

# БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



Адрес:

Ул. "Акад. Георги Бончев", бл. 103 А

1113 София, България

<http://www.polymer.bas.bg>

Публикуването на тази книжка цели да запознае академичната колегия, бизнес средите и широката общественост с научно-изследователската дейност на Института по полимери – БАН през изминалата 2013г. Накратко са представени областите в които работим, по-значимите научни и научно-приложни постижения, а също така и дейностите с национално и обществено значение. Очакваме, че популяризирането на нашата дейност ще повиши възможността за бъдещи сътрудничества с нови научни и индустриални партньори.

Институтът по полимери (ИП-БАН) е автономно научно звено в рамките на тематично направление „Нанонауки, нови материали и технологии” на Българската академия на науките. ИП-БАН е водещ център за научни изследвания, иновации и обучение на докторанти, дипломанти и специализанти в областта на полимерната наука в България. Още от основаването си през 1990 г. Институтът целенасочено се стреми към утвърждаване като център за върхови научни постижения в европейското изследователско пространство.

Мисията на ИП-БАН е да осъществява висококачествени изследвания и обучение в областта на полимерите и полимерните материали и да трансформира натрупаното познание в нови материали, продукти и услуги в отговор на нуждите на индустрията и на обществото. Научната дейност на ИП-БАН е организирана на проектен принцип и е финансирана от бюджетната субсидия, конкурсните програми на Фонд „Научни изследвания” (ФНИ), различни чуждестранни научни програми и рамкови програми на Европейската комисия. Това е гаранция за осъществяване на научни изследвания в приоритетни за България и Европа области, както и за ефективното и прозрачно използване на средствата на данъкоплатците.

Колективът на Института е съставен от 57 щатни служители - 3 професори, 12 доценти, 14 главни асистенти, 5 асистенти, 19 специалисти с висше образование и 4 специалисти със средно образование, групирани в шест изследователски лаборатории, счетоводно и административно-помощно звено. През 2013 г. по проект POLINNOVA допълнително бяха назначени на работа в ИП-БАН 5 опитни изследователи, 2 специалисти по интелектуална собственост и 1 специалист по аналитично оборудване.

(<http://polinnova.polymer.bas.bg>)

Изследователските лаборатории работят в определени тематични направления, в съответствие с научната стратегия на ИП-БАН. Координацията на дейностите се осъществява чрез годишния изследователски план на Института.

### **Управление**

#### **ДИРЕКТОР**

доц. д-р Нели Косева

Тел.: +359(2)979-66-30

Ел. поща: [koseva@polymer.bas.bg](mailto:koseva@polymer.bas.bg)

#### **НАУЧЕН СЕКРЕТАР**

доц. д-р Диляна Панева

Tel.: +359(2)979-32-89

Ел. поща: [panevad@polymer.bas.bg](mailto:panevad@polymer.bas.bg)

#### **ПРЕДСЕДАТЕЛ НА ОБЩОТО СЪБРАНИЕ**

доц. д-р Милена Игнатова

Тел.: +359(2)979-34-68

Ел. поща: [ignatova@polymer.bas.bg](mailto:ignatova@polymer.bas.bg)

#### **ПРЕДСЕДАТЕЛ НА НАУЧНИЯ СЪВЕТ**

проф. дхн Станислав Рангелов

Тел.: +359(2)979-22-93

Ел. поща: [rangelov@polymer.bas.bg](mailto:rangelov@polymer.bas.bg)

#### **ФИНАНСОВО-СЧЕТОВОДЕН ОТДЕЛ**

Главен счетоводител Лиляна Вучева

Тел: +359(2)979-22-52

Ел. поща: [vucheva@polymer.bas.bg](mailto:vucheva@polymer.bas.bg)

#### **ЧОВЕШКИ РЕСУРСИ**

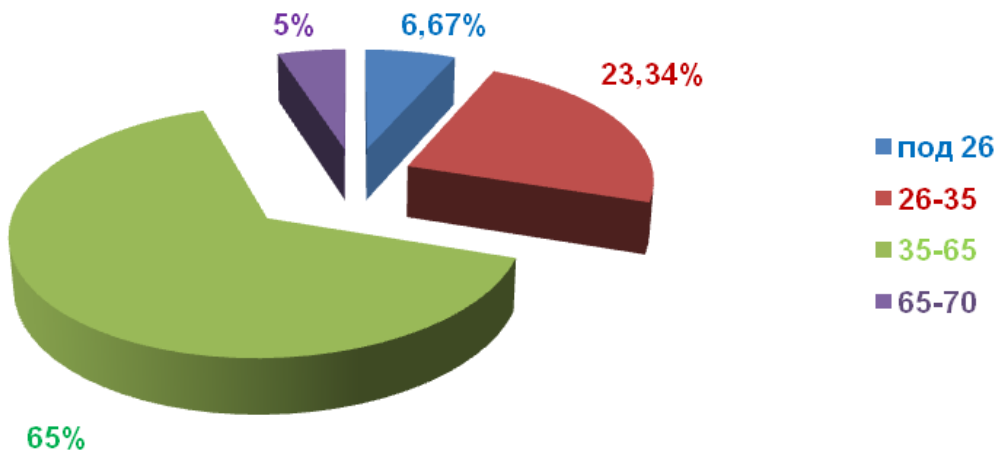
Нели Велинова

Тел: +359(2)979-22-09

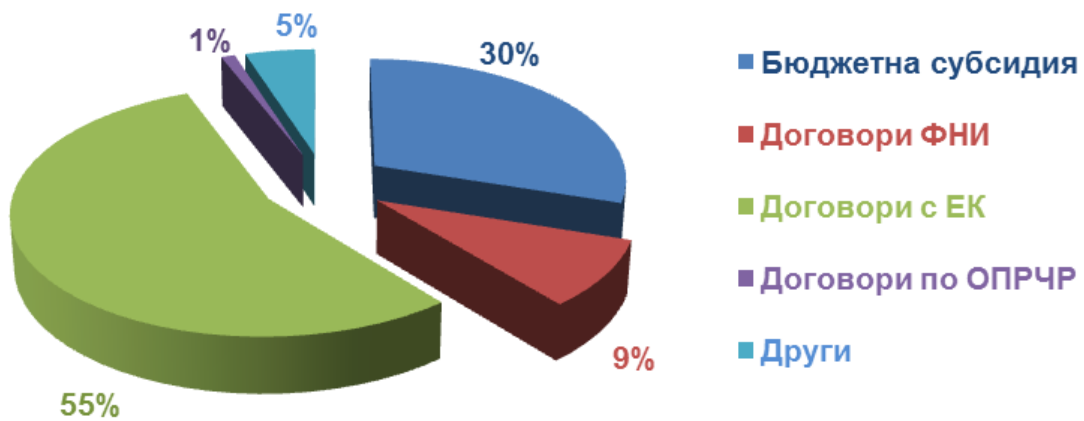
Факс: +359(2)870-03-09

Ел. поща: [nmvelinova@polymer.bas.bg](mailto:nmvelinova@polymer.bas.bg)

