

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО ИНЖЕНЕРНА ХИМИЯ**

ИЗВЛЕЧЕНИЕ

от

ГОДИШЕН ОТЧЕТ

за научно-изследователската дейност през

2022 г.

ДИРЕКТОР:

(проф. дн Калоян Петров)

**С о ф и я
януари, 2023 година**

ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.

ПРОБЛЕМАТИКА НА ЗВЕНТОТО:

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

Научноизследователската дейност в ИИХ-БАН (теоретична, експериментална и приложна) е свързана, както със запазване на традиционната тематика, така и с разработване на нови проблеми и задачи, възникнали от съвременното развитие на науката, от нуждите на индустрията и обявените приоритети в Националната и Европейска стратегии за развитие на научните изследвания.

Основните направления в изследователската и приложна дейност на ИИХ-БАН напълно съвпадат с приоритетите на Националната стратегия за развитие на научните изследвания 2017г.-2030 г. и могат да бъдат систематизирани както следва:

- *Енергия и енергийна ефективност*
- *Развитие на зелени и еко-технологии*
- *Нови материали и технологии*
- *Информационни и комуникационни технологии*
- *Биотехнологии и получаване на чисти продукти*

ИИХ-БАН е участвал през годините в изграждането на множество индустриални инсталации и е оказвал консултантска и техническа помощ на редица промишлени предприятия. В резултат от дългогодишната си научна и приложна дейност, учени от ИИХ-БАН притежават 12 изобретения, заявени и регистрирани като патенти и полезни модели преди 2022 г. ИИХ-БАН има на разположение и предлага над 40 продукта, готови за стопанска реализация.

Към настоящия момент научният състав на ИИХ-БАН продължава участието си в редица международни сътрудничества по линия на междуакадемичния обмен и преките междуинститутски споразумения (САЩ, Германия, Турция, Португалия, Гърция, Испания, Дания, Холандия, Франция, Индия, Русия, Египет, Китай и др.). През 2022г. продължава и работата и по финансираните от Европейската комисия дейности по програми: COST, ERASMUS и MSCA .

През 2022 г. в изследователската програма на Института бяха включени общо 36 проекта. Те са свързани с опазване на околната среда, нови енергийни източници, получаване на чисти и ценни продукти, рационално оползотворяване на енергия, създаване на нови технологии и материали. От Таблица 1 се вижда значителния дял на проекти, финансирани от ФНИ-МОН и проекти, финансирани от ЕС и чуждестранни институции.

В конкурси на ФНИ-МОН през 2022 г., колективи от Института спечелиха финансиране на 3 проекта, в 2 от които, ИИХ-БАН изпълнява ролята на партньор. Почти целият научен състав участва в проекти, финансирани от ФНИ-МОН.

За поредна година продължи участието в НП "Млади учени и постдокторанти", като през 2022 г. се включиха 4 млади учени и 1 постдокторант.

Таблица 1. Брой на разработваните в ИИХ-БАН проекти по години.

Година	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22
Общо	37	39	27	22	28	36	41	42	39	36	36
Бюджетна субсидия на БАН	16	17	4	4	4+1	3+3	3	3	3	3	3
ФНИ-МОН	9	9	9	9	12	14	15	16	16	13	15
Финансирани от чужбина (ЕС, ЕБР, Erasmus, др.)	9	10	11	6	7	13	18	18	16	16	14
Финансирани от български източници (Без ФНИ-МОН и бюджет)	2	3	3	3	5	3	5	5	4	4	5

ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.

Като основни задачи пред колектива на ИИХ-БАН, освен запазване и повишаване на броя на проектите с външно финансиране и високото качество на изпълнение, отразено в увеличаване на броя на публикациите в списания с Импакт фактор (IF) и Импакт ранг (SJR), могат да се очертаят:

- Запазване на научния капацитет на ИИХ-БАН.

През 2022 г. бяха проведени 2 конкурса за асистенти, 1 конкурс за главен асистент и обявен 1 конкурс за професор с кандидати от ИИХ-БАН.

- Обновяване и развитие на материалната база за провеждане на изследвания на съвременен научно ниво.

- Освен научноизследователска, Институтът развива и образователна дейност. През 2022 г. в Института са обучавани 2 редовни докторанти и 3 докторанти на самостоятелна подготовка. Учени от Института ръководят лекционни курсове на студенти и докторанти, както и студентски практики по програмата на МОН.

- през годината Институтът е организирал 2 международни научни форума: 1st International Scientific Conference on Cleaner Energy and Chemical Engineering for Sustainable Circular Economy, 5th International Scientific Conference "Alternative Energy Sources, Materials & Technologies, AESMT'22" и 1 национален научен форум: 17th Workshop on Transport Phenomena in Two-phase Flow", проведен присъствено.

1.2. Изпълнение на НАЦИОНАЛНА СТРАТЕГИЯ ЗА РАЗВИТИЕ НА НАУЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ 2017-2030 г. (<https://www.mon.bg/bg/143> - извършени дейности и постигнати резултати по конкретните приоритети

Основните направления в изследователската и приложна дейност на ИИХ-БАН съвпадат с приоритетите на Националната стратегия за развитие на научните изследвания за 2021 г. - 2030 г. Изпълнените дейности и постигнатите резултати през годината са намерили отражение в публикационната активност на Института (64 публикувани статии и 8 приети за печат), патентите и полезните модели (12 от предишен период) и готовите за реализация продукти (40).

По разработваните теми в Института, са получени резултати с фундаментално и приложно значение, което напълно съответства на Националната стратегия по т. 3.3 – *Баланс в научните изследвания*. В съответствие с “4.7. Политика за стимулиране на приложни научни изследвания” могат да се посочат резултатите, свързани с прилагането на иновативни подходи за получаване на биогорива, ценни биопродукти с добавена стойност и по-чиста енергия чрез използване на възобновяеми енергийни източници. Тези изследвания са залегнали в стратегията за създаване на устойчива кръгова икономика, и са в приоритетното направление за развитие на научно-приложните изследвания „*Съвременни енергийни източници и енергийно ефективни технологии*“. Получените резултати по темите, свързани с биоразграждането на замърсители и денитрификация, извличане на ценни функционални вещества от отпадъчна биомаса, както и създаването на високоефективни конструкции на елементи от горивни клетки имат екологична насоченост и са пряко свързани с приоритетно направление „*Опазване на околната среда. Екологичен мониторинг. Оползотворяване на суровини и биоресурси. Пречистващи и безотпадни технологии*“. Изследванията, свързани с разработването на иновативни пробиотични препарати за повишаване на имунната резистентност на човека срещу вируси и патогенни бактерии са в приоритетно направление „*Здраве и качество на живота, биотехнологии и екологично чисти храни*“.

