнение с филмите. Най-висока степен на разграждане (97%) за малахитово зелено багрило е постигната за композита, съдържащ 2.5 тегл.% Zn.

➤ За първи път е изследван ефекта от лазерно облъчване с наносекунден импулсен лазер (дължина на вълната 1064 nm, вариации в диапазона 25-500 MJ/cm<sup>2</sup>) върху повърхностна структура на слоеве от ZnO върху силициеви подложки. Вследствие на лазерното лъчение структурата на филмите става по-хомогенна. Приложеното лазерно третиране може да се използва за структурно модифициране на филми от ZnO.

➤ Получени са три типа бикомпонентни покрития: TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub> и CeO<sub>2</sub>, отложени върху SiO<sub>2</sub>, които притежават повишена корозионна устойчивост в среда от NaCl. Покритията от SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> показват най-висока корозионна устойчивост, която се дължи на тяхната ниска степен на кристалност и сравнително плътна и дребнозърнеста повърхност.

➤ Чрез хидротермален синтез са получени образци от калциево-титанов оксид CaTiO<sub>3</sub> и ZnBi, които са подложени на механохимична обработка. Определени са повърхностния състав и химичното състояние на съединенията преди и след обработката и енергията на забранената зона, съответно с XPS метода и дифузно-отражателна спектроскопия. Установено е, че с увеличаването на количеството на Bi има отместване на края на валентната зона към по-високи свързващи енергии, което предполага увеличаване на ширината на забранената зона.

➤ По зол-гел метода са синтезирани модифицирани титаново диоксидни (TiO<sub>2</sub>) нанокомпозиции прахове с Nd и Sm за фотокаталитични приложения. Изследвано е фазообразуването, морфологията, термичната стабилност и близкия порядък на получените образци. Доказано е, че присъствието на редкоземните елементи повишава термичната стабилност на праховете и възпрепятства фазовия преход анатаз → рутил дори и при високи температури (700°C). Получените знания върху охарактеризирането на праховете ще допринесат за изясняване на експерименталните условия за получаване на тънки филми със сходен състав и прогнозиране на техните свойства.

➤ Чрез нехидролитичен зол-гел метод са получени модифицирани с La TiO<sub>2</sub> прахове и е установено, че те проявяват добри фотокаталитични свойства спрямо моделните багрила Reactive Black and Congo Red.

➤ Монофазни продукти от CaWO<sub>4</sub> и BaWO<sub>4</sub> притежаващи оптични, диелектрични и каталитични свойства са получени чрез директен механохимичен синтез. Установено е влиянието на скоростта и средата на механохимично активиране върху процесите на фазообразуване. Определени са оптимални условия за синтез на горепосочените фази.

### ***Сорбенти за пречистване на течности***

➤ Изследвани са адсорбционните свойства на активни въглени модифицирани с турско синьо по отношение на Tl<sup>3+</sup> в широк рН диапазон с вариране на количество сорбент, начална концентрация на Tl<sup>3+</sup> в разтвора, време на контакт със сорбента др. Постигната е максимална сорбция на Tl<sup>3+</sup> до 98.5%.

➤ Изследвани са сорбционните свойства на смесен адсорбент, съдържащ наноразмерни аморфен силициев диоксид и манганов ферит (MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) по отношение

на тежки метали ( $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$ ) в широк рН диапазон (3–8). Предимство на адсорбента е, че се отстранява лесно от разтвора чрез магнитна сепарация. Установено е, че смесеният адсорбент и чистият манганов ферит могат да се използват за ефективна сорбцията на  $\text{Cr}^{6+}$  от разтвори.

➤ Изследвани са сорбционните свойства на растението маточина (*Melissa officinalis* L) за отстраняване на  $\text{Cu}^{2+}$  йони от водни разтвори. Установено е, че хемисорбцията е скорост-определящ етап и е определен максимален адсорбционен капацитет по отношение на  $\text{Cu}^{2+}$ . Установено е, че  $\text{HNO}_3$  и EDTA могат да се използват успешно за регенериране на биосорбента. Експерименти с реални проби замърсени с медни йони води от местността Гелев чучур – Асарел показват, че след трикратно използване на растителния материал може да се постигне почти пълно почистване на замърсените води.

➤ Изследвана е адсорбцията на сребърни йони върху нови биосорбенти, отпадни лигно-целулозни материали от производството на биоетанол на основата на топола и акация, синтезирани от колеги от ХТМУ – София. Определени са оптималните параметри на адсорбционния процес и е изследван механизмът на адсорбция с методите на електронния парамагнитен резонанс (EPR) и рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS). Установено е, че синтезираните лигно-целулозни материали са перспективни като адсорбенти за сребърни йони и катализатори с нанесени сребърни йони върху повърхността им.

#### ***Адсорбенти за $\text{CO}_2$ и за съхранение и пречистване на съвременни горива;***

➤ Определени са сорбционните свойства на структурирани хибридни аминок-функционализираны мезопорести силикатни материали спрямо  $\text{CO}_2$ . Намерено е, че едновременното наличие на KCl и ксилен оказва значително влияние върху формата на порите, стойностите на текстурните характеристики и скоростта на кондензация. Определената топлина на адсорбция за всички материали е в диапазона на хемосорбционен процес.