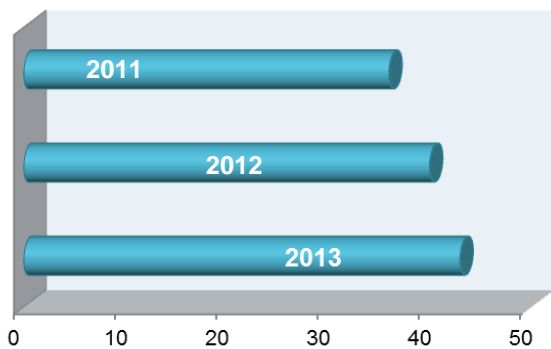
## Разпределение на персонала по възраст



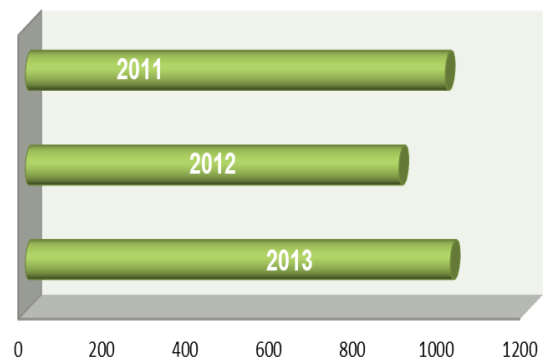
## Бюджет 2011-2013 5 800 000 лв.



## Брой публикации за периода 2011-2013



## Брой цитати за периода 2011-2013



## Исследователски лаборатории



### Научни области

- Полимерни конюгати
- Фосфорсъдържащи амфифилни полимери
- Полифосфоестери със собствена биологична активност
- Неорганични полимери и хибридни материали

### Лаборатория **ФОСФОРСЪДЪРЖАЩИ МОНОМЕРИ И ПОЛИМЕРИ**

Ръководител: доц. д-р Иванка Крайчева

#### Постижения през годината:

Синтезирани са нови водоразтворими лекарствено-полимерни системи, на базата на алкилиращия цитостатик Мелфалан - *p*-bis(2-chloroethyl)amino-L-phenylalanine. Като полимерни носители са използвани полифосфоестери. Изследвана е *in vitro* антитуморната активност на получените лекарствено-полимерни системи върху три клетъчни линии (HuH7, SKBR3 и U87MG). (Bogomilova A, M. Hohn M, Gunther M, Troev K, Wagner E, Schreiner L *Polyphosphoester Conjugates and Complexes of Melphalan as Antitumoral Agents European Journal of Pharmaceutical Sciences* 2013, 50, 410-419)

Разработен е оригинален метод за обратимо ПЕГилиране на звездовиден полимерен носител на цисплатин, изграден от силно разклонено хидрофобно ядро и рамене от поли(акрилова киселина). В качеството на свързващ сегмент е използвано самото лекарство. ПЕГилираните конюгати се отличават с повишена стабилност на техния воден разтвор, подобрен профил на освобождаване на активното вещество и по-добра инхибираща активност спрямо растежа на туморни клетки в сравнение с неПЕГилираната система. (Stoyanova E, Mitova V, Shestakova P, Kowalczyk A, Momekov G, Momekova D, Marcinkowski A, Koseva N *Reversibly PEGylated nanocarrier for cisplatin delivery Journal of Inorganic Biochemistry* 2013, 120, 54-62).

Синтезирани са нови полифосфоестери: полимери, изградени само от аминоксидонатни звена, и съполимери, съдържащи аминоксидонатни и Н-фосфонатни звена. Изследвана е *in vitro* антитуморната активност на съполимерите спрямо 7 човешки туморни клетъчни линии. Проведени са *in vitro* и *in vivo* тестове на полимерите и съполимерите за безвредност. Проучено е вътреклетъчното разпределение на субстанциите в нормални и туморни клетки (Kraicheva I, Vodenicharova E, Shenkov S, Tashev E, Tosheva T, Tsacheva I, Kril A, Topashka-Ancheva M, Georgieva A, Iliev I, Vladov I, Gerasimova T, Troev K *Synthesis, characterization, antitumor activity and safety testing of novel polyphosphoesters bearing anthracene-derived aminophosphonate units Bioorganic & Medicinal Chemistry* 2014, 22, 874-882).

В резултат на имобилизирането на 1,1/*t,t*-спермидинов диядрен комплекс на платина(II) към полифосфоестерната верига се наблюдава понижаване на цитотоксичността му в сравнение с неимобилизиращия агент, като в същото време се запазва високата му активност към цисплатин-резистентна клетъчна линия. Полифосфорестерните конюгати на диядрения комплекс на платина(II) проявяват концентрационно зависима проапоптотична активност и предлагат възможност за подобряване на терапевтичния индекс на агента и повишаване на потенциала му за клинично приложение (Mitova V, Slavcheva S, Shestakova P, Momekova D, Stoyanov N, Momekov G, Troev K, Koseva N *Polyphosphoester conjugates of dinuclear platinum complex: Synthesis and evaluation of cytotoxic and the proapoptotic activity European Journal of Medicinal Chemistry* 2014, 72, 127-136).