Добър пример, свързан с “*Политика за интеграция в Европейското изследователско пространство и разширяване на международното научно сътрудничество*” е успешната работа по дългосрочен проект 2018 г. – 2023 г. с ръководители проф. д-р Румяна Статева и проф. д-р Драгомир Янков, “*Integrated Process and Product Design for Sustainable Biorefineries (IProBio)*” – (Интегриран дизайн на процеси и продукти за устойчиви биорафинерии).

ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.

Проектът е с европейско финансиране по схемата за обмен на изследователи и иноватори от дейностите Мария Склодовска-Кюри, Рамкова програма „Хоризонт 2020“ (H2020-MSCA-RISE-2017).

Относно “4.6. Политика за развитие на фундаментални научни изследвания и насърчаване на върхови научни постижения”, осъществените фундаментални изследвания са включени в статии, които са публикувани в престижни международни научни списания, като делът на публикациите в световните бази данни WoS и Scopus нараства, в съответствие със специфична цел 5.

Относно реализацията на стратегията по отношение на 3.1 Човешки ресурси, усилията в Института бяха насочени към изпълнение на специфични цели 1 и 2 от Стратегията, чрез: (i) подобряване на условията на труд – изграждане на научни лаборатории с финансиране по „Център за компетентност ХИТМОБИЛ; (ii) обвързване на заплащането на научния персонал с конкретно постигнатите резултати, както и чрез възможностите по НП "Млади учени и постдокторанти".

1.3. Полза/ефект за обществото от извършваните дейности

Научните изследвания в Института са насочени към (i) подобряване на енергийната ефективност в страната, чрез въвеждане на нови методи за получаване на енергия (горивни клетки, биопроизводства на горива и химикали); (ii) подобряване на екологичната обстановка чрез внедряване на нови практики за почистване на води от замърсители; (iii) внедряване на нови високоефективни производства, базирани на валоризацията на различни отпадъци.

Извършваните от Института дейности имат освен чисто научна, и приложна насоченост и са свързани със създаване на разработки в областта на екологията, новите материали и новите енергийни източници, които при евентуално финансиране биха преминали от лабораторно и полупромишлено ниво до ниво внедряване.

1.4. Взаимоотношения с други институции

Институтът като звено от БАН участва във всички конкурси за финансиране на научни проекти, обявени от национални, правителствени и държавни институции, касаещи тематики от областта на компетентност на Института, включително и с рецензенти.

1.5. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата

1.5.1. Практически дейности, свързани с работата на национални, правителствени и държавни институции, индустрия, енергетика, околна среда, селско стопанство, национални културни институции и др. /относитими към получаваната субсидия/

Основната дейност на Института е свързана с извършване на научни изследвания в областта на екологията, новите материали и нови енергийни източници. Като допълнителна дейност, основавайки се на богатия опит и високата квалификация на научния състав, учените от Института участват в подготовката на експертизи, изготвяне на рецензии и мнения по конкретни дейности или проблеми, свързани с работата на национални, правителствени и държавни институции, индустрия, енергетика, околна среда, селско стопанство и др.

Проф. д-н Венко Бешков участва като представител на БАН в Тематична работна група по Оперативна програма "Иновации и конкурентоспособност" за програмния период 2021 г. - 2027 г. (към Министерството на икономиката).

Проф. д-р Драгомир Янков участва в Национална комисия за организиране и провеждане на национално състезание по природни науки и екология (към Министерството на образованието и науката).

ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.

През 2022 г. учени от Института са изготвили 11 рецензии на проектни предложения и отчети на проекти, финансирани от ФНИ-МОН.

1.5.2. Проекти, свързани с общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата и обществото, финансирани от национални институции (без Фонд „Научни изследвания“), програми, националната индустрия и пр. - до ТРИ най-значими проекти (заглавие на проекта, програма, по която се финансира, координатор, и постигнати резултати).

Институтът изпълнява проекти, свързани с екология и опазване на околната среда, финансирани от националната индустрия, МОН и оперативни програми. Най-значимите от тях са:

1. **НАЦИОНАЛНА ПЪТНА КАРТА ЗА НАУЧНИ ИНФРАСТРУКТУРИ (2017 г. - 2023 г.)** Договор ДО1-160/28.08.2018 Научна инфраструктура "Съхранение на енергия и водородна енергетика" (НИ СЕВЕ). Ръководител от Института е проф. д-р Драгомир Янков. Водеща организация е „Институт по електрохимия и енергийни системи“ към БАН, участници са 9 научни организации и университети. Проектът е с национално и европейско финансиране. Целта е да се създаде национален център, обединяващ съществуващия научен капацитет в зоната на иновативните високоефективни "зелени технологии" за изграждането на "Декарбонизирана Европа".

2. През 2022 г. продължиха дейностите по Национална научна програма „Нисковъглеродна енергия за транспорта и бита – ЕПЛЮС“, ДО1-214/19.11.18 г., финансирана от МОН с водещ партньор БАН. Програмата е с общ бюджет от 7 300 000 лв., като за 2020 г. - 2022 г. бяха отделени средства в размер на 2 190 000 лв. В нея участват 16 научни организации и университети. Ръководител от ИИХ-БАН - проф. д-р Драгомир Янков. Програмата е ориентирана към осигуряване на условия за провеждане на научноизследователски и научноприложни и демонстрационни дейности за развитието на нови и нововъзникващи технологии, които увеличават дела на оползотворяваната възобновяема енергия и осигуряват ускорено декарбонизиране на икономиката. Бяха проведени изследвания по Съхранение и преобразуване на възобновяема енергия (Компонент 1), Електрически превозни средства и водородна мобилност (Компонент 2) и Ефективни методи за улавяне и оползотворяване на CO₂ (Компонент 3).

