

ИНСТИТУТ ПО ПОЛИМЕРИ
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
Научен отчет 2020

1. ПРОБЛЕМАТИКА НА ИНСТИТУТА ПО ПОЛИМЕРИ

Институтът по полимери при Българската академия на науките (ИП-БАН) е постоянно научно звено в рамките на научноизследователско направление „Нанонауки, нови материали и технологии“. ИП-БАН е водещата научноизследователска организация за полимерна наука в България, която развива приоритетни научни изследвания в т.ч. фундаментални и приложни във всички области на полимерната наука. Дейността му включва също извършване на консултантска и експертна дейност, както и обучение на докторанти по специалността „Полимери и полимерни материали“. Един от основните приоритети на ИП-БАН е утвърждаването му като център за върхови постижения и интегриране в европейското изследователско пространство.

Дейностите на ИП-БАН са в съответствие със съвременните национални и международни приоритети и са групирани в три тематични направления:

- *Нови полимери и иновативни полимерни (нано)материали и технологии.*
- *Полимерни материали с приложение в медицината, фармацията и биотехнологиите.*
- *Полимерни материали за алтернативни енергийни източници и полимери от възобновяеми и неконвенционални ресурси*

Научният капацитет на ИП-БАН включва високо квалифициран изследователски състав и съвременна научна инфраструктура. Тази комбинация осигурява съвременно и конкурентно ниво на провежданите изследвания, както и осъществяването на модерно обучение на студенти и докторанти в областта на полимерите и полимерните материали.



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

Мисията на ИП-БАН е провеждане на научни изследвания, иновации и обучение в областта на полимерите и полимерните материали, които допринасят за развитието на науката и технологиите и са в полза на обществото и икономиката.

Проведените научни изследвания в ИП-БАН през 2020 г. са в съответствие с утвърдените научни тематики, посочени по-горе. Получените научни и научно-приложни резултати могат да се обобщят както следва:

✓ ***Нови полимери и иновативни полимерни (нано)материали и технологии***

През 2020 г. бяха извършени следните изследвания: (i) Получаване и охарактеризиране на нови съполимери и съполимерни мрежи с комплексна макромолекулна архитектура, зададени молекулно-масови и структурни характеристики чрез контролирани полимеризационни процеси и високоефективни реакции за модифициране.; (ii) Получаване и охарактеризиране на водни колоидни системи от различни по състав и структура съполимери, както и формиране и стабилизиране на полимерни мицели и други агрегати с разнообразна структура; (iii) Получаване и охарактеризиране на полимер-органични и полимер-неорганични хибридни наноматериали; (iv) Разработване на високотехнологични подходи и апаратурно оформление за получаване на наноструктурирани влакнести материали; (v) Получаване, модифициране, изследване на свойствата и преработката на полимерни (нано)композитни материали.

✓ ***Полимерни материали с приложение в биомедицината, фармацията и биотехнологиите***

През отчетния период по тази тематика бяха проведени изследвания върху дизайна и охарактеризирането на: (i) интелигентни полимери системи за приложение като оптични сензори за влага и различни органични вещества; (ii) наноразмерни полимерни и хибридни носители (наночастици, везикули) на лекарствени вещества, малки биологични молекули и гени; (iii) нови полимерни материали с насочено биологично действие (противогъбична или антитуморна активност); (iv) хидрогелове като актуатори.

✓ **Полимерни материали за алтернативни енергийни източници и полимери от възобновяеми и неконвенционални ресурси**

Работата през 2020 г. по тази тематика обхваща изследвания върху получаването и охарактеризирането на: (i) полимерни мембрани за енергийни конвертори; (ii) активни полимерни слоеве за органични слънчеви елементи; (iii) биоразградими полимери; (iv) биоразградими влакнести подложки на основата на полимери от възобновяеми ресурси за тъканното инженерство, регенеративната медицина и за лечението на рани.

Успешното изпълнение на мисията на ИП-БАН като научно звено от научноизследователско направление „Нанонауки, нови материали и технологии” на БАН е видно още от изпълнението на поставените количествени критерии по индикатори брой публикации, представяния на научни форуми и заявки за изобретение и/или полезен модел(патент) залегнали в изследователския план на ИП (Таблица 1).

Таблица 1. Количествени критерии по индикатори, заложи в изследователския план на ИП-БАН за 2020 г. и тяхното изпълнение по тематични направления.

Тематично направление	Индикатори	Брой публикации	Брой представяния на научни форуми	Брой патенти/заявки за изобретение/полезен модел/патент
Нови полимери и иновативни полимерни (нано)материали и технологии	Заложени	6	10	1
	Изпълнени	13	17	1
Полимерни материали с приложение в биомедицината, фармацията и биотехнологиите	Заложени	15	20	2
	Изпълнени	23	24	2
Полимерни материали за алтернативни енергийни източници и полимери от възобновяеми и неконвенционални ресурси	Заложени	5	10	1
	Изпълнени	5	6	-

1.2. Изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030. Извършени дейности и постигнати резултати по конкретните приоритети.

Приоритетните тематични направления на ИП-БАН са в съответствие с три от шестте приоритетни направления за насочени фундаментални изследвания (ПННФИ) на Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България

(НСРНИ) 2017-2030, а именно: *ПННФИ 1* „Повишаване конкурентоспособността и продуктивността на икономиката в съответствие с тематичните области на Иновационна стратегия за интелигентна специализация на Република България 2014-2020 г (ИСИС)“; *ПННФИ 2* „Подобряване на качеството на живот – храни, здраве, биоразнообразие, опазване на околната среда, градска среда и транспорт и др.“ и *ПННФИ 3* „Енергия и енергийна ефективност; ефективно оползотворяване на природни ресурси“.

Трябва да се отбележи, че съществена част от провежданите в ИП-БАН изследвания имат научно-приложен характер, като са в съответствие и с четири от седемте приоритетни направления за развитие на приложните научни изследвания (ПНПНИ) на НСРНИ. Това са: *ПНПНИ 1* „Съвременни енергийни източници и енергийно ефективни технологии“, *ПНПНИ 2* „Здраве и качество на живот. Превенция, ранна диагностика и терапия, зелени, сини и екотехнологии, биотехнологии, екохрани“, *ПНПНИ 3* „Опазване на околната среда. Екологичен мониторинг. Оползотворяване на суровини и биоресурси. Пречистващи и безотпадни технологии“ и *ПНПНИ 4* „Материалознание, нано и квантови технологии“.