Лаборатория **СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НА ПОЛИМЕРИТЕ**

Ръководител: доц. дн Петър Петров

### Научни области

- Полимерни материали с „интелигентни” свойства
- Фотохимично омрежване
- Полимерни агрегати и наночастици
- Модифицирани въглеродни нанотръби
- Спрегнати полимери
- Полимер-неорганични хибридни наночастици
- Полимерни нанокompозити

### Постижения през годината:

Получени са системи за пренос и доставяне на противотуморни лекарства на основата на мицели от амфибилни блокови съполимери. Предимството на тези системи е възможността за разтваряне на трудноразтворими във физиологична среда активни субстанции и удълженото им освобождаване в организма. (Petrov PD, Yoncheva K, Mokreva P, Konstantinov S, Irache JM, Müller AHE *Poly(ethylene oxide)-block-poly(*n*-butyl acrylate)-block-poly(acrylic acid) triblock terpolymers with highly asymmetric hydrophilic blocks: Synthesis and aqueous solution properties* **Soft Matter** 2013, 9(36), 8745-8753)

Синтезирани са рН чувствителни супермакропорести криогелове чрез фотохимично омрежване на природните полимери 2-хидроксиетилцелулоза и хитозан в замразени водни системи. Материалите имат добра мукоадхезия и могат да се използват като носители на противомикробни лекарства с приложение в медицината при възпалителни процеси. (Stoyneva V, Momekova D, Kostova B, Petrov P *Stimuli sensitive super-macroporous cryogels based on photo-crosslinked 2-hydroxyethylcellulose and chitosan* **Carbohydrate Polymers** 2014, 99, 825-830)

Установено е, че мицели от вида „Янус” адсорбират върху повърхността на многостенни въглеродни нанотръби в селективен разтворител и по този начин придават колоидна стабилност на системата в органична или водна среда. Стабилни дисперсии са получени при много ниско съдържание на мицели спрямо теглото на тръбите (около 10 mass %). Използваният подход за модифициране не предизвиква структурни промени във въглеродните нанотръби. (Gröschel AH, Löbbling TI, Petrov PD, Müllner M, Kuttner C, Wieberger F, Müller AHE *Janus Micelles as effective supracolloidal dispersants for carbon nanotubes* **Angewandte Chemie - International Edition** 2013, 52(13), 3602-3606)

Конструирани са органични слънчеви елементи на основата на тънки активни слоеве получени чрез центробежно отлагане на водна суспензия на поли(3,4-етилendiокситиофен), дотиран с поли(стиролсулфонова киселина) и на съвместни хлорбензенови или о-дихлорбензенови разтвори на поли(3-хексилтиофен) и [6,6]-фенил-С<sub>61</sub>-метилов естер на маслената киселина. (Sendova-Vassileva M, Bakardjieva V, Ivanova T, Lazarova E, Gancheva V, Tsocheva D, Mokreva P, Terlemezyan L, Vitanov P *Post-deposition treatment dependence of optical and structural properties of spin coated bulk heterojunction solar cells* **Cr Acad Bulg Sci** 2013, 66(10), 1393-1398)



## Области на изследванията

- Биоразградими и биосъвместими полимери
- Полимерни материали на биологична основа
- Влакнести материали чрез електроовлажняване и електроразпръскване
- Полимерни материали за биомедицинско приложение
- Биоактивни нанохибриди
- Биохибриди за еко-безопасно земеделие

## Лаборатория **БИОЛОГИЧНО АКТИВНИ ПОЛИМЕРИ**

Ръководител: проф. дн Невенка Манолова

### Постижения през годината:

Получени са нови хибридни нановлакнести материали от полимери от възобновяеми източници (полихидроксibuтират и хитозан), съдържащи наночастици от титанов диоксид и от магнетит. Това е постигнато по оригинален начин чрез комбиниране на нанотехнологични подходи като електроовлажняване и електроразпръскване. Доказано е, че новите мултифункционални материали са подходящи за приложения в регенеративната медицина, в тъканното инженерство и при решаването на екологични проблеми, свързани с пречистването на води (Korina E, Stoilova O, Manolova N, Rashkov I, **Macromolecular Bioscience**, 2013, 13, 707-716; Korina E, Stoilova O, Manolova N, Rashkov I., **Journal of Materials Science**, 2014, 49, 2144-2153).

Разработени са нови антибактериални материали от биосъвместими синтетични полимери и природния полимер хитозан. Те са получени чрез лесноосъществими и оригинални подходи, основаващи се на образуването на полиелектролитен комплекс върху електроовлажнени наноматериали и са подходящи за редица приложения в биомедицинската практика (Kalinov K, Ignatova M, Maximova V, Rashkov I, Manolova N, **European Polymer Journal** 2014, 50, 18-29).

За първи път е показано предотвратяването на нежелано взаимодействие между лекарствени вещества, което протича при получаване на материали по традиционните техники, като е предложено оригинално оформление на апаратурата за електроовлажняване (Toncheva A, Paneva D, Manolova N, Rashkov I, Mita L, Crispi S, Damiano GM, **Colloids&Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects** 2013, 439, 176-183).

Получени са нови нановлакнести импланти от полимери от възобновяеми източници (полимлечна киселина и хитозан) и природно съединение с антитуморна активност. Новите материали могат да се използват ефективно като системи за локално следоперативно приложение при лечение на солидни тумори (Ignatova M, Kalinov K, Manolova N, Toshkova R, Rashkov I, Alexandrov M, **Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition**, 2014, 25, 287-306).

Получени са бездефектни непрекъснати полиимидни нановлакна (Peciulyte L, Rutkaite R, Zemaitaitis A, Ignatova M, Rashkov I, Manolova N, **Macromolecular Research** 2013, 21, 419-426).

Обобщени са най-новите постижения в получаването на нови нановлакнести материали за покрития за лечение на рани, системи за локално лечение на тумори и антибактериални материали на основата на хитозан чрез авангардната нанотехнология електроовлажняване (Ignatova M, Rashkov I, Manolova N, **Expert Opinion on Drug Delivery** 2013, 10, 469-483; Ignatova M, Manolova N, Rashkov I, **Macromolecular Bioscience** 2013, 13, 860-872).



Лаборатория **Полимеризационни процеси**

Ръководител: проф. дхн Станислав Рангелов

### Области на научен интерес:

- Синтез на добре-дефинирани полимери и съполимери чрез контролирани полимеризационни процеси;
- Образуване на полимерни и хибридни наноструктури чрез самоасоцииране и съ-асоцииране;
- Авангардни полимерни материали с приложения във фармацията, медицината и биотехнологиите

### Постижения:

Чрез контролирани полимеризационни процеси се получават разнообразни амфифилни съполимери с различна архитектура, топология и функционалност на веригата, които имат огромен потенциал за създаване на супрамолекулни наночастици с предварително зададени свойства. Информация за размерите, структурата, морфологията и динамиката на тези разнообразни системи в разреждени разтвори се получава чрез комбиниране на различни експериментални техники. Полимерните и хибридните наночастици, получени чрез самоасоцииране и/или съ-асоцииране, намират важни приложения в различни области, например като носители на лекарства, гени, диагностични и терапевтични агенти.