3. „Център за компетентност ХИТМОБИЛ – Технологии и системи за генериране, съхранение и потребление на чиста енергия“, продължителност 5 г. от 2019 г. Ръководител от Института е проф. д-р Драгомир Янков. Водещият партньор е „Институт по електрохимия и енергийни системи“ към БАН. Участници са 10 научни организации, включително 1 университет, с финансиране от ОП „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014 г. - 2020 г. Договорът е на стойност 21 709 196,10 лв. по процедура BG05M2OP001-1.002 „Изграждане и развитие на центрове за компетентност“, Приоритетна ос 1 „Научни изследвания и технологично развитие“, съфинансирана от Европейския фонд за регионално развитие. Основна цел на проекта е изграждането на уникална на национално и регионално ниво инфраструктура за разработване, тестване, оптимизиране и индустриално въвеждане на модерни системи за мобилност и акумулиране на енергия. През годината са осъществени дейности по проект за Извършване на СМР за значително модернизиране на Лаборатория № 4 – част от Център за Компетентност ХИТМОБИЛ, състояща се от 2 помещения.

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2022 г.

В резултат от научноизследователската дейност на учените от ИИХ-БАН през 2022 г. излязоха от печат 64 публикации, 11 глави от книги и бяха приети за печат 8. Публикациите в

ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.

списания с IF/SJR са 37, като списанието с най-висок IF е 14.224. Разпределението по квартали е както следва: Q1, не оглавява ранглистата - 19, Q2 - 5, Q3 - 6, Q4 - 7.

Приети за печат са общо 8 научни публикации, индексирани в WoS и Scopus в квартали Q1(1), Q2(1) и Q4(1).

През 2022 г., учените от ИИХ-БАН са представили общо 103 устни и постерни доклади, както и пленарни лекции при участие в 7 национални и 22 международни научни конференции, проведени в страната (7) и чужбина (15). От тях, 30 доклада са били представени при участие на конференции в чужбина и 38 при участие в международни научни конференции, проведени в България. За сравнение през 2021 г. от учени от ИИХ-БАН са били представени общо 79 научни доклада и лекции, като 45 от тях са на международни конференции.

През годината са забелязани 803 цитата на 251 публикации на Института или средно по 3.2 цитата на цитирана публикация.

Както се вижда от Таблица 2, резултатите за 2022 г. са съпоставими с най-добрите постижения от годините до сега.

Таблица 2. Брой на публикациите и цитирания на публикации на учени от ИИХ-БАН по години.

Година	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Научни статии (+приети)	40	53	60	56	45	46(21)	53(9)	37(11)	66(11)	61(2)	64(8)
IF/SJR (+приети)	19	22	24	21	29	24(11)	36(3)	28(3)	38(5)	36(2)	37(8)
Рефериран и без IF/SJR	6	6	6	5	10	16	8	3	22	25	27
Доклади	44	67	72	68	76	81	73	103	57	79	103
Цитирания (включително WoS, Scopus)	565	508	690	775	751	901	786	815 (640)	955 (424)	703(388)	803(632)*

*Допълнително са забелязани 386 цитата, от предходна месторабота на учените, които не влизат в отчета на звеното

Средната публикационна активност (излезли от печат, 64 статии, получили одобрение за печат - 8) на учен от института (30 изследователи) е $64/30=2.13$ публикации.

През 2022г. Институтът беше организатор на 2 международни и 1 национален научен форум, както следва:

- *1st International Scientific Conference on Cleaner Energy and Chemical Engineering for Sustainable Circular Economy*. Конференцията беше проведена хибридно (on-site & on-line) в гр. София през периода 28.08.2022 г. - 31.08.2022 г. в рамките на проект КП-06-МНФ/11, финансиран от ФНИ-МОН.

- *17th Workshop on Transport Phenomena in Two-phase Flow*. Събитието бе проведено присъствено в гр. Велинград през периода 22.09.2022 г. - 25.09.2022 г. в рамките на проект № КП-06-НЗ7/11, финансиран от ФНИ-МОН.

- *5th International Scientific Conference "Alternative Energy Sources, Materials & Technologies, AESMT'22"*. Конференцията беше проведена гр. Велико Търново през периода 27.06.2022 - 28.06.2022.

Учени от Института (включително и почетни членове на Колоквиума) са членове на редакционни колегии на голям брой международно издавани научни списания, като: American Journal of Chemical Engineering, ChemEngineering, PLoS ONE, Balkan Journal of Electrical & Computer Engineering, Hungarian Journal of Industry and Chemistry, The Open Chemical

ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.

Engineering Journal, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Bulgarian Chemical Communications, Current Biochemical Engineering, Applied Chemical Engineering, Journal of International Scientific Publications: Ecology & Safety, Journal of International Scientific Publications: Materials, Methods & Technologies, Journal of Marine Science, Journal of Advanced Chemical Engineering, Frontiers in Chemistry, Journal of Petrochemical Engineering, British Journal of Engineering & Technology, Transactions on Applied Chemistry, Recent Innovations in Chemical Engineering, Transactions on Physical Chemistry, Journal of Food Chemistry and Nutrition и др., а също участват и в организационните и научните комитети на международни научни форуми.

През 2022 г. учени от Института са изготвили по процедури за придобиване на научни степени и академични длъжности 4 рецензии (2 за „Професор“, 1 за „Доцент“ и 1 за НС „Доктор на науките“) и 7 становища (2 за „Професор“, 1 за „Доцент“, 3 за ОНС „Доктор“ и 1 за НС „Доктор на науките“).

През 2022 г. учени от ИИХ-БАН са участвали в изготвянето на 11 рецензии на проектни предложения и отчети, финансирани от ФНИ-МОН и др. източници, както и на 84 анонимни рецензии на статии в научни списания.

2.1. Най-значимо научно постижение

ПОЛУЧАВАНЕ НА БИОАКТИВНИ ВЕЩЕСТВА С ВИСОКА ДОБАВЕНА СТОЙНОСТ ОТ ВЪЗБНОВЯЕМА МАЛКОИЗПОЛЗВАНА БИОМАСА

Колектив от ИИХ: Ст. Бояджиева, Ст. Стефанов, Др. Янков, Р.П. Статева

В духа на концепцията за кръгова икономика, устойчивостта и използването на възобновяеми суровини са от особено значение за преминаване от икономика, базирана на изкопаеми горива към такава базирана на био-ресурси.

Основната цел на това изследване бе анализ на приложимостта и ефективността на иновативни, екологични техники (течна екстракция при повишено налягане и екстракция със свръх критичен флуид без и със съразтворител) за извличане на вещества с висока добавена стойност от биомаса с приложение във фармацевтичната, козметичната, хранително-вкусовата промишленост.

Обект на изследванията бяха *Arctium lappa*, известен като репей, и третиран в много страни като бурен, и *Gnaphalium viscosum* - Мексиканско Гордолобо, представители на ширококоразпространена, възобновяема, но с твърде ограничено приложение към момента биомаса.

В първия случай беше използвана суровина с произход от България и Бразилия. Проведени бяха редица систематични изследвания с цел анализ на: 1. Възможностите на зелени техники използващи компресирани течности (пропан, вода, свръхкритичен CO₂) за валоризация на семена и корени от репей; 2. Влиянието на технологичните параметри (температура, налягане, вид на разтворителя и съразтворителя и пр) върху добива, качеството и състава на получените екстракти.

Получените екстракти бяха оценени на базата на добив, общо фенолно съдържание и антиоксидантна активност и сравнени със тези получени чрез Soxhlet екстракция. Богатият спектър от ценни вещества - мастни киселини, фенолни съединения и захари беше идентифициран и количествено определен с помощта на GC-FID, GC-MS, LC – MS/MS. Резултатите от това обширно проучване показват, че техниките за екстракция с компресирани течности са ефективни за генериране на продукти с висока добавена стойност.

Във втория случай бяха изследвани перспективите за експлоатация на *Gnaphalium viscosum* (с произход Мексико), ширококоразпространен в субтропичния пояс по целия свят, но до момента също с твърде ограничено приложение. Целта на това пионерно изследване бе анализ на приложимостта на традиционни техники като течно-течна и Soxhlet екстракции и свръхкритична екстракция без и със съразтворител за получаване на вторични биоактивни

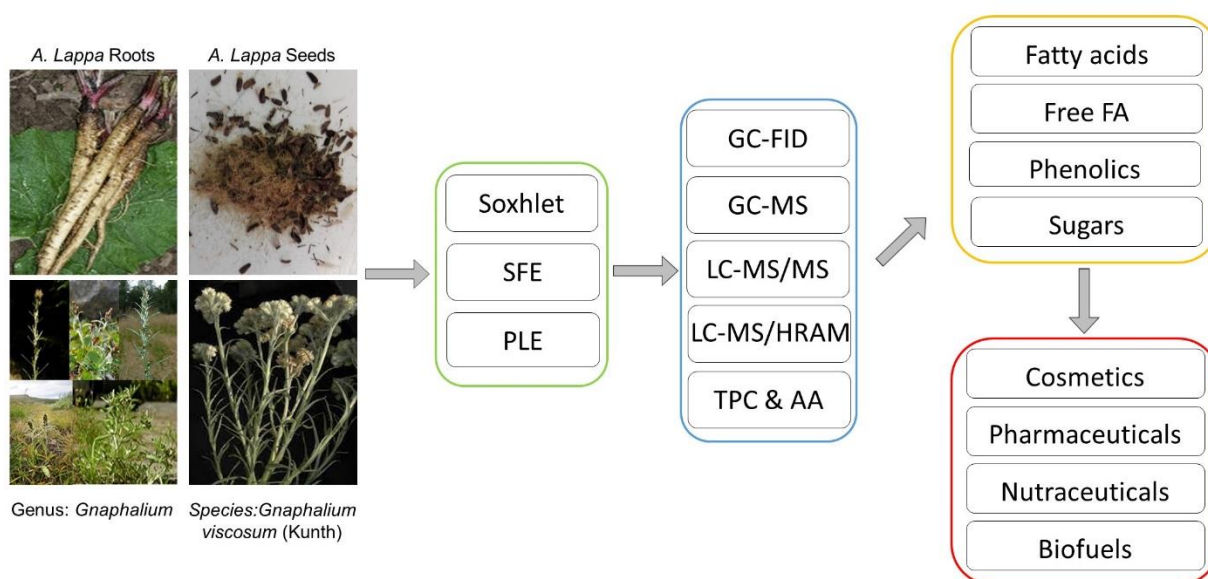
ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.

метаболитни съединения с висока добавена стойност от листа, цветовете и стъбла на *G. viscosum*. Широка гама от полифенолни съединения бяха идентифицирани и количествено определени чрез LC (LC-MS/MS и LC-HRAM), а профилът на мастните киселини - чрез GC-FID. Резултатите показаха огромния потенциал и перспективи за валоризация на *G. viscosum*, тъй като бе доказано наличието в значителни количества на вещества с много висока антиоксидантна активност като кемпферол, кемпферол-3-O-d-глюкозид (астрагалин) и хлорогенова киселина. Освен това, за първи път беше установено присъствието на мощния антиоксидант леонтоподна киселина в стъблата, листата и цветовете на *G. viscosum* добивана досега единствено от защитения със закон еделвайс.

Проведените изследвания предоставят голям обем надеждни експериментални данни и информация, недостигнали до сега в литературата, които са основа за разработването на устойчиви процеси, и дизайн на многопродуктови биорафинерии (one feed, multiproduct biorefineries) базирани на иновативни техники с цел пълното оползотворяване на потенциала на тези биомаси.