По отношение на *ПННФИ 1* през 2020 г. ИП-БАН продължи активното си участие в „Национален център по мехатроника и чисти технологии“ и Център за компетентност „Устойчиво оползотворяване на био-ресурси и отпадъци от лечебни и ароматични растения за иновативни биоактивни продукти“ на Оперативната програма „Наука и образование за интелигентен растеж“. ИП-БАН участва в изпълнението на две Национални научни програми (ННП), финансирани от Министерството на образованието и науката, а именно: „Нисковъглеродна енергия за транспорта и бита“ (ЕПЛЮС) и „Иновативни нискотоксични биологично активни средства за прецизна медицина“ (БиоАктивМед). Темата на ННП ЕПЛЮС е тясно свързана с ИСИС чрез тематичната област „Мехатроника и чисти технологии“, както и с *ПННФИ 3* и *ПНПНИ 1* на НСРНИ. ННП БиоАктивМед е насочена към *ПННФИ 1 и 2*, чрез тематичната област на ИСИС „Индустрия за здравословен живот и био-технологии“, както и към *ПНПНИ 2*.

Извършените в ИП-БАН през 2020 г. изследвания отговарящи на *ПННФИ 2* *ПНПНИ 2* на НСРНИ са свързани с получени и изследвани различни функционални полимерни и полимер-хибридни носители на лекарствени вещества, за насочено доставяне до целеви клетки и клетъчни органели; интелигентни полимерни мрежи като актуатори; микро- и нановлакнести полимерни материали с включени биологично активни вещества, притежаващи фунгицидно или антитуморно действие; полимерни материали за тъканно инженерство и др. Изследванията са отразени в 20 научни

публикации в списания с импакт фактор, индексирани в базите данни WoS и Scopus. 13 от тях са в списания, които попадат в категория Q1, а останалите 7 попадат в категория Q2. Изследванията се извършваха в рамките на 2 изследователски задачи, финансирани от бюджетната субсидия, 3 проекта от междуакадемичния обмен, 5 проекта, финансирани от ФНИ и 3 проекта, финансирани от Националната програмата „Млади учени и постдокторанти“. Част от резултатите бяха регистрирани като 2 полезни модела с патентоприносител ИП-БАН.

По отношение на *ПННФИ 3* и *ПНПНИ 1* през 2020 г. в ИП-БАН бяха осъществявани изследвания върху получаването и оценяването на експлоатационните качества на нови високо дотирани анион-проводящи мембрани на основата на полибензимидазоли и техни композити за електрохимично конвертиране на водород; получаването на тънки активни филми за органични слънчеви елементи от блокови съполимери и на (съ)полимерни хибридни материали и полимерни йонни електролити за приложение в суперкондензаторни системи. Резултатите от тези изследвания са отразени в 5 научни публикации и са представени на 6 научни форума. Изследванията бяха извършвани в рамките на 1 изследователска задача с бюджетно субсидиране, 3 проекта, финансирани от ФНИ и МОН и 1 проект с фирма Syngaschem BV, Нидерландия.

През 2020 г. в ИП-БАН се осъществяваше и изследователска дейност в съответствие с *ПНПНИ 3*, свързана с получаването на биоразградими полимерни смеси и нанокompозити за опазване на околната среда. Осъществени са изследвания върху модификацията на мезопорести силикатни материали с потенциално приложение като сорбенти на въглероден диоксид. Получени са тънки активни филми за органични слънчеви елементи от блокови съполимери, както и иновативни биоактивни продукти (наночастици, наноструктурирани мембрани) от биосъвместими полимери и биологично активни вещества от био-ресурси. Разработвани са методи за фотохимично разграждане на багрила и замърсители. Изследванията са част от 8 научни задачи и са отразени в 5 научни публикации. Финансирани са от 4 проекта, по един от ФНИ, МОН, НИФ и частна фирма.

В съответствие с *ПНПНИ 4* на Стратегията през отчетния период в ИП-БАН се провеждаха иновативни изследвания върху получаването на нови полимери и полимерни (нано)материали с предварително зададени свойства. Бяха получени и охарактеризирани нови функционални полимери, полимерни наночастици, мицели, везикули, хибридни нанокompозити и хидро- или криогелове. Продължиха и изследванията върху получаването на микро- и нановлакнести (хибридни) полимерни материали чрез

електроовлажняване. Изследванията се осъществяваха в рамките на 8 изследователски задачи и 7 проекта, финансирани от бюджетната субсидия и ФНИ, както и 1 проект финансиран по Оперативна програма на ЕС. Получените резултати са публикувани в 14 научни публикации, попадащи в категории Q1 и Q2 .

1.3. Полза/ефект за обществото от извършваните дейности

Голяма част от научната и приложна дейност на ИП-БАН през 2020 г е свързана с разработването на нови полимерни материали и технологии, които могат да прераснат в иновации и продукти. Това от своя страна би спомогнало за задоволяване на нуждите на обществото от нови материали, процеси и услуги както в неговите ежедневни потребности, така и при разрешаването на глобални проблеми, като замърсяване на околната среда, ефективно използване на природните ресурси и др. Полимерните материали спомагат за напредъка в редица области като медицина, фармация, екология, транспорт, информационни и комуникационни технологии и др. Очаква се прилагането на нанотехнологиите в полимерното инженерство и материалознание да доведе до създаването на иновативни материали и технологии от ключово значение за постигане на устойчив икономически растеж и повишаване на качеството на живот. ИП-БАН провежда активна политика по отношение стимулирането на патентна дейност и трансфера на технологии чрез срещи с представители на бизнеса.

През 2020 г. ИП-БАН стана член на новоучредения "Регионален академичен център на БАН" в Бургас. Сдружението ще развива дейности, които ще са изцяло в обществена полза в посока за регионално, национално и транснационално развитие, с фокус върху следните тематични области: наука, иновации и модерни технологии-креативни и рекреативни индустрии; мобилност и регионална свързаност; инвестиции в човешки ресурси; нисковъглеродна икономика, зелени инвестиции, кръгова икономика; интегрирано развитие на градските, селските и крайбрежните райони; трансгранично и транснационално сътрудничество химически продукти и технологии; биотехнологии, биохрани и биопродукти; мехатроника; енергетични технологии и биогорива и др.



Снимка от първата среща на учредителите на сдружение РАЦ на БАН, състояла се в гр. Бургас, 2020 г

В ИП-БАН се извършва експертна дейност по важни за страната проблеми. Обучението на докторанти и специалисти в областта на полимерите също е неделима част от дейността на учените на ИП-БАН. Това гарантира израстването на висококвалифицирани специалисти и изследователи, както и създава условия за приемственост и развитие на полимерната наука у нас. В допълнение, осъвременяването на аналитичната и специализирана апаратура позволява разширяване на контактите с промишлеността, извършване на специфични анализи и консултации, участие в изследователски и иновационни проекти.

Научната дейност на ИП-БАН се организира на проектен принцип, като се финансира освен от бюджетната субсидия и от конкурсните програми на ФНИ, Националните научни програми и от договори с бизнеса. Това е гаранция за осъществяване на научно-изследователска дейност в интерес на обществото по приоритетни области, както и за ефективното и прозрачно използване на средствата на данъкоплатците.

1.4. Взаимоотношения с институции

През 2020 г. ИП-БАН продължи своето интензивно сътрудничество с различни национални и международни академични организации и университети, както и със следните институции:

- АЕЦ Козлодуй ЕООД в рамките на Меморандум за осъществяване на съвместни научно технически проекти;
- Браншова Асоциация Полимери, която обединява 37 български фирми, преработващи и търгуващи с полимери в рамките на Меморандум за сътрудничество при изработване на общи позиции и предприемане на съвместни действия за повишаване на иновационния потенциал на българската полимерна наука и устойчиво развитие на българската полимерна промишленост. Институтът по полимери е член на Браншова Асоциация Полимери от 2017 г.

1.5. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата

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

Както е посочено в т. 1.3. в ИП-БАН се извършва експертна дейност по важни за страната проблеми. През 2020 г. четирима от изследователите на ИП-БАН са били членове на общо 8 експертни органа извън БАН, като:

- Национален представител на Отделението по полимери при Международния съюз по чиста и приложна химия (IUPAC) - проф. дн Невенка Манолова;
- Национален комитет на IUPAC - проф. дн Невенка Манолова;
- Национален комитет на IUPAC – проф. дн Станислав Рангелов.
- Национален съвет за иновации - проф. д-р Оля Стоилова;
- Смесен комитет за сътрудничество в науката и технологиите между България и Япония - проф. д-р Оля Стоилова;
- Подкомитет „Научни изследвания и технологично развитие“ към Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж 2014-2020 г.“ - проф. д-р Нели Косева;
- Експертен съвет по наука, технологии и иновации при кмета на Столична община – проф. д-р Нели Косева;
- Тематична работна група за разработване на ОП НОИР 2021-2027 – проф. д-р Нели Косева;

Изготвените през 2020 г. експертизи, становища, консултации и рецензии от служителите на ИП-БАН са общо 215. От тях 36 са били **рецензии на проектни предложения** за Фонд „Научни изследвания“ (9); HORIZON 2020 (10); The Executive Agency for Higher Education, Research, Development and Innovation Funding of Romania (12); Conex-Plus, Universidad Carlos III de Madrid (4) и др. **Рецензиите и становищата изготвени за присъждане на научни степени и за заемане на академични длъжности** са общо 22, като за ОНС “доктор“ – 3 рецензии и 3 становища; за академичната длъжност “доцент” – 2 рецензии и 7 становища; за академичната длъжност „професор” – 1 рецензия и 4 становища. Изготвени са 141 **рецензии на научни статии, изпратени в специализирани списания.**

12 изследователи от ИП-БАН са членове на редакционни колегии на общо 21 научни списания, от които 4 национални и 17 международни. Между тях са едни от утвърдените списания в областта на полимерната наука, като ***Polymers, Clinical***

Pharmacology and Biopharmaceutics, Materials Research Express, Journal of Chemical Engineering and Chemistry Research, Journal of Bioactive and Compatible Polymers: Biomedical Applications, International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials, и др.

ИП-БАН участва в консорциум от четиринадесет български научноизследователски и образователни институции за изграждане на „Инфраструктура за: производство и изследване на нови материали с приложение в промишлеността, биомедицината и околната среда; изследвания, диагностика, реставрация и консервация на артефакти от метал”- *ИНФРАМАТ* (в два модула), която е част от Националната пътна карта на научни инфраструктури, приета с Решение 692 на МС на Република България от 21.09.2010 г.

ИП-БАН участва и в консорциум от 5 научни института на БАН, 3 университета и Центъра за иновации на БАН за изграждане на Национална инфраструктура „Съхранение на Енергия и водородна енергетика”-*НИСЕВЕ*, която е включена в Националната пътна карта за научна инфраструктура (2017-2023 г.), приета с ПМС №569/31.07.2014 г. и следва Европейската стратегия за интегриране на експертния научен потенциал, наличната материална база и други финансови механизми и ресурси за ускорено реализиране на актуализираната Европейска програма за декарбонизиране на икономиката.

Към ИП-БАН функционира Колоквиум с председател доц. д-р Христо Новаков. Поради епидемичната обстановка през 2020 г. Колоквиумът е провел общо 3 заседания.

Две от заседанията бяха с доклади на колеги от ИП-БАН във връзка с процедури за придобиване на научни степени:

- Докторант Катя Каменова-Стоянова представи проект на дисертационен труд за придобиване на ОНС Доктор – *“Получаване на функционални полимерни мицели за контролирано освобождаване на биологично активни вещества”*
- Доц. д-р Диляна Панева представи проект на дисертационен труд за придобиване на НС Доктор на науките - *„Нови полимерни материали от полиелектролити, от полиелектролитни комплекси и от стереокомплекси“*

Едно заседание беше проведено във връзка с конкурса за наградата на проф. Иван Шопов на СБХ „Изявен млад учен в областта на полимерите“ за 2020 г. Победителят в конкурса гл.ас. д-р Констанс Русева, Факултета по Химия и Фармация на СУ представи доклад на тема *“Интелигентни полицивитерйонни материали с приложение като превръзки за хронични рани”*.

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

През 2020 г. ИП-БАН продължи участието си в два проекта, финансирани по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“:

- „Национален център по мехатроника и чисти технологии“ (BG05M2OP 001-1.001-0008) с координатор Института по обща и неорганична химия към БАН;
- Център за компетентност: „Устойчиво оползотворяване на био-ресурси и отпадъци от лечебни и ароматични растения за иновативни биоактивни продукти“ (BG05M2OP001-1.002-0012-C01) с координатор Института по органична химия с Център по фитохимия при БАН.