Чрез катионна полимеризация с отваряне на пръстена бе получена серия от поли(2-изопропил-2-оксазолини) с молекулни маси в интервала  $3600-8900 \text{ g.mol}^{-1}$ , от които са приготвени стабилни наноразмерни колоидни частици (мезоглобули). Мезоглобулите бяха покрити с омрежена обвивка, получена чрез радикалова полимеризация с посявка на NIPAM и омрежващ агент. Отстраняването на мезоглобулите доведе до получаване на кухи полимерни нанокapsули, чиято мембрана е термочувствителна. Те обратимо променят размерите си при вариране на температурата под и над температурния преход на мембраната (Toncheva, N.; Tsvetanov, Ch.; Rangelov, S.; Trzebicka, B.; Dworak, A. *Hydroxyl End-functionalized Poly(2-isopropyl oxazoline)s Used as Nano-sized Colloidal Templates for Preparation of Hollow Polymeric Nanocapsules*. **Polymer** 54(19), **2013**, 5166-73).

Получени са съполимери с различна архитектура, съдържащи температурно-чувствителни и поликатионни сегменти. Те са използвани за ефективно комплексобразуване с ДНК, при което се формират наноразмерни полиплекси с ниска цитотоксичност. По-нататъшното стабилизиране на полимерните комплекси с ДНК се извършва чрез капсулирането им в биоразградима обвивка от омрежен полимер. Трансфекционната способност на полиплексите, преди и след стабилизирането им, е оценена *in vitro* върху НЕК 293 клетъчна линия. Получените резултати са окуражаващи за по-нататъшни изследвания и бъдещо приложение на тези системи като вектори за доставяне на гени (Ivanova, E.; Dimitrov, I.; Kozarova, R.; Turmanova, S.; Apostolova, M. *Thermally Sensitive Polypeptide-based Copolymer for DNA Complexation into Stable Nanosized Polyplexes*. **J Nanopart Res** 15(1), **2013**, 1358; Ivanova, E.; Ivanova, N.; Apostolova, M.; Turmanova, S.; Dimitrov, I. *Polymer Gene Delivery Vectors Encapsulated in Thermally Sensitive Bioreducible Shell* **Bioorg Med Chem Lett** 23(14), **2013**, 4080).

Синтезирани са полисулфони, модифицирани с реагенти, съдържащи различен брой сулфонирани функционални групи. Изследвана е протонната проводимост на полимерни мембрани от тези съполимери в зависимост от архитектурата на сулфонатните странични групи. Синтезиран е и нов флуориран ароматен мономер със странична сулфонатна група. Намерени са подходящите условия за контролираната му полимеризация във водна среда. Получените флуорирани полимери със странични сулфонатни групи имат потенциално приложение в полимерните мембрани за горивни клетки (Nielsen, M.; Dimitrov, I.; Takamuku, Sh.; Jankova, K.; Jannasch, P.; Hvilsted, S. *Dendronised Polymer Architectures for Fuel Cell Membranes*. **Fuel Cells** 13 (3), **2013**, 342; Dimitrov, I.; Jankova, K.; Hvilsted, S. *Synthesis and ATRP of Novel Fluorinated Aromatic Monomer with Pendant Sulfonate Group* **J Fluor Chem** 149, **2013**, 30).





### Научни области

- Протонпроводящи полимерни електролити
- Изготвяне на мембрани за горивни клетки на база полибензимидазол
- Нанокмпозитни мембрани за горивни клетки
- Влакна от полибензимидазол, изготвени чрез мокро овлажняване и електроовлажняване
- Нови биоразградими полимерни материали за опаковки
- Синтез на електропроводящи полимери – карбонил-олефинова обменна реакция

### Лаборатория **ПОЛИМЕРИ СЪС СПРЕЖЕНИЕ**

Ръководител: доц. д-р Веселин Синигерски

### Постижения през годината:

Получени са ниско/средно-температурни мембрани за горивни клетки работещи до 120 °С на основата на полибензимидазол (ПБИ), съдържащ имобилизирани фосфонови и/или сулфонови кисели групи и ПБИ, съдържащ омрежена ПВФК и/или ПВСК. V.Sinigersky, D. Budurova, H. Penchev, F. Ublekov, I., *Polybenzimidazole-graft-polyvinylphosphonic acid—proton conducting fuel cell membranes*, **Journal of Applied Polymer Science**, 129 (3), **2013**, 1223-1231; V. Sinigersky, H. Penchev, F. Ublekov, M. Staneva, D. Budurova, I. Radev, V. Peinecke, *Novel Middle Temperature PEM Fuel Cell Membranes – Polybenzimidazole Containing Immobilized Phosphoric – or Sulfonic Acid Groups*, **Proceedings of EFC 2013, Fifth European Fuel Cell&Application Conference – Piero Lunghi Conference**, p. 61-62, 2013.

Получени са високотемпературни мембрани за горивни клетки работещи до 180°С от химически омрежени пара-, мета- и АБ-ПБИ, дотиран с ФК. Мембраните са с подобрени механични свойства и протонна проводимост (до 400 mS.cm<sup>-1</sup>); При омрежен пара-ПБИ, дотиран със сярна киселина, протонната проводимост достига до 647 mS.cm<sup>-1</sup>.

Разработени са нанокмпозитни мембрани на основата на ПБИ с включени неорганични пълнители (монтморилонит, графен оксид, активен въглен) с подобрени механични свойства и протонна проводимост (достигнати стойности над 400 mS.cm<sup>-1</sup>). (H. Penchev, M. Staneva, F. Ublekov, D. Budurova, V. Sinigersky, V. Georgiev, I. Radev, V. Peinecke, *Novel High Temperature PEM Fuel Cell Membranes – Composite AB-PBI/Carbon Black, Doped with Phosphoric Acid*, **Proceedings of EFC 2013, Fifth European Fuel Cell&Application Conference – Piero Lunghi Conference**, p. 59-60, 2013).

Разработени са нови биоразградими полимерни материали на основата на полимлечна киселина и полихидроксиалканоати, подходящи за приложение като опаковки за храни и др. При получаването на материалите се използват ефективни технологични процеси като реактивна екструзия и др.

Изследван е нов метод за синтез на заместени полиацетилени с карбонилни и олефинови крайни групи – метатеза на фенилалкини и алдехиди, катализирана с наноразмерни феритни катализатори (Ni<sub>x</sub>Fe<sub>3-x</sub>O<sub>4</sub>). (S. Dimova, K. Zaharieva, Ch. Jossifov, Z. Cherkezova-Zheleva, I. Mitov, *Metathesis of Phenylalkylenes and Aldehyde by Nanodimensional Ferrite Catalyst*, **Journal of Chemical Technology and Metallurgy**, 48(1), **2013**, 28-33).