Литература:

1. **S.M. Stefanov**, D.E.L. Fetzer, A.R.C. Souza, M.L. Corazza, F. Hamerski, **D.S. Yankov**, **R.P. Stateva**, “Valorization by compressed fluids of *Arctium lappa* seeds and roots as a sustainable source of valuable compounds”, *Journal of CO₂ Utilization*, 2022, **56**, 10182, DOI: [10.1016/j.jcou.2021.101821](https://doi.org/10.1016/j.jcou.2021.101821), **Q1, IF-8.321**
2. **S. Boyadzhieva**; J. A. P. Coelho; M. Errico; E. Reynel-Avilla; **D. S. Yankov**; A. Bonilla-Petriciolet; **R. Stateva**, “Assessment of *Gnaphalium Viscosum* (Kunth) valorization prospects: Sustainable recovery of antioxidants by different techniques”, *Antioxidants*, 2022, **11**, 2495. DOI:10.3390/antiox11122495, **Q1, IF-7,675**
3. **S.M. Stefanov**, D.E.L. Fetzer, A.R. Custódio de Souza, M L. Corazza, F.Hamersk, **D.S. Yankov**, **R P. Stateva**, “Some thoughts on the various P’s of biomass valorization: *Arctium lappa* as a generic example”, pp 7-9 In: Book of Extended Abstracts of the ProGreS 2nd Workshop: From biomass characterization to process synthesis, May 16-17, 2022, Lisbon, Portugal, ISBN:978-989-33-3213-9, 7-9



Фиг.1. Схема на получаване на биоактивни вещества от възобновяема биомаса.

2.2. НАЙ-ЗНАЧИМО НАУЧНО-ПРИЛОЖНО ПОСТИЖЕНИЕ

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА БИОТЕХНОЛОГИЧНО ПОЛУЧАВАНЕ НА АЦЕТОИН ОТ ГЛИЦЕРОЛ В ИНДУСТРИАЛЕН МАЩАБ

Ръководител: проф. дн Калоян Петров

През 2004 година ацетоинът е определен от Министерството на енергетиката на САЩ като едно от 30-те най-приоритетни за биотехнологично производство химични съединения. Въпреки това и до днес ацетоинът се получава индустриално по химичен път на изключително висока цена. От друга страна, ацетоинът се явява продукт в метаболитния път на много микроорганизми, но пречка пред комерсиализацията на микробното му получаване остава високата цена на използваните източници на въглерод, както и ниския добив на получения продукт.

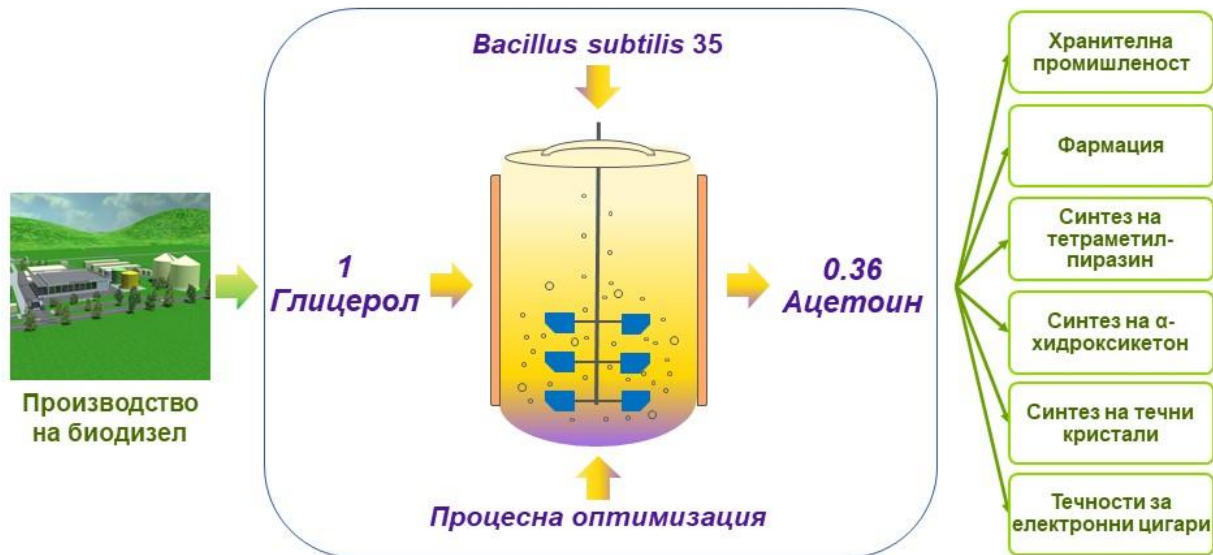
В настоящото изследване бяха разгледани възможностите ацетоинът да бъде получен като основен продукт чрез ферментация на един от най-евтините и атрактивни към момента въглеродни източници – глицеролът. За целта бяха изолирани и идентифицирани над 100 микробни продуцента на ацетоин, които впоследствие бяха селектирани на базата на способността им да конвертират глицерола в ацетоин. Като най-перспективен бе определен шамът *Bacillus subtilis* 35, който, поради изключителните си производствени характеристики бе депозиран в Немската колекция за микроорганизми и клетъчни култури под номер DSM 113 620. Процесът на конверсия на глицерола в ацетоин от *B. subtilis* 35 беше цялостно оптимизиран, като чрез планиране на експеримента и използване на регресионни модели бяха установени оптималните стойности на всички значими за процеса фактори – компоненти на хранителната среда, температура, киселинност, степен на аерация. В резултат на извършената оптимизация, от глицерол бяха получени 77.9 г/л ацетоин, с добив 0.36 г/г. Този резултат е в пъти по-висок от получените до момента и е почти идентичен с количествата ацетоин, получени от глюкоза.

Имайки предвид огромните количества отпаден глицерол, генерирани при различни производства (биодизел, хранителна промишленост и др.) на изключително ниска цена (отпадния глицерол от тези производства обикновено се изгаря), както и високата стойност на получения продукт (130 – 150 долара за 1 кг чист ацетоин), настоящото изследване е първото в света, което разкрива възможността за промишлено получаване на ацетоин по биотехнологичен път на базата на глицерол.

Литература:

Tsigoriyna L., Petrova P., Petrov K. (2023). High production of acetoin from glycerol by *Bacillus subtilis* 35. *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 107(1), 175-185. (<https://doi.org/10.1007/s00253-022-12301-6>) (Q1, IF 5.560 - 2021).

ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.



Фиг.2. Схема на получаване на ацетоин от отпаден глицерол с многостранните му приложения.