Колективи от ИП-БАН участват в изпълнението на задачи по финансираните от Министерството на науката и образованието Национални научни програми:

- „Иновативни нискотоксични биологично активни средства за прецизна медицина“ (БиоАктивМед);
- „Нисковъглеродна енергия за транспорта и бита“ (ЕПЛЮС).

Двама млади учени и един постдокторант от ИП-БАН изпълняват проекти, финансирани от Националната програма на Министерството на науката и образованието „Млади учени и постдокторанти“. Това са:

- ✓ „Нови активни филтър материали за защита от биологични и небιологични частици“, изпълняван от д-р Зорница Тодорова.
- ✓ „Стабилизирани функционални полимерни мицели за контролирано доставяне на противотуморни вещества“, изпълняван от инж. Катя Каменова-Стойнова.
- ✓ „Температурно чувствителни полимери за биомедицинско и сензорно приложение“, изпълняван от инж. Силвия Божилова.

През 2020 г. бяха изпълнявани и дейности по проект, финансиран от Оперативна програма „Иновации и конкурентоспособност“ за „Лепилен композит „ОШПИМ“, продуктова иновация на фирма Мейк-България ЕООД и ИП-БАН. Извършвани са също дейности в рамките на договор между ИП-БАН и „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД за “Анализ на образци от уплътнителни материали“. През 2020 г. са осъществени два нови договора с фирмите Дарком 2001 ООД за получаване и физикомеханично охарактеризиране на материал на основата на прахообразен продукт от картофени обелки и с фирмата

Принтиво Груп АД за модифициране на желатин за 3D биопринтере. Анализи и експертни оценки на различни продукти и материали са осъществени за повече от 12 фирми в България и чужбина, сред които: Пайплайф България ЕООД, Монбат АД, АСТЕК 2015 ООД, Фесто Производство ЕООД, Оргакхим Резинс АД, АИППДП-ДЕНТАРТ ЕООД, Бълтрак ЕООД, ГЛ Груп-2015 ООД, ФИКОСОТА ООД, Марс-Армор ООД, Relux Sh.p.k, Република Косово и др.

Извършени са също и услуги за държавни, публични и академични институции, като Институт по отбрана „Проф. Цветан Лазаров“, Технически университет, Факултет по химия и фармация, СУ и др.

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2020 Г.

Научната дейност на ИП-БАН се планира и осъществява на проектен принцип. Съгласно изследователския план на ИП-БАН, през 2020 г. учените от института разработиха 9 изследователски задачи, финансирани от бюджетната субсидия.

Изпълнявани бяха 5 проекта от международното сътрудничество в рамките на междуакадемични договори и споразумения (ЕБР). Един постдокторант и двама млади учени изпълняваха дейности по проекти финансирани националната програма на МОН „Млади учени и постдокторанти“. Изпълняваха се също 12 проекта, финансирани по различни конкурсни сесии на Фонд „Научни изследвания“ (включително съфинансиране на 1 КОСТ-акция). В 7 от тях ИП-БАН е водеща организация, а в останалите 5 е съизпълнител на проектите.

Резултатите от научно-изследователската работа на учените от ИП-БАН през 2020 г. са отразени в общо 41 научни публикации. 33 от тях са публикувани в издания, индексирани от базите данни WoS и/или Scopus. 17 от публикациите попадат в категория Q1 (първата четвърт), а останалите 14 в категория Q2 (втората четвърт) от ранглистата в съответната научна област на списанията, индексирани от WoS или Scopus.

През 2020 г. резултатите от научно-изследователската дейност на учените от ИП-БАН са представени като 47 доклада, от които 23 устни и 24 постерни на общо 14 национални и международни научни форуми.

279 публикации на изследователи от ИП-БАН са цитирани общо 877 пъти през 2020 г., като средната цитируемост е 3.1. От общия брой забелязани цитати близо 93 % са отразени в WoS и/или Scopus.



През 2020 г. младите учени от ИП-БАН Ерик Димитров и Селин Кючук получиха награди за добри постери от Единадесетата научна сесия „Младите учени в света на полимерите“.

• *Наградените в Единадесетата научна сесия „Младите учени в света на полимерите“ Селин Кючук и Ерик Димитров (от дясно на ляво).*

2.1. Най-значими научни постижения

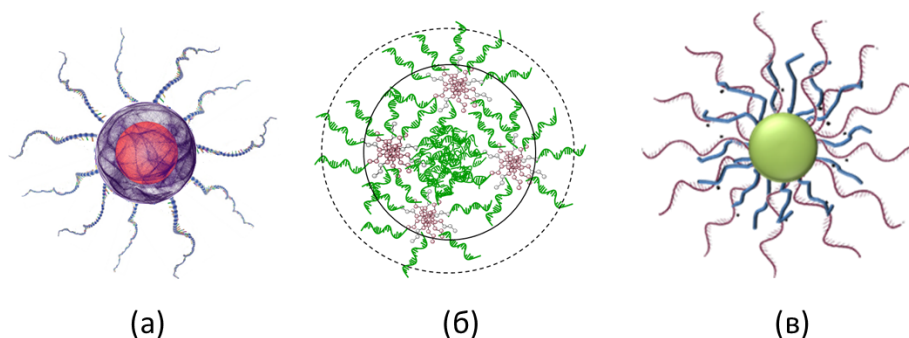
Научно направление **Макромолекулно инженерство**

Сферични нуклеинови киселини с полимерни ядра – оригинални подходи и насочен дизайн

Ръководител на разработката: проф. дхн Станислав Рангелов

Наномедицината представлява приложение на нанотехнологиите в здравеопазването и лечението. Тя поражда високи очаквания на милиони пациенти за по-добро, по-ефикасно и достъпно здравеопазване и има потенциал да предложи надеждно лечение на много заболявания. Използването на биологични молекули е многообещаващо за лечение на рак и генетични заболявания, разработване на ваксини и в регенеративната медицина, но нестабилността на биологичните молекули във физиологична среда, както и трудностите, свързани с проникването през клетъчната мембрана обаче създават сериозни пречки. Сферичните нуклеинови киселини (СНК) представляват хибридни наноструктури със сферична морфология, състоящи се от високо-ориентирани и плътно разположени биологични молекули (функционализирани олигонуклеотиди), ковалентно свързани към повърхността на неорганични наночастици. Едва няколко изследвания, извършени наскоро, описват структури с органични ядра, които проявяват отличителните свойства на конвенционалните СНК, към които се добавят и специфичните свойства на органичния материал. Фокусът на научното изследване попада върху разработването СНК с полимерни ядра. Използвани са оригинални подходи, представляващи (1) обвиване на наноразмерни частици от

термочувствителен полимер чрез ковалентно свързване с функционализирани олигонуклеотиди, (2) самоасоцииране на конюгати синтетичен полимер–олигонуклеотид и (3) електростатични взаимодействия между предварително образувани полимерни катионни мицели и къси ДНК фрагменти. Изучени са основните физико-химични характеристики и биологични отнасяния на новите наноконструкции. Те са особено привлекателни като генни регулатори и за разработване на различни терапевтични схеми като компонентът на нуклеиновата киселина действа както за регулиране на вътреклетъчния ген, така и като средство за доставяне на лекарствения компонент.



