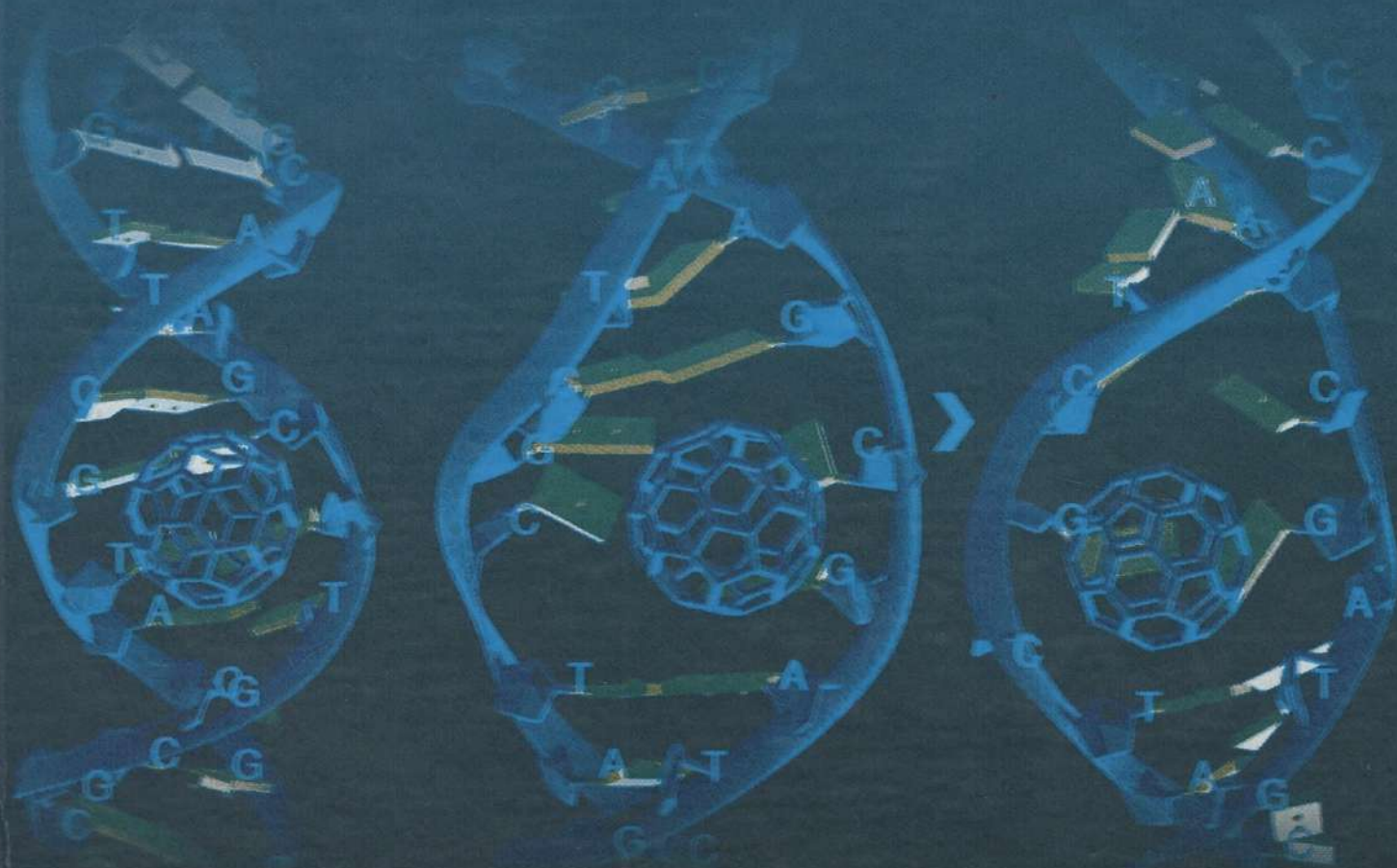


БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ НАНОМАТЕРІАЛИ ДЛЯ БІОЛОГІЇ І МЕДИЦИНИ