3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ЗВЕНОТО

През 2022 г. учените от ИИХ-БАН продължиха да осъществяват дейности по международни научни проекти, които са в рамките на двустранното и многостранно сътрудничество, проекти допълнително финансирани по договори и програми на ЕС, НАТО, ЮНЕСКО и др.

Учените от ИИХ-БАН продължават да търсят и нови възможности за реализиране на съвместни научно-изследователски проекти, създаване на контакти с учени от други научни организации от страната и чужбина с цел формиране на съвместни колективи за участие в проекти, финансирани по национални и международни научни програми, участие в национални и международни научни конференции с представяне на съвместни доклади и т.н.

През 2022 г., по програма Еразъм, ИИХ-БАН беше посетен от 1 чуждестранен учен от Белгия.

3.1 В рамките на договори и спогодби на ниво Академия

През 2022 г. учени от Института са участвали в изпълнението на дейности по двустранните споразумения по програмата ЕРАЗЪМ, с:

1. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), Lisbon, Portugal.
2. University of Patras, Patras, Greece.
3. Middle East Technical University – METU), Ankara, Turkey.
4. Syddansk Universitet (University of Southern Denmark – SDU), Odense, Denmark.
5. Institut National des Sciences Appliquées Rouen Normandie (Insa Rouen Normandie).
6. Autonomous University of Madrid, Madrid, Spain.

През 2022 г. учени от Института са участвали в изпълнението на дейности по проекти по международно сътрудничество в рамките на междуакадемични договори и споразумения (ЕБР), както следва:

1. Проект „Зелени“ подходи за третиране на лигноцелулози и детоксикация на получените хидролизати“, финансиран по линия на ЕБР-ЕАНИТ с Египетска Академия

ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.

- за Научни Изследвания и Технологии (ЕАНИТ); Факултет по инженерство – Октомврийски Университет за модерни науки и изкуства (October University for Modern Sciences and Arts, MSA University), Гиза, Египет. Договор № IC-EG/01/2022-2024,;
2. Проект „Селекция на микроорганизми с приложение в промишлени биотехнологии за получаване на специфични метаболити от възобновяеми субстрати“

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

1. *Тема на проекта:* “Integrated Process and Product Design for Sustainable Biorefineries (IProPBio)” – (Интегриран дизайн на процеси и продукти за устойчиви биорафинерии). Период на изпълнение: 2018 г. – 2023 г. Ръководители от ИИХ-БАН: проф. д-р Румяна Статева и проф. д-р Драгомир Янков. Проектът се осъществява с европейско финансиране по схемата за обмен на изследователи и иноватори от дейностите Мария Склодовска-Кюри, Рамкова програма „Хоризонт 2020“ (H2020-MSCA-RISE-2017). Той финансира обмен на учени и идеи между университети от Дания (University of Southern Denmark – координатор), Бразилия (Federal University of Paraná), България (ИИХ-БАН, ХТМУ), Великобритания (University College London), Гърция (University of Patras), Испания (Universidad de Salamanca), Италия (Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca Sulle Acque), Мексико (Nacional de México – Instituto Tecnológico de Aguascalientes), Португалия (Instituto Superior de Engenharia de Lisboa), САЩ (Texas A&M Engineering Experiment Station “TEES” Gas and Fuels Research Center “GFRC”). Срокът на проекта е официално продължен до м. октомври 2023 г.

2. *Тема на проекта:* „Определяне на структурата на U и Hg чрез синхротонна рентгенова спектроскопия“.

Партньор: Национална Лаборатория Аргон, САЩ.

Ръководител от ИИХ-БАН: доц. д-р Максим Боянов.

Проектът е изцяло финансиран от Американски университетски програми.

3. Подписано е през 2022г. споразумение за съвместни научни изследвания и мобилност на учени, докторанти и студенти с College of Energy and Mechanical Engineering- Shanghai University of Electric Power, Китай.

COST Акции:

1. *Тема на проекта:* „COST” Акция CA19145 - European Network for assuring food integrity using non-destructive spectral sensors

Ръководител на проекта от ИИХ-БАН: гл. ас. д-р Георги Гергов.

Проектът се финансира от Horizon 2020, European Commission.

2. *Тема на проекта:* „COST” Акция CA 17120, COST Action Chemobrionics.

Ръководител на проекта от ИИХ-БАН: доц. д-р Даниела Джонова-Атанасова.

Проектът се финансира от Horizon 2020, European Commission.

3. *Тема на проекта:* „COST” Акция CA 17105 COST Action A pan-European Network for Marine Renewable Energy with a focus on Wave Energy (WECANet).

Ръководител на проекта от ИИХ: доц. д-р Даниела Джонова-Атанасова.

Проектът се финансира от Horizon 2020, European Commission.

През 2022 г. бяха осъществени дейности по проекти, финансирани от ФНИ-МОН по двустранно сътрудничество: България-Русия - 2 бр. и България-Индия - 1 бр.

3.3. НАЙ-ЗНАЧИМ МЕЖДУНАРОДНО ФИНАНСИРАН ПРОЕКТ

ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.

Проект: „**Integrated Process and Product Design for Sustainable Biorefineries (IProPBio)**“ (Интегриран дизайн на процеси и продукти за устойчиви биорафинерии), финансиран по Рамкова програма „Хоризонт 2020“ (H2020-MSCA-RISE-2017) на Европейския Съюз. **Водещ Бенефициент: Институт по Инженерна Химия – Българска Академия на Науките.**

Участници от ИИХ: Р. Статева, Др. Янков, Ст. Бояджиева, Ст. Стефанов

Концепцията „Биорефинерия“ се очертава като един от най-обещаващите подходи в рамките на кръговата икономика за изграждане на био-индустрия, която усвоява напълно потенциала на всяка биомаса, максимизира превръщането ѝ в продукти с висока стойност, намалява замърсяването на околната среда, причинено от традиционните, базирани на нефта химически отрасли, и стимулира регионалното и местното развитие. В ЕС био-икономиката включва 22 млн. души, има около €2,4 млрд. оборот с потенциал да създаде 1 млн. нови работни места и да генерира €32 млрд. приходи до 2020 г.