Схематично представяне на наноконструкции, представляващи сферични нуклеинови киселини, получени чрез оригинални синтетични подходи: обвиване (а); самоасоцииране (б) и електростатични взаимодействия (в).

Резултатите са публикувани в следните публикации:

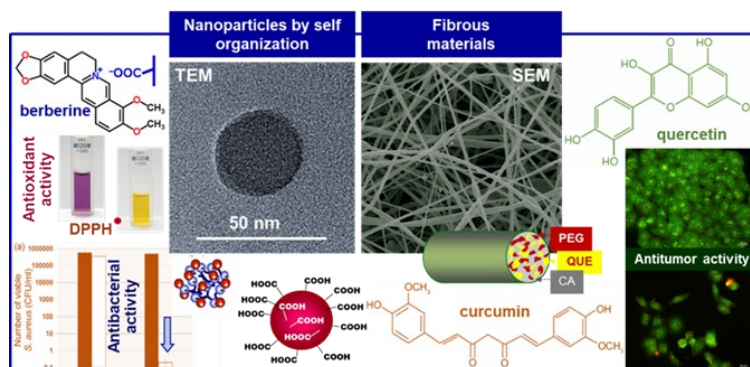
- Haladjova, E, Ugrinova, I, Rangelov, S. One-pot synthesis of oligonucleotide-grafted polymeric nanoparticles. *Soft Matter*, 2020, 16, 1, 191-199. **IF:3.399, Q1.**
- Bakardzhiev, P, Toncheva-Moncheva, N, Mladenova, K, Petrova, S, Videv, P, Moskova-Doumanova, V, Topouzova-Hristova, T, Doumanov, J, Rangelov, S. Assembly of Amphiphilic Nucleic Acid–Polymer Conjugates into Complex Superaggregates: Preparation, Properties, and in vitro Performance. *European Polymer Journal*, 2020, 131, 109692. **IF:3.862, Q1.**
- Haladjova, E, Dimitrov, I, Davydova, N, Todorova, J, Ugrinova, I, Forys, A, Trzebicka, B, Rangelov, S. Cationic (Co)polymers Based on N-Substituted Polyacrylamides as Carriers of Bio-macromolecules: Polyplexes, Micelleplexes and Spherical Nucleic Acidlike Structures. *Biomacromolecules*, 2020, DOI:10.1021/acs.biomac.0c01666, **IF:6.092, Q1.**

Научно направление Полимерни биоматериали

Нови полимерни материали (наночастици и влакнести материали) с рационален дизайн, носители на биологично активни вещества

Ръководители на разработката: проф. д-р М. Игнатова, доц. д-р М. Спасова, проф. дн Н. Манолова, чл.-кор. дн Ил. Рашков

Предложени са лесноосъществими и оригинални подходи за получаване на полимерни материали (наночастици и влакнести материали) с рационален дизайн и желани биологични свойства. Прилагайки тези подходи успешно са разработени широка гама от нови биоматериали с потенциални медицински приложения. За придаване на желани биологични свойства, биологично активните вещества (БАВ) са включени в подходящи полимерни матрици чрез комплексообразуване (наночастици) или чрез електрокинетични методи (електроовлакняване). Едно от предимствата на създадените материали е, че БАВ са в аморфно състояние, което е благоприятно при използването им в системите за доставяне на лекарствени вещества. Доказано е, че новите биоматериали притежават добра антиоксидантна активност, потискат развитието на патогенни бактерии и гъби и проявяват висока цитотоксичност спрямо ракови клетки. Тези свойства разкриват обещаващия потенциал за прилагането им при предотвратяване и лечение на раневи инфекции, в лечебната козметика и при лечение на някои ракови заболявания.



Резултатите са публикувани в следните публикации:

- Ignatova M., Stoyanova N., Manolova N., Rashkov I., Kukeva R., Stoyanova R., Toshkova R., Georgieva A., Electrospun materials from polylactide and Schiff base derivative of Jeffamine ED® and 8-hydroxyquinoline-2-carboxaldehyde and its complex with Cu^{2+} : Preparation, antioxidant and antitumor activities. **Materials Science and Engineering C: Materials for Biological Applications 2020**, 116, 111185; IF: 5,880, Q1.

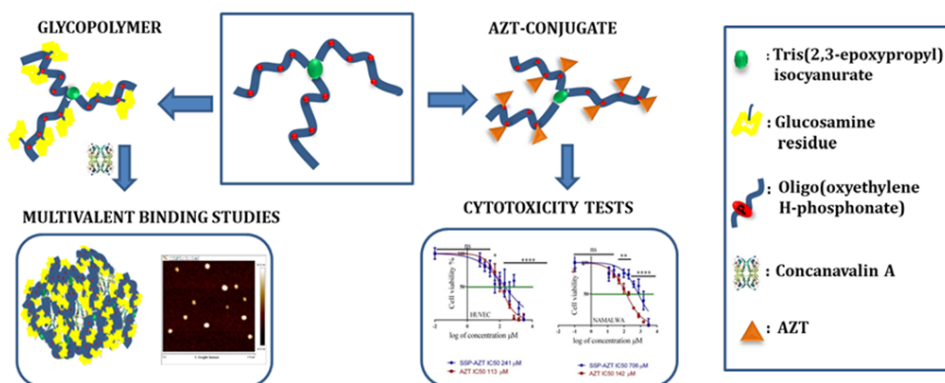
- Stoyanova N., Spasova M., Manolova N., Rashkov I., Georgieva A., Toshkova R., Antioxidant and antitumor activities of novel quercetin-loaded electrospun cellulose acetate/polyethylene glycol fibrous materials. **Antioxidants** 2020, 9, 232; IF: 5,014, Q1.
- Stoyanova N., Ignatova M., Manolova N., Rashkov I., Toshkova R., Georgieva A., Nanoparticles based on complex of berberine chloride and polymethacrylic or polyacrylic acid with antioxidant and *in vitro* antitumor activities. **International Journal of Pharmaceutics** 2020, 584, 119426; IF: 4,845, Q1.
- Yakub G., Toncheva A., Kussovski V., Toshkova R., Georgieva A., Nikolova E., Manolova N., Rashkov I., Curcumin-PVP loaded electrospun membranes with conferred antibacterial and antitumoral activities. **Fibers and Polymers** 2020, 21, 55; IF: 1,797, Q1.