Лаборатория

## АМФИФИЛНИ И ЙОНОГЕННИ ПОЛИМЕРИ

ръководител: доц. д-р Даринка Христова

Изследванията на колектива обхващат синтез на амфифилни и йонни/йоногенни полимери с контролирана макромолекуларна структура и зададени свойства, прилагайки съвременни полимеризационни методи и постполимеризационни трансформации, и изучаване на отнасянията им под действие на външни стимули. Усилията са насочени към разработването на нови материали на основата на интелигентни съполимери с разнообразна макромолекуларна архитектура (линейни, разклонени, омрежени) включващи температурно- и рН чувствителни полимерни сегменти, които променят обратимо свойствата си при промяна в параметрите на околната среда.

Изучават се възможностите за приложение на температурночувствителни амфифилни съполимерни мрежи на основата на полиоксазолини като ефективни носители на лекарствени вещества. С помощта на кинетичните профили на освобождаване на две различни терапевтични вещества – хидрофобния аналгетик с много ниска разтворимост във водна среда ибупрофен и на добре разтворимия бета-блокатор метопролол тартарат е доказано, че производните хидрогелове са подходящи за приложение като системи за доставяне на лекарствени вещества с пролонгирано действие. На основата на водоразтворими съполимери с катионни блокове в състава са разработени рН-чувствителни наноразмерни лекарствени носители с ниската цитотоксичност и високо съдържание (до 80 %) на кортикостероида дексаметазон фосфат. *In vitro* изследванията доказват способността на тези моделни системи да регулират освобождаването на дексаметазон в продължение на 24 часа.

Синтезират се и се изследват различни по състав и структура хибридни полимерни мрежи и хидрогелове с биотехнологична насоченост: интелигентни хидрогелове за получаване на синтетични мембрани с температурно-контролирана пропускливост; биосорбенти за извличане на йони на тежки метали от промишлени води на основата на ПВА с имобилизирана биомаса от филаментозни гъби; електроактивни съполимерни хидрогелове и композити за приложение като актуатори и превключватели.

### Публикации:

- [1] B. Kostova, K. Ivanova-Mileva, D. Rachev, D. Christova. Study of the potential of amphiphilic conetworks based on poly(2-ethyl-2-oxazoline) as new platforms for delivery of drugs with limited solubility. **AAPS PharmSciTech** 14 (2013) 352-359.
- [2] D. Georgieva, B. Kostova, S. Ivanova, K. Balashev, D. Rachev, D. Christova. pH-responsive drug delivery nanosystems based on star-shaped copolyelectrolytes. **Nanoscience & Nanotechnology: 15<sup>th</sup> International workshop (NANO 2013)**. 21-23 November 2013, Sofia, Bulgaria.
- [3] K. Tsekova, D. Christova, D. Todorova, S. Ivanova. Removal of Cu(II), Co(II) and Fe(III) ions from ternary solution by free and entrapped in PVA-hydrogel biomass of *Penicillium cyclospium*. **Biotechnology & Biotechnological Equipment** 25 (4 Suppl) (2011) 41-46.
- [4] K. Tsekova, D. Christova, V. Dencheva, S. Ganeva. Biosorption of binary mixture of copper and cobalt by free and immobilized biomass of *Penicillium cyclospium*. **Compt. Rendu. Acad. Bulg. Sci.** 63 (2010) 85-90.
- [5] Д. Христова, Р. Величкова, С. Иванова, К. Милева. Хидрофилни и амфифилни полимерни мрежи с разнообразна архитектура и хидрогелове на тяхна основа. **Списание на БАН** 2 (2010) 42-50.

### Научни области

- Амфифилни съполимери и мрежи с контролиран състав, структура и хидрофилно-хидрофобен баланс
- Температурно и рН-чувствителни полимерни материали за приложение в медицината, фармацията и биотехнологиите
- Хибридни електроактивни взаимнопроникващи полимерни мрежи и хидрогелове
- Композитни полимерни мембрани с температурно контролирана пропускливост

## Приоритетни направления на научно-изследователската дейност

Основно направление, в което институтът е концентрирал значителен научен потенциал е получаването на **полимерни материали за медицината и фармацията**. Изследователската дейност се състои в разработването на нови лекарствени системи на основата на полимери с цел повишаване ефективността на действие на активното вещество, повишаване на стабилността на лекарството, придаване на нови функционални характеристики и др. Изследванията се подкрепят от 8 проекта, финансирани от Фонд „Научни Изследвания“. В допълнение, научно-изследователската дейност на докторантите и младите учени, работещи в областта на полимерни материали с потенциално приложение в биомедицинската практика, беше подпомогната от проект по ОП “Развитие на човешките ресурси”.

Друга част от изследванията засягат различни аспекти на **опазването на околната среда** и са включени като задачи в изследователските планове на три работни групи от института. Основните задачи в тази област са получаването на нови разградими полимерни материали от възобновяеми източници: хибридни микро- и нановлакнести материали на основата на поли(млечна киселина) и полихидроксиалканоати; криогелове на основата на целулозни производни, декстран, хитозан и др. Провеждат се изследвания върху оползотворяването на полимерни отпадъци.

В две от лабораториите на института се работи усилено в областта на нови **полимерни материали за алтернативни източници на енергия**. Учени от института в сътрудничество с колеги от други институти на БАН разработват полимерни мембрани за горивни клетки. През годината излязоха от печат публикации, обобщаващи резултати, получени в сътрудничество с учени от Датския технически университет върху полимерни горивни клетки. В рамките на проект, финансиран от ФНИ, продължиха изследванията върху разработването на мембранни електродни пакети за получаването на водород чрез водна електролиза. През 2013 г. продължиха изследванията върху създаването на органични слънчеви елементи.

## Резултати от научната дейност през 2013 г.

Резултатите от научно-изследователската работа са отразени в **40** публикации и **2** монографии, излезли от печат през 2013 г. 31 от излезлите публикации са публикувани в специализирани списания с импакт фактор. 35 % от тях са в списания с импакт фактор над 2.5. По-долу са представени 6-те публикации, отпечатани в списанията с най-висок импакт фактор:

1. A.H., Gröschel, T.I. Löbbling, P.D. Petrov, M. Müllner, C. Kuttner, F. Wieberger, A.H.E. Müller, *Janus Micelles as effective supracolloidal dispersants for carbon nanotubes*, **Angewandte Chemie - International Edition**, 52, 2013, 3602-3606, ISSN: 1521-3773, IF<sup>2012</sup> 13.734.