молекулярний дизайн,
синтез і застосування



**MULTIFUNCTIONAL
NANOMATERIALS
FOR BIOLOGY
AND MEDICINE:
molecular design,
synthesis and application**

Edited by R.S. STOIKA,
Corresponding Member of NAS of Ukraine

*“SCIENTIFIC BOOK”
PROJECT*

KYIV
• NAUKOVA DUMKA •
2017

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ НАНОМАТЕРІАЛИ ДЛЯ БІОЛОГІЇ І МЕДИЦИНИ: молекулярний дизайн, синтез і застосування

За редакцією члена-кореспондента
НАН України Р.С. СТОЙКИ

*ПРОЕКТ
“НАУКОВА КНИГА”*

КИЇВ
• НАУКОВА ДУМКА •
2017

Автори:

Р.С. Стойка, Ю.І. Прилуцький, А.Г. Наумовець, Р.О. Білий, Я.Б. Блюм, Н.М. Бойко, А.П. Бурлака, Ю.В. Вац, Т.Я. Вітак, А. Волошиновський, Г.З. Гайда, О. Гевусь, Л.Л. Гнатишина, О.І. Годована, О.В. Годований, М.В. Гончар, І.І. Гринюк, Є.А. Гудзь, Н.М. Гула, О.В. Дмитренко, Л.Б. Дробот, М.П. Євстігнєєв, А.І. Ємець, Т.Б. Желтоножська, О.С. Заїченко, Т.О. Зінченко, М.І. Карковська, О.А. Кизима, Д.О. Климчук, О.Ю. Ключівська, Л.І. Кобилінська, Т.Є. Константінова, Л.Р. Куницька, О.О. Ліцис, О.В. Лобачевська, С.М. Лукін, В.І. Максін, О.П. Матишевська, Д.О. Мінченко, О.Г. Мінченко, Н.Є. Мітіна, О.С. М'ягкота, К.О. Паливода, Р.Р. Панчук, Н.М. Пермякова, Д.М. Петухов, С.В. Прилуцька, А.О. Рябцева, В.Ф. Сагач, А.І. Сененко, Ю.В. Сеньків, Р.Я. Серкіз, Н.Р. Скорохід, О.В. Смуток, Н.Є. Стасюк, О.Б. Столяр, А.М. Томін, Г.І. Фальфушинська, Є.З. Філяк, Н.С. Фінюк, Я. Хім'як, А.Є. Чапля, В.В. Черепанов, В.В. Чумак, Л.М. Шаповал, О.П. Яворовський, О.М. Якубчак, W. Berger, P. Heffeter, U. Ritter, P. Scharff

У монографії стисло викладено найвагоміші результати досліджень і розробок, отримані біологами у тісній співпраці з хіміками й фізиками у галузі наноматеріалів для біології, медицини, нанобіотехнологій. У шести логістично взаємопов'язаних тематичних розділах висвітлено питання молекулярного дизайну, синтезу багатофункціональних наноматеріалів для біології і медицини, доставки ліків у клітини-мішені за допомогою синтетичних наноматеріалів, використання полімерних олігоелектролітних наноматеріалів для доставки нуклеїнових кислот у клітини різного походження, описано багатофункціональні наноматеріали для діагностичних цілей і біомедичного іміджингу, проблеми біосумісності й екотоксичності наноконструктивних матеріалів, наведено приклади застосування наноматеріалів для лікувальних цілей.

Для студентів та аспірантів, які цікавляться наноматеріалами різного біомедичного призначення, а також досвідчених спеціалістів у цій галузі сучасної науки.