Научно направление Полимери за алтернативна енергия и защита на околната среда

Звездовидни биоразградими и биосъвместими макромолекули за биомедицински
приложения

Ръководител на разработката: проф. Нели Косева

Изследването на влиянието на структурата и състава на полимерите върху техните свойства и способността им да взаимодействат с активни центрове, рецептори и др. е от съществено значение за тяхното приложение. Получен е звездовиден полимер, съдържащ реакционнеспособни Н-фосфонатните групи, които са превърнати във фосфорамидатни, прилагайки разработен в лабораторията оригинален подход, основаващ се на реакцията на алкилфосфити с азидопроизводни. Когато взаимодействието се осъществява с глюкозосъдържащ азид, продуктът е звездообразен гликополимер, а при използването на 3'-азидо-3'-деокситимидин (известен като AZT) се получава звездовиден лекарствен конюгат. Гликополимерът проявява мултивалентни свойства, демонстрирани при комплексообразуване с моделен протеин Конканавалин А, като е установено, че доминиращите асоциати се състоят от тетрамер на протеина и 4 звездовидни макромолекули. Гликополимерът е нетоксичен, а лекарственият конюгат проявява известна антитуморна активност. Двата продукта са биоразградими и представляват интерес като моделна платформа за разработване на макромолекули със специфична активност.



Резултатите са публикувани в следните публикации:

- Todorova, Z., Tumurbaatar, O., Todorova, J., Ugrinova, I., Koseva, N.. Phosphorus-containing star-shaped polymer conjugates for biomedical applications. **European Polymer Journal**, 2021,142, IF:3.862, Q1.

2.2. Най-значими научно-приложни постижения

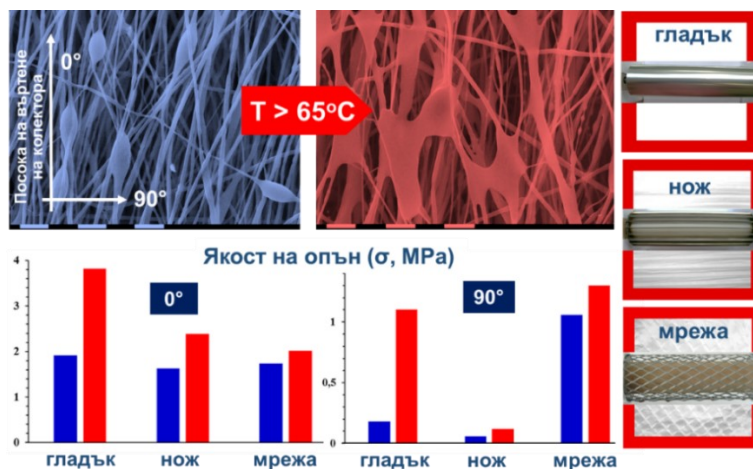
Научно направление Полимерни биоматериали

Нов вид многофункционален въртящ се цилиндричен колектор за създаване на влакнести материали с предварително зададена геометрия

Ръководители на разработката: чл.-кор. Ил. Рашков, проф. д-р О. Стоилова, проф. дн Н. Манолова

Разработен и въведен в лабораторна експлоатация е нов вид многофункционален въртящ се цилиндричен колектор (защитено изобретение с полезен модел и подадена заявка за патент) към апаратура за електроовлажняване. Предимствата на колектора са бързата и лесна промяна на неговата конфигурация чрез смяна на конструираните приставки (спици, ножове, плътен метален лист, метални мрежи с различен профил и размер на светлия отвор). Това позволява получаване на влакнести материали с предварително зададена геометрия и следователно дава възможност за направляване на механичните им свойства. Действието и ефективността на колектора е доказано при получаването на двукомпонентни влакнести материали чрез едновременно електроовлажняване на два отделни предилни разтвора на полимери с различни температури на топене – поли(3-хидроксибутират) (PHB, $T_m = 160^\circ\text{C}$) и поли(ϵ -капролактон) (PCL, $T_m = 60^\circ\text{C}$). След термично третиране на PHB/PCL матовете при температура над T_m на PCL се постига желано стапяне на дефектите от PCL, формират

се зони на спояване на влакната по тяхната дължина, а влакнестата структура на PНВ се запазва. Разработеният оригинален подход дава възможност за лесно получаване на материали със запазена влакнеста структура, контролирано подреждане на влакната и подобрени механични свойства.



Резултатите са публикувани в един полезен модел и една научна публикация:

- Полезен модел със защитен №3528/07.02.2020 г. Наименование: *Многофункционален въртящ се цилиндричен колектор към апаратура за електроовлажняване*, Изобретатели: Ил. Рашков, О. Стоилова, Н. Манолова (действащ).
- I. Borisova, O. Stoilova, N. Manolova, I. Rashkov, Modulating the mechanical properties of electrospun PNB/PCL materials by using different types of collectors and heat sealing, *Polymers*, 2020, 12, 693-704; **IF:3,426, Q1**. *Забелязан 1 цитат*.

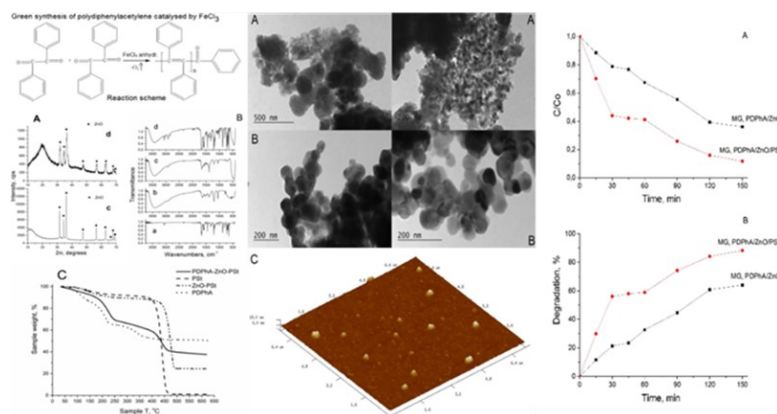
Научно направление Полимери за алтернативна енергия и защита на околната среда

Полимер-хибридни материали с фотокаталитична активност за разграждане на багрила

Ръководител на разработката: доц. д-р Хр. Пенчев

Получени са нови фотокаталитични хибридни материали на основа поли(фенилацетилен)/ полистирен/цинков оксид и нанокompозити на основа полистирен/цинков оксид като моделни системи за фотокаталитичното разграждане на малахитово зелено из водна среда. Приложен е оригинален еколого-съобразен подход при синтеза на телехелен полидифенилацетилен с крайна бензоилна група, получен чрез карбонил-олефинова обменна реакция на евтин и достъпен мономер – бензил.