2. F.B. Madsen, I.V. Dimitrov, A. Daugaard, S. Hvilsted, A.L. Skov, *Novel cross-linkers for PDMS networks for controlled and well distributed grafting of functionalities by click chemistry*, **Polymer Chemistry**, 4, 2013, 1700-1707, ISSN: 1759-9954, IF<sup>2012</sup> 5.231.

3. M. Ignatova, I. Rashkov, N. Manolova, *Drug-loaded electrospun materials in wound-dressing applications and in local cancer treatment; invited review*, **Expert Opinion on Drug Delivery**, 10, 2013, 469-483, 86, ISSN: 17425247, IF<sup>2012</sup> 4.869.

4. P.D. Petrov, K. Yoncheva, P. Mokreva, S. Konstantinov, J.M. Irache, A.H.E. Müller, *Poly(ethylene oxide)-block-poly(n-butyl acrylate)-block-poly(acrylic acid) triblock terpolymers with highly asymmetric hydrophilic blocks: Synthesis and aqueous solution properties*, **Soft Matter**, 9, 2013, 8745-8753, ISSN 1744-6848, IF<sup>2012</sup> 3.909.

5. M. Ignatova, N. Manolova, I. Rashkov, *Electrospun antibacterial chitosan-based fibers*, **Macromolecular Bioscience**, 13, 2013, 860-872, 87, ISSN: 1616-5195, IF<sup>2012</sup> 3.742.

6. E. Korina, O. Stoilova, N. Manolova, I. Rashkov, *Multifunctional hybrid materials from poly(3-hydroxybutyrate), TiO<sub>2</sub> nanoparticles, and chitosan oligomers by combining electrospinning/electrospraying and impregnation*, **Macromolecular Bioscience**, 13, 2013, 707-716, ISSN: 1616-5195, IF<sup>2012</sup> 3.742.

13 от излезлите през 2013 г. научни публикации са в съавторство с чуждестранни учени. В допълнение, през 2013 г. са приети за печат 21 публикации и 3 глави от книги.

През изминалата година излязоха две монографии с участието на учени от ИП-БАН:

1.S. Rangelov, S. Pispas, *Polymer and Polymer-Hybrid Nanoparticles: From Synthesis to Biomedical Applications*. 483 pages, CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, FL. 2013, ISBN: 978-1-4398-6907-9.

2. Петър Димитров Петров, *Получаване на полимерни и хибридни системи чрез фотохимични процеси*, Академично издателство "Проф. Марин Дринов", 2013, ISBN 978-954-322-640-5.

Представени са **66** устни и постерни съобщения на международни научни форуми. Благодарение на договор No 316086 POLINNOVA, финансиран по 7РП, голяма част от изследователите (16 учени) от ИП-БАН взеха участие с доклади или с постерни съобщения на Европейския полимерен конгрес 2013, организиран от Европейската полимерна федерация в гр. Пиза, Италия. Общо по договор No 316086 POLINNOVA са осигурени финансово 35 участия на научни форуми.

Забелязаните цитати за 2013 г. на публикации на изследователи от ИП-БАН са **1018**. Цитираните публикации са 282; т.е. средната цитируемост е 3.61 (спрямо 3.34 за 2012 г.).

През 2013 г. учени от ИП-БАН получиха награди:

- чл.-кор. Илия Рашков и чл.-кор. Христо Цветанов - почетен знак "Марин Дринов с лента" за значителни научни постижения;

- гл.-ас. д-р Еми Халаджова - награда „За жените в науката“ на Л’ОРЕАЛ и ЮНЕСКО за 2013 г;

- ас. д-р Георги Георгиев - награда „Изявен млад учен в областта на полимерите“ на името на проф. Иван Шопов (2013 г.);

## **Най-важно и ярко научно постижение за 2013 г.**

### **Мултифункционални хибридни материали от полимери от възобновяеми източници**

Създадени са нови хибридни нановакнести материали от полимери от възобновяеми източници (полихидроксибутират и хитозан), съдържащи наночастици от титанов диоксид и от магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Получаването на материали с насочен дизайн е постигнато по оригинален начин чрез подходящо комбиниране на нанотехнологични подходи като електроовлажняване и електроразпръскване. Доказано е, че получените материали комбинират фотокаталитичните свойства на  $\text{TiO}_2$  с магнитните свойства на включения в тях  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , проявяват значителен биоциден ефект спрямо патогенни бактерии (*E. coli*), биологично съвместими са с човешки мезенхимни стволови клетки и осигуряват благоприятна среда за тяхното развитие. Поради тези техни желани свойства новите мултифункционални материали са подходящи за приложения в регенеративната медицина, в тъканното инженерство, както и при решаването на някои екологични проблеми, свързани с пречистването на води от органични замърсители (ръководители: чл.-кор. дн Илия Рашков и проф. дн Невенка Манолова).

## **Най-важно и ярко научно-приложно постижение за 2013 г.**

### **Наноразмерни антитуморни системи**

Разработени са антитуморни лекарствени системи на основата на нови полимерни наноразмерни носители за повишаване ефективността на действие на активното вещество. Полимерните носители са изградени от ядро и двойна хидрофилна обвивка. Лекарствените вещества паклитаксел или цисплатин са включени в частичката, а външната обвивка от водоразтворим и биосъвместим поли(етиленов оксид) подобрява колоидната стабилност на системата и удължава времето на циркулация на наночастиците в кръвния поток. Тези свойства, както и устойчивото освобождаване на активната субстанция, предлагат възможност за подобряване на терапевтичния индекс на агента и повишават потенциала на разработените системи за клинично приложение (ръководители: доц. д-р Нели Косева и доц. дн Петър Петров).

## **Иновационна дейност**

Научните приоритети на ИП-БАН и значителна част от постиженията на колектива имат иновационен потенциал. Разработват се авангардни методи за получаване на нови полимерни материали с целенасочено подбран комплекс от свойства, което е ключов момент към реализацията на високи

технологии. Това се осъществява чрез интердисциплинарни изследвания и разработване на научни продукти с потенциал за приложение в следните сфери: медицина и фармация, екология, селско стопанство, биотехнологии и храни. Примери за научни постижения в тази насока са: наноразмерни системи, полимерни хидрогелове, микро- и нановлакнести материали като носители на биологично активни вещества (ДНК, антибактериални агенти, антитуморни лекарствени вещества и др.); разработване на нови полимери с биологична активност; биоразградими полимерни материали и др.

Учените от ИП-БАН участват в 28 поддържани патента, от които 1 български, 1 японски, и 26 защитени в ЕПО и други страни, като САЩ, Франция, Китай и Канада. Патентите с международно участие се поддържат от чуждестранни фирми или организации. В процедура е една заявка за български патент.