➤ Изследвана е каталитичната активност на лантанови и цериеви оксиди, нанесени върху  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  в реакцията на разлагане на азотен оксид. Установено е, че активността на катализаторите в присъствие на редуциращ агент нараства до 90%. Получените каталитични системи могат да послужат като основа за развитието на индустриални катализатори за разлагане на NO.

➤ Използван е нов подход за получаването на наноразмерни прахове от калциев титанат, комбиниращ предимствата на два метода: механично активиране и хидротермално третиране. Установено е, че комбинацията от тези методи води до получаването на прахове с контролирана структура и морфология, подходяща за създаване на ефективни катализатори, използвани за разграждане на множество фармацевтични съединения.

➤ Изследвани и охарактеризирани са бета зеолити с отношение Si/Al от 11, 25 и 75, модифицирани със сребро по три метода: импрегниране, йонообмен в твърда фаза и йонообмен в течна фаза. Каталитични измервания за почистване на газове, съдържащи озон показват, че особено перспективен е образец на базата на H-Beta-11 зеолит, модифициран чрез йонообмен в твърда фаза, при който конверсията на озон при стайна температура е над 90 %.

#### ***Инфрачервена спектроскопия на повърхностни съединения и механизми на каталитични реакции;***

➤ Цериевият диоксид е важен компонент в автомобилните катализаторите за обезвреждане на азотни оксиди. Поради това са ревизирани докладваните в литературата спектрални характеристики и природата на повърхностните съединения,

образувани при адсорбцията на NO и коадсорбцията на NO и O<sub>2</sub> върху CeO<sub>2</sub> с помощта на изотопно-белязан <sup>15</sup>N<sup>15</sup>O и DFT изчисления.

➤ С помощта на ИЧ молекули-сонди е изучена метал-органичната структура с висока плътност на координационно ненаситени метални центрове - СРО-27-Cu. Установено е, че медните центрове са с ниска киселинност. Посредством провеждане на адсорбцията при различни температури (т.нар. VTIR метод) е определена енталпията на адсорбцията на въглероден и азотен оксид (съответно -20 и -14.5 kJ mol<sup>-1</sup>). Слабата адсорбция на NO е обяснена с ефекта на Ян-Телер и ниския ефективен заряд на катионите.

➤ ИЧ спектроскопски е изследван устойчив на влага адсорбент за CO<sub>2</sub> на базата на нов микропорест циркониев карбоксилат, синтезиран в Университета на Сейнт Андрус. Установено е, че образецът се характеризира със слабокисели мостови ОН групи (принадлежащи на шест-ядрените Zr клъстери), които играят важна роля в адсорбцията на CO<sub>2</sub>. При температури над 125°C циркониевите клъстери се дехидроксилират и се формират координационно ненаситени киселинни центрове по Люис като процесът е обратим.

➤ Посредством ИЧ спектроскопия на адсорбиран при криогенни температури СО е изучено влиянието на киселинността на серия CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> носители (с различно Ce/Zr съотношение) върху селективността на златни катализатори в окислението на 5-хидроксиметил-2-фурфурал до 2,5-фурандикарбоксилна киселина. Изследването е във връзка с разработването на каталитични технологии за получаване на нова генерация полимери от биомаса. Установено е, че носителът участва във формирането на междинно алкокси съединение и по-високата му киселинност по Брьонстед води до по-високи добиви.

➤ Изучена е природата и реактивоспособността на адсорбираните оксо съединения на азота върху денокс катализатора Pt/CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> посредством *in situ* ИЧ спектроскопия, рентгенова дифракция, термопрограмирана редукция и термопрограмирана десорбция на азотни оксиди. Установено е, че повърхностните NO<sub>x</sub> съединения са термично стабилни, но се редуцират при сравнително ниски температури от активирания от катализатора H<sub>2</sub>.

### **Функционални материали и наноструктури за детектиране на вредни газови емисии в околната среда.**

➤ Чрез импулсно лазерно отлагане във въздушна среда при атмосферно налягане са получени ZnO, TiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub> и MoO<sub>3</sub> наноструктури с приложение за газови сензори на амоняк, ацетон, етанол, СО при стайна температура. Изследвани са структурата, морфологията и състава на формираните наноструктури. Установено е, че получените метал-оксидни наноструктури проявяват най-висока чувствителност към пари на NH<sub>3</sub>, като структурата от TiO<sub>2</sub> показва най-висок отклик. Дотирането със паладиеви наночастици води до увеличаване на отклика на наноструктурите от ZnO спрямо амонячните пари с почти 20% в сравнение с чист ZnO.