Полимеризацията е проведена с използването на евтин, слабо токсичен и щадящ околната среда катализатор - безводен Fe (III) хлорид. По този начин е избегната употребата на волфрамови и антимон-базирани Льюисови киселини, използвани традиционно като катализатори при карбонил-олефиновата обменна реакция. Комбинацията от хибридиизирана полидифенил ацетилен/ZnO нано фаза, включена в матрица от полистирен води до термично стабилизиране и повишена фотокаталитична активност спрямо моделното багрило, което заслужава допълнителни изследвания и прави тези хибридни каталитични системи перспективни за по-нататъшни изследвания и практическо приложение.



Резултатите са публикувани в следните публикации:

- Dimova Silvia, Zaharieva Katerina, Filip Ublekov, Mariya Kyulavska, Irina Stambolova, Vladimir Blaskov, Diana Nihtianova, Pavel Markov, Hristo Penchev. Novel dye degradation photocatalyst nanocomposite powders based on polydiphenylacetylene-zinc oxide in polystyrene matrix. **Materials Letters**, 269, 127683, 2020. **IF 3.2, Q1.**
- K. Zaharieva, S. Dimova, M. Kyulavska, F. Ublekov, I. Stambolova, L. Dimitrov, V. Blaskov, "Photocatalytic Behaviour of Zinc Oxide/Polystyrene Nanocomposite for Removal of Malachite Green Dye under UV-Light", **Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences**, 73 (2) 203-210, ISSN 1310–1331 (Print), ISSN 2367–5535, (2020). **Q2.**

На свое заседание Общото събрание на ИП-БАН избра за най-значимо научно постижение за 2020 г. „Сферични нуклеинови киселини с полимерни ядра – оригинални подходи и насочен дизайн“, а за най-значимо научно-приложно постижение за 2020 г. „Нов вид многофункционален въртящ се цилиндричен колектор за създаване на влакнести материали с предварително зададена геометрия“.

3. МЕЖДУНАРОДНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ЗВЕНТО

Изследователите от ИП-БАН имат дългогодишни и ползотворни научни контакти с колеги от академични институти и университети от Европа и Азия. Осъществяват се изследвания в рамките на съвместни проекти, както на академично, така и на институтско ниво в сътрудничество с учени от Полша, Гърция, Словакия, Румъния, Белгия, Украйна, Македония, Германия, Великобритания, Франция, Виетнам, Русия, Япония, Дания, Азербайджан и др. Тези сътрудничества улесняват и подобряват научния обмен, а участието в международни колективи допринася за повишаване на конкурентоспособността и стимулира иновационните дейности на изследователите от ИП-БАН.

През 2020 г. учени от ИП-БАН участваха в 5 проекта в рамките на междуакадемични договори и спогодби, от които 3 с Центъра по полимерни и въглеродни материали към Полската академия на науките и 1 с Полимерния институт към Словашката академия на науките. Като резултат от тези сътрудничества през 2020 г. излязоха от печат 5 публикации в съавторство с чуждестранните партньори на ИП-БАН.

В сила са два договора за научно-техническо сътрудничество между ИП-БАН и Института по техническа топлофизика на Националната академия на науките на Украйна, Николаевския национален университет „В. А. Сухомлински“, Украйна и Института по полимерни материали на Националната академия на науките на Азербайджан.

ИП-БАН участва в следните научни мрежи през 2020 г.: Централно- и източноевропейската полимерна мрежа (CEEPN) и European Energy Research Alliance (EERA).

4. УЧАСТИЕ НА ИП-БАН В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

ИП-БАН разполага с висококвалифицирани учени в областта на полимерната наука. През отчетната 2020 г. в ИП-БАН се обучаваха шест докторанти, трима от които бяха отчислени с право на защита. Обучавани бяха и четирима дипломанти, успешно защитили през 2020 г. 3 магистърски и 1 бакалавърска тези. ИП-БАН активно участва и в програмата на МОН „Студентски практики-Фаза 2“ за подобряване на качеството на висшето образование чрез предоставяне на възможности за придобиване на практически опит и усъвършенстване на практическите умения на студентите от висшите училища.

През 2020 г. служители на ИП са водили лекционни курсове и упражнения на магистри от Техническия университет – София.

В ИП-БАН беше организирана и проведена ежегодната научна сесия „Младите учени в света на полимерите“ единадесетата по ред, която беше посветена на 30-годишнината на ИП-БАН. На сесията докторанти и млади учени от различни научни организации имаха възможност да представят научните си резултати под формата на постерни съобщения. Връчени бяха и награди за „най-добър постер“, представени от млади изследователи.



• Снимка от провела се на 10 септември 2020 г. Единадесета научна сесия „Младите учени в света на полимерите“.

В ИП-БАН особено внимание се отделя на професионалното развитие на учените. През 2020 г. успешно бяха проведени конкурси и беше направен избор от НС на Института за академичните длъжности: *главен асистент* (ас. д-р Павел Бакърджиев), *доцент* (гл. ас. д-р Наталия Тончева-Мончева и гл. ас. д-р Филип Ублеков) и *професор* (доц. д-р Оля Стоилова).

5. ИНОВАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ИП-БАН И АНАЛИЗ НА НЕЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

Значителна част от осъществяваните в ИП-БАН изследвания имат научно-приложен и иновативен характер. При проявен интерес и съответно финансиране от страна на промишлеността тези разработки имат потенциал да прераснат в иновационни.

През 2020 г. 3 изобретения бяха регистрирани в България като полезни модели с патентоприетжател ИП-БАН. Това са:

- 3528/07.02.2020 „Многофункционален въртящ се цилиндричен колектор към апаратура за електроовлажняване”, с автори Рашков, И.; Стоилова, О.; Манолова, Н.