През м. юли 2013 г. в рамките на договор № 316086 POLINNOVA беше проведен тридневен курс “Защита на интелектуалната собственост”. Целта му беше обучение на изследователите от ИП-БАН и запознаването им с индустриалната собственост в нейните различни видове, процедурите при подаване на заявки за патенти и полезни модели, както и на трансфера на технологии и комерсиализиране на научни продукти и технологии.

На 03.10.2013 г. в рамките на Пловдивския панаир, съвместно с Браншова асоциация полимери, пред фирми бяха представени експертизата и постиженията на ИП-БАН.

### **Участие на звеното в подготовката на специалисти**

ИП-БАН разполага с висококвалифицирани учени в областта на полимерната наука. През 2013 г. бяха обучавани 12 докторанти, от които един задочен. През 2013 г. бяха зачислени 3 редовни докторанти. Учени от ИП-БАН са съръководители на 3 докторанти извън БАН.

Изследователи от ИП-БАН четеха лекционни курсове в Университета на Орлеан, Франция (проф. дн Н. Манолова) и Университета на Кинки, Япония (проф. дн К. Троев). Водени бяха също така лекции на студенти от Физическия факултет към СУ и Медицинския университет, София. Подготвени бяха 2 дипломанта. През 2013 г. в ИП-БАН проведеха своя стаж 17 студенти в рамките на договор “Студентски практики” по ОП-РЧР към МОН и ЕСФ с различни менторски програми.

В рамките на Докторантското училище към БАН бяха четени 2 лекционни курса. Единият от тях, озаглавен “Полимерни и полимер-хибридни наночастици - синтетични подходи, самоасоцииране и потенциални биомедицински приложения” с лектори: доц. д-р Ив. Димитров и проф. дн Ст. Рангелов бе четен за първи път.

През 2013 г. бяха защитени две дисертации за присъждане на научната степен “доктор на науките” от доц. Владимир Барановский на тема: „Интерполимерни комплекси на основата на водородни връзки” и доц. Петър Петров на тема: „Получаване на полимерни и хибридни системи чрез фотохимични процеси”.

Беше защитена една дисертация за присъждане на образователната и научната степен “доктор” от докторант Антония Тончева на тема: “Електроовлажняване на полилактиди и биологично активни вещества с йонен характер за получаване на нови микровлакнести материали”.

През годината бяха проведени конкурси и беше направен избор от НС на института на двама главни асистента - д-р Филип Ублеков и д-р Антония Тончева.

## **Полза/ефект за обществото от извършваните дейности**

Полимерната наука, като неделима част от химическите науки, спомага 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 природната среда, ефективно използване на природните ресурси и др. Полимерните материали спомагат за напредъка в редица области като медицина, транспорт, информационни и комуникационни технологии и т.н. В ИП-БАН са получени нови полимерни носители на биологично активни вещества (антибиотици, противотуморни лекарствени вещества, ДНК и др.), нови полимери със собствена биологична активност, радиозащитни полимерни материали, високотемпературни мембрани за горивни клетки и др.

Обучението на докторанти и специалисти в областта на полимерите 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 индустрията, извършване на специфични анализи и консултации, участие в изследователски и иновационни проекти.

## **Взаимоотношения с институции**

През 2013 г. ИП-БАН продължи традиционното интензивно сътрудничество с академични организации и университети у нас и в чужбина, както и със следните институции:

- АЕЦ Козлодуй ЕООД в рамките на Меморандум за осъществяване на съвместни научно технически проекти;

- Българска Асоциация Полимери, която обединява 37 български фирми, преработващи и търгуващи с полимери. Има подписан 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. Асоциацията също така е партньор в проекта, спечелен от ИП-БАН по Седма рамкова програма през 2012 г.

## **Общонационални и оперативни дейности**

През 2013 г. изследователи от ИП-БАН са изготвили становища и експертни доклади относно: Приложението на въглеродния диоксид; Определяне на критерии за край на отпадъка за пластмасата; Химико-технически експертни доклади по съдебни дела в Районен съд - Варна и Административен съд – Варна.

Учени от ИП-БАН са участвали в европейски и национални комисии и експертни съвети като: Програмен комитет „Дейности по програмата „Мария Склодовска-Кюри” по Хоризонт 2020; Комисия - Domain “Chemistry and Molecular Sciences and Technologies” на програма COST на ЕК; Управителен комитет на COST акция CM1302; Национална контактна мрежа за координация и изпълнение на дейностите по нанотехнологии, авангардни материали, авангардно производство и авангардна преработка на Рамковата програма на Европейския съюз за научни изследвания и иновации „Хоризонт 2020” (2014-2020); Национален комитет на Международния съюз по чиста и приложна химия (IUPAC); Национален представител на Отделението по полимери при IUPAC; Постоянна комисия по природни науки към ФНИ; Националният съвет за иновации към МИЕТ; Експертен съвет по иновации към Фондация "Приложни изследвания и комуникации"; Фондация "Развитие на българската наука".

Учени от ИП-БАН са подготвили рецензии на изследователски проект към Фонда за научни изследвания на Швейцария, проектни предложения по конкурсите ОС-2013-1 и ОС-2013-2 на програма COST (4 броя), на проекти по конкурсите на ФНИ, на проект от конкурс на Медицински университет – Пловдив, рецензии и становища за присъждане на научни степени и заемане на академични длъжности, както следва: за ОНС “доктор“ – 8 рецензии и 1 становище; за НС “доктор на науките” – 3 рецензии и 2 становища.

ИП-БАН се утвърди като център за дискусии и разпространение на експертни знания в областта на полимерите и полимерните материали. Функциониращият в звеното Колоквиум “ПОЛИМЕРИ” с председател доц. д-р Ивайло Димитров е форум, на който изявени учени от страната и чужбина представят своите постижения и новите тенденции в развитието на полимерната наука. През 2013 г. на заседанията на Колоквиума бяха представени доклади от следните международно признати учени:

- проф. Аксел Мюлер, Университет „Йоханес Гутенберг” - Майнц, Германия;
- проф. Яцек Ставински, Институт по биоорганична химия, Полска академия на науките;
- проф. Александър Васерман, Институт по химична физика „Н. Н. Семьонов”, Руска академия на науките;
- проф. Джефри Митчел, Център за бързо и устойчиво продуктово разработване Политехнически институт на Лейрия, Португалия.

## **Международно сътрудничество**

Изследователите от ИП-БАН имат дългогодишни и плодотворни 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.

Учени от ИП-БАН участваха в 9 проекта в рамките на междуакадемични договори и спогодби: 3 с Полската академия на науките (Центъра по полимерни и въглеродни материали), 2 с Руската Академия на науките (Институт по органоелементни съединения "А. Н. Несмеянов" и Институт по химическа физика), 1 със CNRS (Институт по химия и материали, Франция), 1 с WBI/FRS-FNRS (Университет на Монс, Център по иновации и изследвания на материали и полимери, Белгия), 1 със Словашката академия на науките и 1 с Арабска република Египет.

През 2013 г. ИП-БАН, според ротационния принцип, председателстваше дейностите на Централно-източната полимерна мрежа. Тази мрежа обединява институти по полимерни изследвания от осем страни от Централна и Източна Европа. На 27.09.2013 г. ИП-БАН беше домакин на 9-тата Работна среща на Борда на националните представители на Централно-източната полимерна мрежа. На работната среща присъстваха проф. д-р М. Ковалчук (Главен секретар на Централно-източната полимерна мрежа), д-р Ф. Рипачек (Чехия), проф. д-р А. Дворак и проф. д-р М. Баско (Полша), проф. д-р Б. Симеонеско (Румъния), проф. д-р Игор Лачик (Словакия), проф. д-р М. Зигон (Словения) и доц. д-р Н Косева (национален представител за България и Президент на Централно-източната полимерна мрежа през 2013 г.).

Проведена беше също така международна Работна среща на тема "Полимерни материали - изследване и иновации" в периода 30.10-01.11.2013 г. в хотел "Белчин гарден", Белчин баня, в рамките на договор No 316086 POLINNOVA. Изнесени бяха доклади, както от представители на чуждестранните партньори в проекта, така и от изследователи от ИП-БАН. Специално внимание на работната среща беше отделено на интелектуалната собственост.

В ИП-БАН са гостували 27 чуждестранни учени от Полша, Русия, Гърция, Белгия, Франция, Египет, Турция, Португалия, Швеция, Словакия, Румъния, Словения, Испания, Великобритания и Чехия по съвместни проекти от общоакадемичната спогодба (ЕБР), по проект от институтски договор (договор No 316086 POLINNOVA) или за сметка на изпращаща институция.

Изследванията по международни проекти са насочени към актуални проблеми на обществото и са в унисон с националните и европейски приоритети, като съхранение на енергийните и природни ресурси в световен мащаб и подобряване на качеството на живот. Международните сътрудничества улесняват научният обмен и мобилност на изследователите, а участието в международни колективи допринася за повишаване на конкурентоспособността и стимулира иновационните дейности на изследователите от ИП-БАН. 30 % от публикациите, излезли от печат през 2013 г., са в съавторство с учени от чуждестранните партньори на ИП-БАН.

През 2013 г. ИП-БАН участва в следните полимерни мрежи: Европейска научна мрежа за изкуствени мускули, Прецизни полимерни материали, Изследователска мрежа на Европейската научна фондация, „Electrospun Nano-Fibres for Bio Inspired Composite Materials and Innovative Industrial

Applications”, COPOLYMAT – между Института по полимери, БАН, и Центъра за полимерни и въглеродни материали, Полска академия на науките, Полша, и в European Phosphorus Sciences Network (PhoSciNet).

## **Значими проекти**

През 2013 г. в ИП-БАН се изпълняваше проекта **“Укрепване на научноизследователския капацитет и иновационен потенциал на Института по полимери към Българската академия на науките” (POLINNOVA, Договор No 316086)**, финансиран по 7-ма Рамкова програма на Европейската комисия, подпрограма “Капацитети - Научен потенциал”. Общата стойност на проекта е 4 207 698 лв. В рамките на проекта беше закупен нов гел-проникващ хроматограф за прецизно определяне на молекулно-масовите характеристики на полимери в разтвор, окомплектован с рефрактометричен детектор, ултравиолетов детектор и детектор използващ разсейване на светлината. Осъществени бяха дългосрочни командировки на научния персонал на ИП-БАН в партньорските организации: по две в Университета на Монс и в Центъра за полимерни и въглеродни материали към ПАН, и по една в Гентския университет и в Университета на Кастиля и Ла Манча. Краткосрочните командировки на утвърдени учени от ИП-БАН бяха: две в Центъра за полимерни и въглеродни материали към ПАН и една в Университета на Монс. Утвърдени учени от партньорските организации, които посетиха ИП-БАН бяха от Центъра за полимерни и въглеродни материали към ПАН, Университета на Кастиля и Ла Манча, Институт по теоретична химия и физикохимия към Гръцката национална научноизследователска фондация. Проектът подпомогна разпространението на научните резултати на ИП-БАН чрез участието на изследователи от института в научни форуми и издаването на печатни материали. Проектът позволи повишаване на човешкия потенциал на института чрез назначаване на петима учени с опит в областта на полимерите и полимерните материали, двама специалисти по интелектуална собственост и един специалист по аналитично оборудване. В допълнение, проектът подкрепя търсенето на контакти и засилване на връзките с българската индустрия.

През 2013 г. бяха спечелени два нови проекта:

•BG051PO001-3.3.06-0017, **Изграждане на научния потенциал за устойчиво кариерно развитие на младите учени, докторанти и постдокторанти в приоритетни области на полимерната наука**, по ОП “Развитие на човешките ресурси”; стойност на проекта: 269 406,93 лв.

•BG161PO003-1.2.04-0096-C0001, **Подкрепа за приложните изследвания в Института по полимери за разработване на нови полимерни и композитни материали от неконвенционални суровинни източници с приложение в екологични, енергоспестяващи и свързани със здравето технологии**, по ОП “Развитие на конкурентоспособността на българската икономика” 2007-2013 г.; стойност на проекта: 2 395 365,00 лв.



Събитието премина при засилен интерес от страна на студенти и преподаватели от Факултета по химия и фармация към СУ “Св.Климент Охридски”, ХТМУ – София, Фармацевтичния факултет на Медицинския университет – София, колеги от БАН и ученици от Националната природо-математическа гимназия „Акад. Любомир Чакалов” – София.

IV-та постерна сесия “Младите учени в света на полимерите”, 6 юни 2013 г.



Събитието беше организирано от група млади учени с финансовата подкрепа на проект POLINNOVA. Участие взеха 28 студенти, докторанти и млади учени от водещи научни институти и университети в областта на полимерната наука в България. Наградата за най-добър постер беше присъдена на г-ца Х. Грънчарова от СУ “Св. Климент Охридски”.

Работна среща „Полимерни материали – изследване и иновации”  
29 октомври - 1 ноември 2013 г., хотел „Белчин гардън”