➤ В рамките на съвместен проект с учени от ИЕ-БАН са проведени рентгенодифракционни изследвания за контрол на етапите на синтез на хексагонални ферити (*Ba(Sr)Me<sub>x</sub>Fe<sub>12-x</sub>O<sub>19</sub>, Ba(Sr)<sub>2</sub>Me<sub>2</sub>Fe<sub>12</sub>O<sub>22</sub> и Sr<sub>3</sub>Me<sub>2</sub>Fe<sub>24</sub>O<sub>41</sub>, където Me = Mg, Zn, Ti, Al, Cu, Co*). Определен е фазовият състав, параметрите на елементарната клетка и количеството на примесни фази в изследваните образци. Синтезирани са дефектни перовскити със състав PbBaFe<sub>2-x</sub>Co<sub>x</sub>O<sub>5</sub> (x = 0.5, 0.75, 1.0), PbBaFe<sub>2-x</sub>Mn<sub>x</sub>O<sub>5</sub> (x = 1.0, 1.25) и PbSrFe<sub>1.25</sub>Cr<sub>0.75</sub>O<sub>5</sub> и е определен фазовият им състав. За всички получени перовскити праховите дифрактограми се индексират в орторомбична пространствена група *Pnma* (62).

## **Тема В: Оползотворяване на природни ресурси и екологичен мониторинг**

### ***Оценяване и подобряване на екологичното състояние на замърсени природни води и почви;***

➤ Направена е оценка на качеството на водите в 23 точки от четири района на България, различаващи се по типа замърсяване, в периода 02 - 30.05.2018 г. Определени са техните физикохимични характеристики, концентрации на нутриенти ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$ ) и метали (Al, Fe, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Cd и Pb). Резултатите показват, че в 19 от изследваните водни проби съдържанието на фосфати надвишава пределно допустимите норми, което е индикация за битово замърсяване на водите. Установено че всички изследвани райони са замърсени с Cu, като най-високи стойности са измерени в околностите на *Челопеч* (169 пъти над нормата). Районът на *Куклен - Лъки – Рудозем* е замърсен с Zn (до 70 пъти над нормата) и с Pb (2 пъти над нормата), а районът на *Раднево* с Mn (до 38 пъти над нормата) и с Pb (до 39 пъти над нормата). Най-много метали надвишаващи пределно допустимите граници са регистрирани в района на *Мъглиж*, а именно Al, Mn, Cu, Ni, Cd и Pb. По отношение на As единствено в района на *Челопеч* неговото съдържание е почти 9 пъти над допустимата стойност.

➤ Термодинамично са моделирани възможните форми на преходните метали във водите от две природнозащитени местности – „*Натура 2000 Мандра – Пода*“ и езеро «*Поморие*». Използвани са мониторингови данни от периода 2014-2016 година. Резултатите показват, че за двете екосистеми най-опасни са Mn, Co, Ni и Cd, тъй като доминиращата им химична форма са свободните  $\text{Me}^{2+}$  йони; по-малко значими са Al, Fe, Cu, Cd, Pb и Zn съществуващи като стабилни органични или неорганични хидроксидни комплекси. По-високата соленост на водите на езеро «*Поморие*» стимулира образуването на Cd-хлоридни комплекси, намаляващи неговата токсичност.

### ***Получаване, съхранение и оползотворяване на български природни ресурси (по-специално минералните ресурси на Черно море) за нуждите на козметиката и фармацевтиката;***

➤ Продължава разработването на технологии за нови продукти с участие на черноморска луга и кал. Проведено е изследване върху развитието на микробиологични форми при промяна на условията на съхранение и на средата.

➤ Продължиха изследванията върху превръщане на възобновяеми отпадъци – люспи от ориз и лимец в продукти с добавена стойност, с приложимост в производството на „зелени“ еластомерни композити и опазване на околната среда.

Разработени са композити, включващи възобновяеми природни компоненти: епоксидиран естествен каучук; силициев диоксид от оризови люспи; микрокристална целулоза и рапично масло, подходящи за производството на каучукови смеси с повишен коефициент на триене към различни видове заледени повърхности.

Чрез пиролиз и изгаряне на люспи от лимец са получени и охарактеризирани ефективни два адсорбента за почистване на води от катионни багрила - метиленово синьо (MB). Изучени са влиянието на основни параметри върху адсорбционния процес, кинетиката на процеса и са определени оптималните условия за адсорбция. Резултатите показват, че люспите от лимец могат да бъдат алтернативна суровина за производството на евтини биосорбенти за почистване на замърсени води от катионни багрила.

### ***Анализ на растителни проби и биологични материали за съдържание на есенциални и токсични елементи.***

➤ Изследван е химичният състав на нетрадиционно масло, извлечено от семената на *Sambucus ebulus* (бъзак), *Coriandrum sativum* (кориандър) L. и *Silybum marianum* L.

(бял трън) (0,5: 1: 1) с потенциални козметични и медицински приложения. Най-високо е съдържанието на олеинова (51,35%), от определените мастни киселини и  $\alpha$ -токоферол по отношение на витамин Е. Индексът на окислителната стабилност е 12,7 часа. В маслото са определени и концентрации на есенциални и токсични елементи чрез използване на ICP-MS.

➤ Изследвани са два типа червени вина от Варненския регион, Cabernet Franc и Pinot Noir реколта 2017 г. Измерени са спектралните коефициенти на оптична плътност и антиоксидантна активност. Съдържанието на полифенолите намалява, докато това на антоцианините се увеличава при съхранение в дъбови бъчви. Виното от вида Cabernet Franc проявява по-висока антиоксидантна активност. Съдържанието на Cu е в количества под нормата от 1 ppm, което е показателно за екологично чисти проби и не оказва влияние върху качеството на виното.

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

*Спектроскопски методи за анализ на локалната структура на твърдотелни материали: електронен парамагнитен резонанс, ядрено-магнитен резонанс, вибрационна спектроскопия, електронна спектроскопия във видимата област; електронна спектроскопия на твърди повърхности;*

➤ Съвместно с македонски учени са проведени изследвания върху протонната проводимост на високо-хидратирани кисели фосфатни и арсенатни соли от типа  $KMg_2H(XO_4)_2 \cdot 15H_2O$  ( $X = P, As$ ) чрез електрохимична импедансна спектроскопия, *in-situ* ИЧ спектроскопия с потиснато пълно вътрешно отражение (ATR) и диференциално-сканираща калориметрия. За първи път са получени данни за електронната и йонната проводимост на двете соли и за съответните активиращи енергии.

➤ Съвместно с македонски учени продължиха ИЧ и Раман спектроскопските изследвания върху струвитен тип соли хексахидрати, характеризиращи се със здрави водородни връзки, които представляват интерес от гледна точка на протонна проводимост при ниски температури.

➤ Изучен е механизъмът на вграждането на медни йони в смесени кристалохидратни соли с бьодитов и кръонкитов тип структури чрез комбинираното използване на дифракционни, вибрационни и магнитно резонансни методи. Предложен е нов метод за синтез на безводни натриево манганово-медни сулфати, при което са получени два вида твърди разтвори със структури тип саранчинаит и алуадит.

➤ Чрез ЕПР е определен типът на координиране на лиганди на основата на дендримери и модифицирани с 1,8 нафтилимид дендримери към медни йони. Стабилността на комплексите в процеса на тяхното нанасяне върху памучен текстил е проследен чрез ЕПР. Информацията от тези изследвания спомага за вникване в микробиологичната активност на комплексите. Изследванията се провеждат съвместно с колеги от ФХФ-СУ.

➤ Съвместно с учени от ФФ на СУ “Св. Климент Охридски” са проведени изследвания за отлагане на тънки слоеве от графен върху силициеви подложки посредством лазерна аблация с два различни режима на отлагане: непрекъснат и импулсен режим. Рентгенова фотоелектронна спектроскопия (РФС) показва преобладаваща  $sp^2$  структура на отложения филм, като тяхната дебелина е в диапазона от еднослоен до няколко слоен графен. Установено е, че в непрекъснат режим дебелината на отложените слоеве може да се варира от 1 до 180 nm, докато режимът на импулсно отлагане е по-перспективен за отлагане на тънки и висококачествени графенови слоеве.

➤ В рамките на съвместен българо-френски проект са изследвани функционалните групи на повърхността на китинови нишки с наноразмерни диаметри и дължини с

метода на рентгеновата фотоелектронна спектроскопия Установено е, че на повърхността съществуват функционални amino групи, характерни за китозан и два вида ОН групи, различаващи се по своето химическо обкръжение. Сложните спектри на 1s-електронните нива на кислорода и въглерода са обяснени с теоретично моделиране.

***Квантовохимично моделиране и симулации на структура и спектроскопски свойства на метал-съдържащи материали;***

➤ С разработен нов теоретичен подход, комбиниращ квантовохимични и Judd-Ofelt изчисления е изследван пълният фотофизичен процес от абсорбция, процеси във възбудено състояние и луминесценция при европиев фенантролин нитратен комплекс ( $\text{Eu}(\text{phen})_2(\text{NO}_3)_3$ ). Предсказан е най-вероятният енергетичен преход между първо триплетно възбудено състояние на хромофора ( $T_1$ ) и  $^5D_0$  на европиевия йон, както и луминесцентен добив от 35%. Оценена е енергетичната диаграма на възбудените състояния и конкурентните излъчвателни и безизлъчвателни преходи. Изяснени са факторите, които са отговорни за високия луминесцентен добив.

➤ Периодични-DFT изчисления на новосинтезиран меден комплекс с меркаптотикотин и трифенилфосфин предсказаха по-голяма термодинамична стабилност на образуване на диядрен комплекс в сравнение с моноядрен и обясниха неговото формиране. Чрез изчисления на инфрачервения спектър на медния комплекс в твърдо състояние е изяснено вибрационното поведение на комплекса и са намерени вибрационните моди на лиганда, които се променят с координирането му към  $\text{Cu}(\text{I})$ .

➤ Изследвани са механизмите на хомогенно-каталитични реакции за редукция на въглероден диоксид с методите на молекулна динамика, теория на преходното състояние, симулация на различна реакционна среда. Получените резултати изясняват ролята на включен кобалт в кълстери на дисулфиди. Изследвани са подробно и механизмите на деактивация и условията за стабилна активност. Заместването на желязо с никел и кобалт влияе на селективността на редукционния процес, като включването на никел увеличава селективността до въглероден оксид, а с включването на кобалт процесите са насочени към получаване на формалдехид.

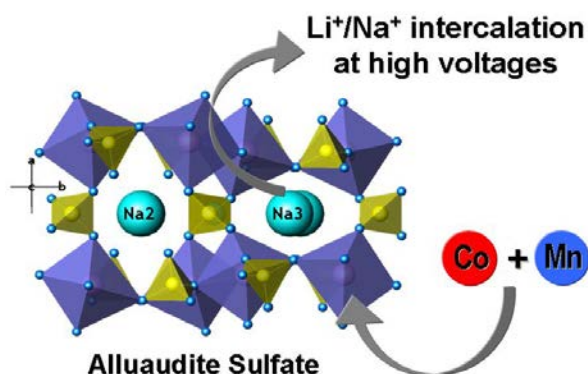
***Инструментални изследвания на неорганични и органични археологически артефакти с оглед проучване на технологичното развитие в българските земи.***

➤ Фрагменти от късноантични и раннохристиянски археологични стъкла от Югоизточна България (в районите на Банско и Гоце Делчев) са охарактеризирани с метод за директен анализ на твърди проби. Той се състои в електротермичното изпарение, съчетано с атомноемисионна спектрометрия с източник на възбуждане индуктивно свързана плазма ETV-ICP-OES (проведен в ESK Ceramics GmbH&Co. KG, Кемптен, Германия), отговарящ на концепцията за „зелени“ аналитични методи. Определени са 29 химични елемента (главни, второстепенни и следови) и е доказан общият произход на повечето от стъклата, с изключение на тези от некропола Карагонско (област Банско).

➤ Проведена е статистическа обработка на резултатите от химичния анализ на средновековни стъклени артефакти, повечето от тях намерени на територията на днешна България. Проведен е кластерен анализ на 7 химични променливи (оксиди на желязо, магнезий, калций, калий, алуминий, натрий и силиций) и статистически анализ на главни компоненти. Определени са стойностите на факторните тегла за идентифицираните три латентни фактора (главни компоненти), отговорни за структурата на данните и обясняващи над 70% от общата вариация.

## 2.1. Най-значимо научно постижение в ИОНХ

**Сульфатни соли като нов клас високо-волтови електродни материали:** Постигането на баланс между експлоатационните характеристики на електродни материали и изискванията за безопасност, безвредност и цена са научно предизвикателство в областта на батериите за съхранение на енергия от възобновяеми източници. Научен колектив от ИОНХ показва за първи път експериментално, че смесените сульфатни соли на натрия, мангана и кобалта могат да служат като високо-волтови електродни материали за литиево- и натриево-йонни батерии и да съчетават в себе си висока плътност на енергията с екологичните изисквания. Благодарение на тунелната кристална структура, сульфатните соли могат да вграждат и освобождават многократно както литиеви, така и натриеви йони. Чрез вариране на съотношение между мангана и кобалта, взаимодействието на сульфатните соли с алкалните йони протича при потенциали над 4.0 волта. Това уникално свойство на сульфатните соли ги превръща в алтернатива на сега използваните фосфо-оливинови електроди за литиево-йонни батерии, при които взаимодействието с литиеви йони се извършва при 3.5 волта. В своята новост, научното постижение би могло да даде тласък за идентифицирането на нови електродни материали за „зелени“ презаредими батерии с приложение за съхранение на енергия от възобновяеми източници.



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

**Ръководители:** гл.ас. д-р Деляна Манасиева, проф. д-р Радостина Стоянова

Научното постижение е публикувано в две статии в престижни списания:

1. Marinova, D.; Kostov, V.; Nickolova, R.; Kukeva, R.; Zhecheva, E.; Stoyanova, R. *Chemical Communications* 54 (43), 5466-5469 (2018), IF=6.29; Q1

2. Marinova, D.; Kukeva, R.; Zhecheva, E.; Stoyanova, R., *Physical Chemistry Chemical Physics* 20 (18), 12755-12766 (2018), IF=3.906; Q1

## **2.2. Най-значимо научно-приложно постижение в ИОНХ**

### **Концепция за биосубстанция за целево екологично наторяване базирана на възобновяеми отпадъци от земеделието и хранителната промишленост**

Отпадъчните люспи от ориз, слънчоглед и лимец от производствата в България крият огромни възможности за използването им като възобновяем биологичен ресурс чрез преработването му до продукти с добавена стойност и насочена приложимост за опазване на околната среда. Идеята на разработката е да се използват пиролизирани оризови люспи като базова матрица (C-SiO<sub>2</sub>-N-Ca-Na-K-Fe-P) в смес с пепел, получена от слънчогледови люспи и люспи на лимец. Определени са оптималната температура, структурните характеристики на пиролизен въглен от оризови люспи и добива от него при тази температура. Определеното съдържание на макро- и микроелементи в използваните селскостопански отпадъци показва богато съдържание на K, Ca, P за слънчогледови люспи и на K, Na, Zn, B, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Mo в люспите от лимец. Трикомпонентната смес е гъвкава комбинация от възобновяеми отпадъчни лигнино-целулозни материали, тъй като всеки един от тях подлежи на пиролиза или изгаряне в окислителна среда според изискването към крайния продукт. Сместа е носител на основни за растенията хранителни вещества без негативни последици за околната среда и човешкото здраве и може да се прилага в прахообразно или гранулирано състояние в полеви условия. Получаването на смесен тор от възобновяеми отпадъци, съдържащ трите основни хранителни компонента (N-P-K) и разнообразие от елементи, жизнено необходими за растенията е от важно значение за развитието на съвременен и устойчиво биоземеделен сектор.