- BG3530U1/10.02.2020 „Състав на стабилни, диспергирани във вода, наночастици, съдържащи берберин хлорид”, с автори Рашков, И.; Манолова, Н.; Игнатова, М.; Стоянова, Н.
- BG5023U1/06.10.2020 „Състав на електроовлаknени влакнести материали от полимери и биологично активни вещества като етерични масла от *Salvia sclarea* и от *Oregano heracleoticum* и/или индивидуално биологично активно полифенолно съединение”, с автори Рашков, И.; Манолова, Н.; Игнатова, М.; Гочев, В.; Панева, Д.

Едно изобретение и един полезен модел със заявител ИП-БАН бяха в състояние на експертиза през 2020 г., а именно:

- „Състав на електроовлаknени влакнести материали от полимери и биологично активни вещества като етерични масла от *Salvia sclarea* и от *Oregano heracleoticum* и/или индивидуално биологично активно полифенолно съединение“, с автори Игнатова, М.; Рашков, И.; Манолова, Н.; Гочев, В.; Панева, Д. (заявка за полезен модел).
- BG113175 А / 24.06.2020 „Състав на електроовлаknени вл. материали от полимери и биологично активни вещества като етерични масла от *Salvia sclarea* и от *Oregano heracleoticum* и/или индивидуално биологично активно полифенолно съединение“, с автори Игнатова, М.; Рашков, И.; Манолова, Н.; Гочев, В.; Панева, Д. (заявка за изобретение)

Учени от ИП-БАН участват в поддържани патенти. Патентите с международно участие се поддържат от чуждестранни фирми или организации.

6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ИП-БАН

Към 31.12.2020 г. ИП-БАН е в договорни отношения за отдаване под наем на помещения с 13 фирми. За изминалата година Институтът е получил приход от наеми в размер на 105 199 лв. ИП-БАН е превел всички дължими суми от получения наем по партида „Развитие“ на БАН за 2020 г.

ИП-БАН извършва аналитични и консултантски/експертни услуги за външни организации и фирми. През 2020 г. в резултат на тази дейност са привлечени над 17 300 лв., които се използват за поддържане и консумативи на специализираната инфраструктура на института.

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ИП-БАН ЗА 2020 Г.

Бюджетът на ИП-БАН за 2020 г. е формиран от бюджетната субсидия, проектно финансиране и собствени приходи. Приходите за 2020 г. от проектно финансиране са над 1 362 494,05 лв. През 2020 г. редица представители на бизнеса в България проявиха интерес и се възползваха от експертните и консултантски услуги на учени от ИП-БАН. В резултат на това приходите от извършени анализи и експертна дейност за външни организации са 17 328,92 лв. Получените средства през 2020 г. в ИП-БАН по пера са посочени в Таблица 2. Всички разходи за електрическа и топлинна енергия, вода и текущи ремонти са покрити и към 31.12.2020 г. ИП-БАН няма неизплатени задължения.

Таблица 2. Получени средства през 2020 г. в Института по полимери

<i>Бюджетно перо</i>	<i>Получени средства през 2020 г. (лева)</i>
<i>Бюджетна субсидия</i>	1 128 998,00
<i>Център за компетентност: BG05M2OP001-1.002-0012-C01</i>	660 035,94
<i>Център за върхови постижения: BG 05M2OP001-1.001-0008</i>	241 040,40
<i>ННП „БиоАктивМед“</i>	90 250,00
<i>ННП „ЕПЛЮС“</i>	32 008,00
<i>НИС Инфрамат</i>	166 000,00
<i>НП „Млади учени и постдокторанти“</i>	39 060,00
<i>Договори с ФНИ</i>	215 324,71
<i>Договори с фирми</i>	7 842,00
<i>Анализи и услуги</i>	9 486,92
<i>Наеми</i>	105 199,00
<i>Дарения</i>	1 900,00
<i>„Органик БГ“ ЕООД – вноска полезен модел</i>	2 400,00
<i>Допълнителни средства за докторанти</i>	9 950,00
<i>Такса докторанти</i>	460,00
ОБЩО:	2 709 954,97

8. ИЗДАТЕЛСКАТА И ИНФОРМАЦИОННАТА ДЕЙНОСТ НА ИП-БАН

Електронната страницата на ИП-БАН постоянно се обновява с актуална информация, рекламира се експертизата и услугите, които институтът предлага. Актуализира се информацията за наличната апаратура. Това разширява възможностите за задълбочаване на контактите с индустрията. В съответствие с изискванията на ЗРАСРБ на електронната страница се публикува своевременно необходимата информация по процедурите за придобиване на научна степен или за заемане на академична длъжност.

9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ИП-БАН

През 2020 г. на заседание на Общото събрание на учените на ИП-БАН, проведено на 18.05.2020 г. беше избран нов НС на ИП-БАН. Той включва 17 члена, трима от които са външни за ИП-БАН. С право на съвещателен глас, НС включва също 5 почетни члена и представител на младите учени в ИП-БАН. По долу е представен списъчният състав на НС на ИП-БАН с посочени академични длъжности, степени и основна месторабота на членовете на съвета.

Членове на НС на ИП-БАН:

1. проф. д-р Нели Косева, ИП-БАН (Председател)
2. проф. д-р Даринка Христова, ИП-БАН
3. проф. д-р Ивайло Димитров, ИП-БАН
4. проф. д-р Милена Игнатова, ИП-БАН
5. проф. д.н. Петър Петров, ИП-БАН
6. проф. д.н. Станислав Рангелов, ИП-БАН
7. проф. д-р Оля Стоилова, ИП-БАН
8. проф. д-р Павлета Шестакова, ИОХЦФ-БАН
9. доц. д-р Виолета Митова, ИП-БАН
10. доц. д-р Георги Грънчаров, ИП-БАН
11. доц. д-р Диляна Панева, ИП-БАН
12. доц. д-р Еми Халаджова, ИП-БАН
13. доц. д-р Мария Спасова, ИП-БАН
14. доц. д-р Христо Новаков, ИП-БАН
15. доц. д-р Христо Пенчев, ИП-БАН (Секретар)
16. доц. д-р Даниела Карашанова, ИОМТ-БАН
17. доц. д-р Елена Василева, ФХФ на СУ „Св. Климент Охридски“

Почетни членове:

- акад. Никола Съботинов, дфн
- проф. Иван Шопов, дхн
- проф. Румяна Величкова, дхн
- проф. Милчо Натов, дхн
- проф. Георги Георгиев, дхн

Представител на младите учени в ИП-БАН:

ас. д-р Зорница Тодорова