Проектът „Интегриран дизайн на процеси и продукти за устойчиви биорафинерии (IProPBio)“ е финансиран в рамките на програма Мария Скл.- Кюри, РП „Хоризонт 2020 RISE-2017, за периода **01.01.2018-31.12.2023** и е насочен към решаване на ключови предизвикателства при проектирането, оптимизирането и експлоатацията на устойчиви биорафинерии с мултипродуктови портфейли. Институтът по инженерна химия – БАН е водещ бенефициент в Консорциума на IProPBio.

В рамките на IProPBio е предвидено организирането и провеждането на четири Уъркшопа: „Valuable products from residual biomasses: Towards a greener society (ProGreS)“.

Първият от четирите Уъркшопа, организиран от Институт по инженерна химия-БАН се проведе в периода 23.09 – 24.09.2019 в ИИХ, гр. София, с тема: Biomass selection, characterization and valorization. Вторият и Третият ProGreS Уъркшоп на тема: “From biomass characterisation to process synthesis” бяха организирани съответно от Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (16.05-17.05 2022, Лисабон Португалия) и Университета в Саламанка (03.11-04.11, 2022, Саламанка, Испания).

Информация за проекта на сайт на IProPBio: <http://ipropbio.sdu.dk>



Фиг.3. Project "Integrated Process and Product Design for Sustainable Biorefineries (IProPBio)" is funded by the Horizon 2020 research and innovation programme of the EU (H2020-MSCA-RISE-2017), under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 778168.

ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.

4. УЧАСТИЕ НА ЗВЕНТОТО В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

През 2022 г. учени от ИИХ-БАН продължиха да участват в подготовката на дипломанти, докторанти и специалисти по инженерна химия у нас и в чужбина. Четат лекции и водят упражнения във висшите учебни заведения, както и курсове за докторанти, одобрени от Центъра за Обучение при БАН.

Подробно описана, водената учебна дейност е както следва:

4.1. във висши училища

4.1.1. Проф. д-н Венко Бешков - 9 часа лекции и 4.5 часа упражнения, курс за магистри „Дисперсни системи в опазването и очистването на околната среда“, ФХФ, СУ „Св. Кл. Охридски“.

4.1.2. Доц. д-р Татяна Петрова - 30 часа упражнения, курс за бакалаври „Механика“, специалност "Зелена енергетика", Европейски политехнически университет, гр. Перник.

4.3. подготовка на докторанти:

4.3.1. През 2022 г. учени от ИИХ-БАН са ръководили общо 5 докторанти - в това число 2 редовни и 3 на самостоятелна подготовка. 1 от тях е защитил успешно през годината.

Редовни докторанти:

1. Мира Йорданова - ръководител: проф. д-р Драгомир Янков, 01.08.2019 г. - 31-07-2022 г., прекъснала е по майчинство и с възстановени права от 01.06.2022 г., срок на отчисляване - 01.02.2024г.
2. Апостол Апостолов - ръководител: проф. д-р Драгомир Янков, 01.02.2021 г. - 01.02.2024 г.

Докторанти на самостоятелна подготовка:

3. Надежда Шукова - ръководител: доц. д-р Елена Разказова-Велкова, 01.05.2016 г. - 30.04.2019 г., успешно защитила през 2022 г.
4. Стела Паньовска - ръководител: проф. д-р Ирен Цибранска и доц. д-р Даниела Джонова-Атанасова, 01.10.2020 г. - 30.09.2023 г.
5. Лидия Цигорийна - ръководител: проф. д-н Калоян Петров, 30.12.2021 г. - 29.12.2024 г.

През 2022 г. учени от ИИХ-БАН (гл. ас. д-р Евгения Василева, гл. ас. д-р Цветомила Първанова, ас. Стела Паньовска, гл. ас. д-р Константина Стефанова) са участвали в провеждането на студентски практики (общо 480 часа) на 48 студенти от ВУЗ, финансирани по проект на МОН "Студентски практики".

През годината проф. д-н Калоян Петров е ръководил 1 дипломант от СУ „Св. Кл. Охридски“, за получаване на ОКС „Магистър“.

4.4. Повишаване на квалификацията на учените от ИИХ

През 2022г. бяха проведени успешно 2 конкурса за заемане на академичната длъжност „Асистент“ и 1 конкурс за заемане на академичната длъжност „Главен асистент“ на кандидати от Института. През същата година беше обявен 1 конкурс за заемане на академичната длъжност „Професор“, също на кандидат от Института.

5. ИНОВАЦИОННА И СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНТОТО И АНАЛИЗ НА НЕЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.

Всички проекти, по които се работи в ИИХ-БАН, са с иновационен характер. И през 2022 г. остава значителен дялът на проектите с фундаментален характер, финансирани от ФНИ-МОН. Продължава, обаче, и тенденцията на недостатъчно взаимодействие с индустрията и бизнеса за внедряването на готовите разработки на ИИХ-БАН в страната. Учените от ИИХ-БАН продължават да полагат усилия за намиране на нови възможности за реализация на техния научен продукт. Положителен резултат от това е успешното осъществяване на съвместните дейности по договори с външни възложители.

5.1. Осъществяване на съвместна иновационна и стопанска дейност с външни организации и партньори, включително поръчки от фирми от страната и чужбина

През 2022 г. продължиха дейностите по проект „НОВИ КОМБИНИРАНИ МИКРОБНИ ПРЕПАРАТИ РНУТОВАСТИН ЗА РАСТИТЕЛНА ЗАЩИТА С ФУНГИЦИДЕН И ИНСЕКТИЦИДЕН ЕФЕКТ“ с фирма Агрива АД. Проектът е с продължителност 2021 г. – 2023 г.

5.2. Извършен трансфер на технологии

ИИХ-БАН има 40 готови за стопанска реализация разработки във всички области, в които институтът има дейности - екология, нови материали и технологии, оползотворяване на отпадни и междинни продукти, нови енергийни източници и енергийна ефективност.

6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНТО

6.1 Осъществяване на съвместна стопанска дейност с външни организации и партньори /продукция, услуги и др., които не представляват научна дейност на звеното/, вкл. поръчана и договорирана с фирми от страната и чужбина.

- Водят се преговори, но през годината няма извършена стопанска дейност.