**Ръководител: доц. д-р Иван Узунов**

## **3. Международно научно сътрудничество на ИОНХ**

През 2018 г. ИОНХ е водеща организация на 2 проекта по двустранни спогодби на ФНИ: с Русия и Индия. Замразеният проект с Индия от 2011 година беше продължен от ФНИ през 2018 г. Двама учени от ИОНХ участват в проекти на ФНИ по двустранно сътрудничество с Франция и Русия.

През 2018 г. учени от ИОНХ са били ръководители на 3 теми по междуакадемични договори и споразумения: с Израел, Македония и Сърбия. През 2018 г. проектът с Израел продължава върху богати на Ni слоести материали за катоди в литиево-йонни батерии. Съвместни проекти с учени от Университет „Св.св. Кирил и Методи“ в Скопие и от Сръбската академия на науките и изкуствата (Институт по химична технология, Център по катализ и инженерна химия – Белград) стартират през 2017 г., като продължение на дългогодишни научни контакти и са на тема съответно „Структурно характеризирани и изследвани на електричните и каталитични свойства на новосинтезирани неорганични орхано-неорганични комплексни перовскити“ и „Хетерогенно каталитична и фотокаталитична деструкция на органични и фармацевтични замърсители в природата посредством многокомпонентни системи“.

Международното сътрудничество на учените от ИОНХ на институтско ниво е и под формата на неформални контакти за съвместни изследвания с колеги от чуждестранни научни институции: като Университет "Св. св. Кирил и Методий" (Скопие, Македония), Изследователския център по неутрони към Техническият Университет (Мюнхен, Германия), Университет в град Кордоба (Кордоба, Испания), Имперски колеж в Лондон (Великобритания), Университети в Милано, Италия, Карлов университет и Чешка академия, Прага и Университет в Al-Khatj, Саудитска Арабия и др.

Свидетелство за активното международно сътрудничество на учените от ИОНХ е факта, че от общо 111 публикации през 2018 г., 38 са със съавтори от чужбина. Шест лични участия на учени от ИОНХ в европейски проекти и програми - Deutsche Forschungsgemeinschaft, COST Action TD1305 iPROMEDA1, и два проекта за достъп до изследователска инфраструктура – „Неутронна дифракция” в рамките на европейски програми и фондове. „Application for beam time "Crystal structure of mixed sodium cobalt-manganese sulfates" – Будапеща, Унгария и "Beam time request "Long range atomic and magnetic order in mixed sodium cobalt-manganese sulphates" – Сакле, Франция.

#### **4. Участие на ИОНХ в подготовката на специалисти**

Основната дейност на ИОНХ в областта на подготовката на специалисти е свързана с докторантите. Качеството на обучението на докторанти е много добро, тъй като Институтът разполага с квалифицирани учени, необходимата апаратура (максимално добра за условията в България) и има опит и традиции. През 2018 г. успешно е защитил дисертационния си труд един редовен докторант по докторска програма „Химична кинетика и катализ“ на тема „Наноразмерни и наноструктурирани композитни материали като катализатори и адсорбенти с екологично предназначение“. В ИОНХ са обучавани общо седем докторанти по следните специалности от *научно направление „Химически науки“*: неорганична химия (3), химия на твърдото тяло (1) и аналитична химия (3), от които четири задочни, две на самостоятелна подготовка и една редовна докторантура. През 2018 г. нямаме зачислени докторанти. Четирима хабилитирани учени от Института са съ ръководители на докторанти в други научни организации – ИЕЕС-БАН, ХТМУ, ПУ, ИМСТ-БАН.

ИОНХ продължи през 2018 г. да осигурява добри условия за развитие на научния потенциал на младите учени. От девет докторанта, защитили дисертации в периода 2012-2018 г., седем от тях продължават научната си кариера в ИОНХ, усъвършенстват работа си със специализирана апаратура, участват активно в научни проекти на Института. Два проекта по “Програма за подпомагане на младите учени в БАН”, финансирана от Министерство на образованието и науката са действали през 2018 г. Млад учен д-р Мария Калъпсцова от ИОНХ е получила национална награда по неорганична химия на името на проф. Баларев. Действащите проекти и активното участие на млади учени в научни форуми, допринася за развитие на тяхната активна и самостоятелна научно-изследователска дейност и успешно интегриране в европейското изследователско пространство.

През 2018 година под ръководството на учен от ИОНХ е изготвена една магистърска дипломна работа на студент от ФХФ-СУ на тема „Моделиране на взаимодействията на леки алкални йони с неводен разтворител и моделен анод“. В ИОНХ са обучавани 12 студенти от ХТМУ и ФХФ-СУ чрез студентски практики. Един от учен от ИОНХ е участвал в изпитна комисия по конкурс за академична длъжност „главен асистент“.

През годината в ИОНХ не е имало избор на нова длъжност.