Рецензенти:

академік НАН України, доктор біологічних наук, професор *С.О. Костерін*,
академік НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор *Л.А. Булавін*,
академік НАН України, доктор хімічних наук, професор *М.Т. Картель*

*Рекомендовано до друку вченою радою
Інституту біології клітини НАН України (протокол № 8 від 25 вересня 2015 р.)*

**Видання здійснено за кошти Цільової комплексної програми
«Створення та розвиток науково-видавничого комплексу
НАН України»**

Науково-видавничий відділ медико-біологічної, хімічної та геологічної літератури

Редактор *Н.А. Серебрякова*

© Р.С. Стойка, Ю.І. Прилуцький, А.Г. Наумовець, Р.О. Білий, Я.Б. Блюм, Н.М. Бойко, А.П. Бурлака, Ю.В. Вац, Т.Я. Вітак, А. Волошиновський, Г.З. Гайда, О. Гевусь, Л.Л. Гнатишина, О.І. Годована, О.В. Годований, М.В. Гончар, І.І. Гринюк, Є.А. Гудзь, Н.М. Гула, О.В. Дмитренко, Л.Б. Дробот, М.П. Євстігнєєв, А.І. Ємець, Т.Б. Желтоножська, О.С. Заїченко, Т.О. Зінченко, М.І. Карковська, О.А. Кизима, Д.О. Климчук, О.Ю. Ключівська, Л.І. Кобилінська, Т.Є. Константінова, Л.Р. Куницька, О.О. Ліцис, О.В. Лобачевська, С.М. Лукін, В.І. Максін, О.П. Матишевська, Д.О. Мінченко, О.Г. Мінченко, Н.Є. Мітіна, О.С. М'ягкота, К.О. Паливода, Р.Р. Панчук, Н.М. Пермякова, Д.М. Петухов, С.В. Прилуцька, А.О. Рябцева, В.Ф. Сагач, А.І. Сененко, Ю.В. Сеньків, Р.Я. Серкіз, Н.Р. Скорохід, О.В. Смуток, Н.Є. Стасюк, О.Б. Столяр, А.М. Томін, Г.І. Фальфушинська, Є.З. Філяк, Н.С. Фінюк, Я. Хім'як, А.Є. Чапля, В.В. Черепанов, В.В. Чумак, Л.М. Шаповал, О.П. Яворовський, О.М. Якубчак, W. Berger, P. Heffeter, U. Ritter, P. Scharff, 2017

Наукове видання

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ КЛІТИНИ

СТОЙКА Ростислав Стефанович
ПРИЛУЦЬКИЙ Юрій Іванович
НАУМОВЕЦЬ Антон Григорович та ін.

**БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ
НАНОМАТЕРІАЛИ
ДЛЯ БІОЛОГІЇ І МЕДИЦИНИ:
молекулярний дизайн,
синтез і застосування**

Київ, Науково-виробниче підприємство
«Видавництво “Наукова думка” НАН України», 2017

Художнє оформлення *М.А. Панасюк*
Художній редактор *І.П. Савицька*
Технічний редактор *Т.С. Березяк*
Коректор *Н.А. Дерев'янка*
Оператори *В.Г. Каменькович, О.О. Пономаренко, І.А. Сухиня*
Комп'ютерна верстка *О.І. Фуженко*

Підп. до друку 12.06.2017. Формат 70×100/16. Папір офс. № 1.
Гарн. Таймс. Друк. офс. Фіз. друк. арк. 23,0 + 1,5 арк. вкл. на крейд. пап.
Ум. друк. арк. 31,85. Ум. фарбо-відб. 38,35. Обл.-вид. арк. 33,5.
Тираж 200 прим. Зам. № 17—373

Оригінал-макет виготовлено
у НВП «Видавництво “Наукова думка” НАН України»
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2440 від 15.03.2006 р.
01601 Київ 1, вул. Терещенківська, 3

Віддруковано ПАТ “ВПОЛ”
03151 Київ 151, вул. Волинська, 60
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
серія ДК № 4404 від 31.08.2012 р.