6.2 Отдаване под наем на помещения и материална база – под наем се отдава едно помещение със съответно подписан договор.

6.3 Сведения за друга стопанска дейност.

През годината дружеството към института ИХЕМ-БАН ООД, с “инженерингова предмет на дейност в областта на химическата и хранителна технологии, енергийната ефективност и опазването на околната среда”, е в контакт и преговори за внедряване на разработки на ИИХ-БАН с външни организации и фирми от страната и чужбина.

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ ЗА 2022 г.

Информацията от финансовия отдел е представена в следващата Таблица 3.

Таблица 3. Анализ на финансовото състояние на ИИХ-БАН през 2020 г., 2021 г. и 2022 г.

ОСНОВНИ ПОСТЪПЛЕНИЯ:	2020 г., х лв	2021 г., х лв	2022 г., х лв
1. Бюджетната субсидия	1 067.469	1 236.734	1 434.535
2. По договори с МОН			
- по договори с ФНИ	54.164	197.175	300.235
- ОП "Развитие на човешките ресурси"			
3. По договори със стопански организации			

ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.

- в страната(общо)	173.554	29.537	3.175
- от чужбина	210.325	247.615	349.104
4. По договори с Европейски институции (Проект „Хитмобил“)			867.216
5. От наем на помещения	5.860	8.164	8.970
6. От лихви по разплащателни сметки			
ОСНОВНИ РАЗХОДИ:			
1. за работна заплата, вкл. награди	868.359	954.052	1 154.122
2. портieri, хонорари-чл.222 и 224 КТ	389.264	381.356	366.244
3. за ДОО	118.958	128.629	143.616
4. за фонд ПКБ			
5. за здравно осигурителни вноски	48.711	52.124	59.454
6. вноски доп. задължително осигуряване	20.102	23.553	26.855
7. за командировки	20.320	25.246	52.483
8. за издръжка (отопление и вода)	43.402	66.404	72.365
9. за комуникации (телефон и факс)	10.115	11.928	11.428
10. за текущо осигуряване на НИР	113.462	119.618	131.580
11. за раб.облекло и пред. храна			
12. по фонд СБКО			
13. за аналитична апаратура и други			
14. Материални дълготрайни активи	130.167	69.373	775.609
15. Нематериални дълготрайни активи			
16. за стипендии	1.500	5.500	22.159
17. местни данъци и такси			
18. данък върху печалбите	0.204	0.137	0.244
19. данък за общините			
20. Приведена сума от касата на ЦУ-БАН	3.677	3.810	3.810
21. Дължимата сума на ЦУ-БАН			

Пълният финансов отчет е предаден по съответния ред в БАН-Администрация.

През 2022 г. Бюджетната субсидия на ИИХ-БАН беше увеличена с 16% спрямо 2021 г., което обезпечава покриването на увеличените минимални работни заплати и свързаните с тях разходи за осигуровки. Постъпилите извънбюджетни средства през 2022 г. са в размер на 1 528 700 лв., което е с 1 046 209 лв. повече от средствата за 2021 г. Последните надвишават бюджетната субсидия за 2022 г. с 94 165 лв.

От бюджетната субсидия са платени 40% от разходите за издръжка (топлоенергия, вода, телефон и др.), като останалите средства са от Института. Тези разходи са в размер на 83 793 лв., което представлява увеличение с 5 461 лв. в сравнение с 2021 г.

Изцяло от собствени средства са платени разходите за апаратура и командировки в страната и чужбина. Средствата за командировки за участия на конференции и сътрудничество в чужбина са увеличени двойно (27 237 лв.) спрямо същите за 2021 г.

Средствата, изразходвани за научноизследователска дейност, които се отделят от бюджета, продължават да бъдат недостатъчни за покриване на реалните разходи на ИИХ-БАН. Последното се осъществява благодарение на проявената висока активност от страна на учените от Института за формиране на успешни сътрудничества с други научни организации и фирми от страната и чужбина, финансирани по договори от външни източници. Това става възможно и в резултат от признание на високата квалификация на учените от ИИХ-БАН. Необходимо е, обаче, да се положат повече усилия за намиране на партньори с цел създаването на успешни сътрудничества при кандидатстване за финансиране на проекти по научните програми на Европейския съюз.

ГОДИШЕН ОТЧЕТ НА ИИХ-БАН ЗА 2022Г.

8. ИЗДАТЕЛСКАТА И ИНФОРМАЦИОННАТА ДЕЙНОСТ

През 2022 г. продължи успешното и редовно издаване на научното списание "*Bulgarian Chemical Communications*", с главен редактор проф. д-р Венко Бешков. Това е единственото списание на химическата колегия при БАН. Авторитетът на списанието се доказва с индексирането му в световните бази данни Scopus, както и с интереса от страната и чужбина към издаване на извънредни броеве на списанието.

През 2022 г. беше спечелен за поредна година едногодишен проект, финансиран от ФНИ-МОН, по конкурс за научна периодика.

9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ЗВЕНТО

Научната организация е със статут на академично специализирано звено (АСЗ) и специализираните решения се разглеждат от Научния съвет на Института по електрохимия и енергийни системи.

10. КОПИЕ ОТ ПРАВИЛНИКА ЗА РАБОТА В ЗВЕНТО – <http://www.iche.bas.bg/>.

11. СПИСЪК НА ПРИЛОЖЕНИЯТА

на хартиен носител:

- Извлечение от Протокол №2/2023 от заседание на Общо събрание на учените в ИИХ-БАН, състояло се на 23.01.2023г.
- Извлечение от Протокол №2/2023 от заседанието на Научния съвет на ИЕЕС „Акад. Евгени Будевски“ – БАН, състояло се на 24.01.2023г.

и на електронен носител (CD):

1. Извлечение от годишния отчет за 2022 г. на ИИХ;
2. Списък на излезлите от печат публикации през 2022 г., генериран от системата SONIX;
3. Списък на приетите за печат публикации през 2022 г., генериран от системата SONIX;
4. Списък на цитатите за 2022 г., генериран от системата SONIX;
5. Анекс към отчета за 2022г. с пропуснати публикации и цитирания за двегодишния период 2020г. - 2021 г.