**5. Иновационна дейност на ИОНХ** е свързана с разработване на иновативни продукти и технологии на основата на морски води и луги, и възобновяеми селскостопански отпадъци, организиране на малки производства на медицинска натурална козметика за бизнеса. През 2018 г. са разработени технологиите, регистрирани и е организирано производството на 5 нови продукта с марката Black Sea Stars. През годината са сключени 5 нови договора за продукти с марката Black Sea Stars, както и договори с фирмите «РУБЕЛА БЮТИ», „СОНРАД“, „ЗЕОЛИН“ и „365 БГ“ за разработка на общо 11 продукти с тяхна марка. През 2018 г. ИОНХ има 3 нови регистрирани патента и 1

подаден патент в експертиза и към настоящия момент ИОНХ поддържа 5 действащи патента, 3 търговски марки и един патент е в експертиза.

ИОНХ има споразумение за проучване с фирмата Haldor Topsoe, Дания, в рамките на което са разработени специфични експериментални подходи за изследване на нови и доказани в практиката индустриални катализатори за опазване на околната среда, производство на фирмата. Създадени и приложени са изчислителни програми за моделиране на реакционата кинетика и механизъм на реакцията на пълно окисление на органични вещества при създаване в лабораторен мащаб на условия, наподобяващи реално съществуващите в практиката, в т.ч при работа в присъствие на следи от серен диоксид и високо съдържание на водни пари.

## 6. Стопанска дейност на ИОНХ

Стопанската дейност на ИОНХ през 2018 г. се осъществява под формата на вътрешен договор с Института „Химия на водно-солеви системи за оползотворяване на природни минерални ресурси и отпадни продукти“, в частност морски химически ресурси и включва производство и продажба по поръчки от фирми дистрибутори и индустриални фирми на разработените продукти от сериите *Sea Stars*, *Black Sea Stars*, *Solilug* и *Argamin*. ССПР-Бургас продължава производството на продукти по наши технологии и с наши марки, поръчани от фирми от страната и от чужбина, като през годината е реализирана продажба на обща стойност 446 035 лв. (с ДДС). Основни клиенти са: Оптимални системи ООД, Белан ЕООД, Антоа трейд ЕООД, Контеса БГ ЕООД, ЕТ ДВТ Таля Христова, Релакс би ЕООД, Глобикс ЕООД, както и фирми от Украйна, Латвия, Чехия, Хърватска и Сърбия. За нуждите на ССПР-Бургас са закупени нов микробус и техническо оборудване на отделение „Козметика“ на стойност около 30 000 лева. Поддържа се web страница <http://www.seastars-solilug.com> за реклама на дейността по разработените морски води и луги. Финансирането на разработките е от средствата от продажбата на готови продукти.

От извършени анализи - основни клиенти са институти на БАН, СУ, НИС към ХТМУ, а от индустриалния сектор - Сенсата технолоджи ООД, Агрополихим ЕООД, Технойон ЕАД, Карбо Енерджи ЕООД, Вал Технолоджи ЕООД, Ловенщайн България Трейд ООД, Мейк България ЕООД и др. са получени общо 63 332 лв.

От сключен договор с чуждестранна фирма - Халдор Топсо-Дания са получени са 86 448 лв

ИОНХ има сключен договор с фирма „Авенд“ ООД за отдаване място във фойето на третия етаж на бл 11 на БАН за кафе-автомат за сумата 60 лв. на месец, или 720 лв годишно.

## 7. Кратък анализ на финансовото състояние на ИОНХ

През 2018 г. приходите на ИОНХ се формират от:

- бюджетна субсидия	1 934 225 лв.
- договори с чуждестранни фирми (Халдор Топсо-Дания)	86 448 лв.
- трансфери от Фонд „Научни изследвания“	271 500 лв.
- трансфери от БАН и звената	312 093 лв.
(разликата между получени и предоставени трансфери)	
<b>Собствени приходи</b>	<b>547 283 лв.</b>
- приходи от продажба на продукцията (вкл.ДДС)	446 035 лв.
- приходи от извършени анализи	63 332 лв.
- приходи от продажба на бракувани активи и др.	1 735 лв.
- приходи от наеми	720 лв.

ИОНХ е получил средства извън бюджетната субсидия в размер на 1 063 284 лв. или съотношението на собствените средства към тези от бюджетната субсидия за 2018 г. е 35.47 % към 64.53 %. Общо субсидия и собствени приходи са 2 997 509 лв. С бюджетната субсидия са покрити изцяло разходите за заплати, осигуровки, обезщетения при пенсиониране и за стипендии за 1 редовен докторант – 6000 лева. Плановата численост на ИОНХ-БАН към 31.12.2017 е 125 бр., като реално заети са 109 бр.

#### **8. Издателска и информационна дейност на ИОНХ**

ИОНХ няма собствена издателска дейност. Учените от ИОНХ имат достъп до базите данни на Scopus и на ISI Web of Knowledge.

## **9. Информация за научния съвет на звеното**

Научният съвет на Института по обща и неорганична химия – БАН е избран на 14.12.2015 г. (протокол № 35 от Общото събрание на учените в ИОНХ).

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

№	Име, презиме, фамилия	Научна степен и научна специалност, по която е получена	Научно звание и научна специалност по която е получено	Област на компетентност	
1	Пламен Кирилов Стефанов	Д-р Химия на твърдото тяло	професор Химия на твърдото тяло	Химия на твърдото тяло	ИОНХ-БАН
2	Радостина Константинова Стоянова	Д-р Химия на твърдото тяло	професор Химия на твърдото тяло	Химия на твърдото тяло Неорганична химия	ИОНХ-БАН
3	Даниела Георгиева Ковачева	Д-р Химия на твърдото тяло	професор Химия на твърдото тяло	Химия на твърдото тяло Структура, механични и термични свойства на кондензираната материя	ИОНХ-БАН
4	Антон Илиев Найденов	Д-р Химична кинетика и катализ	професор Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ	ИОНХ-БАН
5	Константин Иванов Хаджииванов	дхн Химична кинетика и катализ	професор Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ Неорганична химия Аналитична химия	ИОНХ-БАН
6	Рени Стоилова Йорданова	Д-р Неорганична химия	доцент Неорганична химия	Неорганична химия Химия на твърдото тяло	ИОНХ-БАН
7	Ивелина Мирчева Георгиева	Д-р Неорганична химия	доцент Теоретична химия	Теоретична химия Неорганична химия	ИОНХ-БАН
8	Екатерина Николаева Жечева	Д-р Неорганична химия	професор Неорганична химия	Неорганична химия Химия на твърдото тяло Химична кинетика и катализ	ИОНХ-БАН
9	Диана Тодорова Рабаджиева	Д-р Неорганична химия	доцент Неорганична химия	Неорганична химия	ИОНХ-БАН
10	Наташа Средкова Трендафилова	Д-р	професор	Теоретична химия	ИОНХ-БАН

		Теоретична химия	Теоретична химия	Неорганична химия	
11	Кристина Костова Чакърова	Д-р Химична кинетика и катализ	доцент Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ	ИОНХ-БАН
12	Красимир Любенов Костов	Д-р Химия на твърдото тяло	доцент Химия на твърдото тяло	Химия на твърдото тяло Физикохимия Химична кинетика и катализ	ИОНХ-БАН
13	Михаил Йорданов Михайлов	Д-р Химична кинетика и катализ	доцент Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ	ИОНХ-БАН
14	Иванка Петрова Спасова	Д-р Химична кинетика и катализ	доцент Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ	ИОНХ-БАН
15	Елена Здравкова Иванова	Д-р Химична кинетика и катализ	доцент Химична кинетика и катализ	Химична кинетика и катализ	ИОНХ-БАН
16	Стефка Стоянова Тепавичарова	Д-р Неорганична химия	доцент Неорганична химия	Неорганична химия	ИОНХ-БАН
17	Виолета Георгиева Колева	Д-р Неорганична химия	доцент Неорганична химия	Неорганична химия	ИОНХ-БАН
18	Ели Георгиева Григорова	Д-р Неорганична химия	доцент Неорганична химия	Неорганична химия	ИОНХ-БАН
19	Тони Георгиев Спасов	дхн Химия на твърдото тяло	професор Химия на твърдото тяло	Химия на твърдото тяло Химична кинетика и катализ Физикохимия Неорганична химия	ХФ-СУ
20	Весела Цакова-Станчева	дхн електрохимия	професор физикохимия	Електрохимия Физикохимия	ИФ-БАН
21	Никола Георгиев Малиновски	дхн	професор	Физикохимия	ИОМТ-БАН

		Физикохимия	Физикохимия		
22	Митко Петров Георгиев	Д-р Неорганична химия	професор Неорганична химия	Неорганична химия	ХТМУ
23	Елисавета Христова Иванова	дхн Аналитична химия	професор Аналитична химия	Аналитична химия	ИОНХ-БАН
24	Анелия Станчева Йорданова- млад учен с право на съвещателен глас	Д-р	Гл.ас.		ИОНХ-БАН

## 10. Копие от правилника за работа в ИОНХ.

Линк <http://www.igic.bas.bg/bulletin/bul75.pdf> (Брой 75 (21.02.2014 г.) Правилник за устройството, дейността и управлението на Института по обща и неорганична химия при Българската академия на науките.

## 11. Съкращения използвани в отчета на Институт по обща и неорганична химия за 2018 г.

ИОНХ	Институт по обща и неорганична химия
МОН	Министерство на образованието и науката
НСРФИ	Националната стратегията за развитие на научните изследвания
ОП-НОИР	Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“
ЗНИИ	Закон за насърчаване на научните изследвания
DAAD	Deutscher Akademischer Austauschdienst (German Academic Exchange Service)
РП	Работна програма
ИФХ	Институт по Физикохимия
НАОА	Национална агенция за оценяване и акредитация
ИСИС	Иновационна стратегия за интелигентна специализация
ИЕЕС	Институт по електрохимия и енергийни системи
ИМК	Институт по минерология и кристалография
ИУРАС	Международен съюз за чиста и приложна химия
ИИХ	Институт по Инженерна химия
ФХФ	Факултет по химия и фармация
ФзФ	Физически факултет
ХТМУ	Химикотехнологичен и металургичен Университет
ССПР	Солеви системи и природни ресурси
БФ	Биологически университет
ТУ	Технически университет
СУ	Софийски университет
ПУ	Пловдивски университет



Проф. д-р Радостина Стоянова от ИОНХ с Награда «Питагор» 2018 г. за «Утвърден учен в областта на природните и инженерните науки»



Посещение на Министъра на образованието и науката Красимир Вълчев и заместник-министъра проф. Иван Димов в ИОНХ, 05.02.2018 г.