СПИСОК АВТОРІВ МОНОГРАФІЇ ІЗ ЗАЗНАЧЕННЯМ УСТАНОВ, ДЕ ВОНИ ПРАЦЮЮТЬ

- Бергер В.* Інститут ракових досліджень, Медичний університет Відня, Відень, Австрія
- Білий Р.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Блюм Я.Б.* Державна установа “Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України”, Київ, Україна
- Бойко Н.М.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Бурлака А.П.* Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України, Київ, Україна
- Вац Ю.В.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Вітак Т.Я.* Львівський національний університет ім. Івана Франка, Львів, Україна
- Волошиновський А.* Львівський національний університет ім. Івана Франка, Львів, Україна
- Гайда Г.З.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Гевусь О.* Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, Україна
- Гнатишина Л.Л.* Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Тернопіль, Україна; Тернопільський державний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського, Тернопіль, Україна
- Годована О.І.* Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, Україна
- Годований О.В.* Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, Україна
- Гончар М.В.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна; Institute of Applied Biotechnology and Basic Sciences, Rzeszow University, Rzeszow, Poland (Інститут прикладної біотехнології та фундаментальних наук, Жешувський університет, Жешув, Польща)
- Гринюк І.І.* Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
- Гула Н.М.* Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, Київ, Україна
- Гудзь Є.А.* Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, Київ, Україна
- Дмитренко О.В.* Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, Київ, Україна

- Дробот Л.Б.* Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, Київ, Україна
- Євстігнєєв М.П.* Севастопольський національний технічний університет, Севастополь, Крим, Україна; Белгородський державний університет, Белгород, Росія
- Ємець А.І.* Державна установа “Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України”, Київ, Україна
- Желтоножська Т.Б.* Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
- Заїченко О.* Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, Україна
- Зінченко Т.О.* Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, Київ, Україна
- Карковська М.І.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Клімчук Д.О.* Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, Київ, Україна
- Ключівська О.Ю.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Кобилінська Л.І.* Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, Україна
- Константинова Т.Є.* Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України, Донецьк, Україна
- Кизима О.А.* Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна; Об’єднаний інститут ядерних досліджень, Дубна, Росія
- Куницька Л.Р.* Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
- Лицис О.О.* Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
- Лобачевська О.В.* Інститут екології Карпат НАН України, Львів, Україна
- Лукін С.М.* Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України, Київ, Україна
- М’ягkota О.С.* Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, Україна
- Максін В.І.* Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна
- Матишевська О.П.* Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
- Мінченко Д.О.* Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, Київ; Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, Київ, Україна
- Мінченко О.Г.* Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, Київ, Україна
- Мітіна Н.* Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, Україна
- Наумовець А.Г.* Інститут фізики НАН України, Київ, Україна
- Паливода К.О.* Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, Київ, Україна
- Панчук Р.Р.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Пермякова Н.М.* Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
- Петухов Д.М.* Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, Київ, Україна

- Прилуцька С.В.* Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
- Прилуцький Ю.І.* Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
- Ріттер У.* Технічний університет Ілменау, Ілменау, ФРН
- Рябцева А.Р.* Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна
- Сагач В.Ф.* Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, Київ, Україна
- Сененко А.І.* Інститут фізики НАН України, Київ, Україна
- Сеньків Ю.В.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна; Львівський національний університет ім. Івана Франка, Львів, Україна; Інститут ракових досліджень, Медичний університет Відня, Відень, Австрія
- Серкіз Р.Я.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Скорохід Н.Р.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Смуток О.В.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Стасюк Н.Є.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Стойка Р.С.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Столяр О.Б.* Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Тернопіль, Україна
- Томін А.М.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Фальфушинська Г.І.* Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Тернопіль, Україна; Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського, Тернопіль, Україна
- Філяк Є.З.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Фінюк Н.С.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Хеффетер П.* Інститут ракових досліджень, Медичний університет Відня, Відень, Австрія
- Хім'як Я.* Школа фармації, Університет Східної Англії, Норвіч, Велика Британія
- Чапля А.Є.* Інститут екології Карпат НАН України, Львів, Україна
- Черепанов В.В.* Інститут фізики НАН України, Київ, Україна
- Чумак В.В.* Інститут біології клітини НАН України, Львів, Україна
- Шаповал Л.М.* Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, Київ, Україна
- Шарф П.* Технічний університет Ілменау, Ілменау, ФРН
- Яворовський О.П.* Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, Київ, Україна
- Якубчак О.М.* Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна