


**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Хімічний факультет**  
Кафедра хімії високомолекулярних сполук

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана/директора  
з навчальної роботи  
Павленко В.О.

  
«\_26\_» 04 2018 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**НАНОСТРУКТУРОВАНІ ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ  
БІОТЕХНОЛОГІЙ, МЕДИЦИНИ, ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ ТА СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**


Для всіх спеціальностей, ліцензованих у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка для третього (освітньо-наукового) рівня

вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання **денна**  
Навчальний рік **2018/2019**  
Період навчання **II рік**  
Кількість кредитів ECTS **4 кредити**  
Мова викладання, навчання та оцінювання  
**українська**  
Форма заключного контролю **іспит**

Викладач (лектор): **Савченко Ірина Олександрівна**

Погоджено: на **2019/2020** н.р.

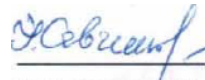
 (Савченко) «05» 04 2019 р.

**КИЇВ – 2018**

Розробники: **Савченко Ірина Олександрівна, зав. каф., д.х.н., проф.**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри хімії високомолекулярних сполук



(Савченко І.О.)

Протокол № 10 від 11 квітня 2018 р.

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 4 від "25" 04 2018 року

Голова науково-методичної комісії

"25" 04 2018 року



(Амірханов В.М.)

**1. Мета дисципліни** – формування системного підходу до вивчення понять, принципів, теоретичних основ нанохімії та нанотехнології, методів одержання наноматеріалів, особливостей їх практичного використання для біотехнологій, медицини, інформаційних технологій та сонячної енергетики.

**2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:**

- Знати матеріал навчальних дисциплін, що входять до професійного блоку програми вищої освіти ОКР „магістр” зі спеціальності „хімія”.
- Знати іноземну мову на рівні B2 загальноєвропейських рекомендацій з мовної освіти.
- Вміти аналізувати наукову літературу і інформацію з хімії та суміжних галузей знань, що надаються нормативними курсами для підготовки фахівців ОКР „магістр” зі спеціальності „хімія”.
- Володіти *навичками* пошуку інформації, її критичної обробки та представлення, застосовувати отримані знання для вирішення прикладних та теоретичних задач у галузі хімії.

**3. Анотація навчальної дисципліни.** Навчальна дисципліна надає комплексні знання принципів, теоретичних основ нанохімії та нанотехнології, методів одержання наноматеріалів, особливостей їх практичного використання для біотехнологій, медицини, інформаційних технологій та сонячної енергетики.

**4. Завдання:** навчальна задача курсу полягає у здатності розв’язувати комплексні проблеми в галузі професійної та дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики.

Навчальний курс забезпечує загальнонаукову підготовку майбутнього доктора філософії, спрямовану на:

- формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору;
- набуття універсальних навичок дослідника, зокрема усної та письмової презентації результатів власного наукового дослідження українською мовою, застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності, пошуку та критичного аналізу інформації, управління науковими проектами та/або складення пропозицій щодо фінансування наукових досліджень, реєстрації прав інтелектуальної власності;
- опанування іноземної мови в обсязі достатньому для представлення та обговорення результатів своєї наукової роботи іноземною мовою (англійською або іншою відповідно до специфіки спеціальності) в усній та письмовій формі, а також для повного розуміння іншомовних наукових текстів з хімічної спеціальності.

### 5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання поточний контроль (активність під час практичних робіт ПтК-1 та контроль самостійної роботи ПтК-2), підсумковий контроль ПсК	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
<b>1. Знання</b>				
1.1	Знати шляхи розв'язання комплексних проблем в галузі нанохімії і нанотехнологій	лекції, самостійні	Case study, презентація	5
1.2	Знати методи створення нових цілісних знань в галузі одержання нових наноматеріалів	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10
1.3	Знати системні підходи до визначення відповідних напрямків використання наноматеріалів	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	15
<b>2. Вміння</b>				
2.1	Вміти знаходити та аналізувати інформацію з різних літературних джерел щодо сучасних методів нанотехнологій та галузей їх застосування	практичні, самостійні семінарське заняття, модельоване заняття	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10
2.2	Визначати спосіб одержання конкретного наноматеріалу для певного напрямку використання	практичні, самостійні	ПтК-1	20
<b>3. Комунікація</b>				
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі основ матеріалознавства полімерів	лекції, практичні, самостійні семінарське заняття, аналітична доповідь, дискусія, вирішення конкретних задач та ситуацій	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5

3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5
3.3	Здатність працювати у міжнародному просторі, вироблення у здобувачів практичних навиків командної роботи	лекції, практичні, самостійні семінарське заняття, аналітична доповідь, дискусія	ПсК	
<b>4. Автономність та відповідальність</b>				
4.1	Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати пошуку	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10
4.2	Приймати обґрунтовані рішення, нести відповідальність за власні судження та результати.	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5
4.3	Демонструвати розуміння особистої відповідальності за професійні та/або управлінські рішення чи надані пропозиції/рекомендації, які можуть впливати на міжнародну безпеку в цілому чи окремі її складові, зокрема проблеми енергозалежності	семінарське заняття, аналітична доповідь, дискусія, вирішення конкретних задач та ситуацій	виконання творчих аналітично-розрахункових робіт, Case study, презентація, дискурс, екзамен.	15

**6. В результаті вивчення дисципліни** доктор філософії отримає нові сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі нанохімії; відпрацює вміння формулювати наукову проблему з огляду на сучасні наукові тенденції та здатність професійно презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях.

Все це допоможе йому навчитись ініціювати, організувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності в аналітичній хімії, які приводять до отримання нових знань та відшліфувати вміння кваліфіковано відобразити результати наукових досліджень у наукових статтях в фахових виданнях, використовуючи при цьому сучасні інноваційні технології при плануванні експерименту, а також зборі, аналізі, обробці та інтерпретації експериментальних даних складних аналітичних досліджень.

### **7. Схема формування оцінки**

7.1. Результати навчальної діяльності аспірантів оцінюються за 100 - бальною шкалою . Модульний контроль включає 1 змістовний модуль і комплексний підсумковий модуль (іспит).

Впродовж навчання передбачається написання 1 модульної контрольної роботи; 2 практичні заняття та одне консультативне.

#### **- семестрове оцінювання**

презентація референсу останніх досліджень у галузі інновацій в аналітичній хімії  
модульна контрольна робота.

- підсумкове оцінювання - іспит.

Максимальна оцінка за семестр: **60 балів**.

Максимальна оцінка на іспиті: **40 балів**.

Максимальна загальна оцінка за курс: **100 балів**.

7.2. **Організація оцінювання** (за формами контролю згідно з графіком навчального процесу):

Види робіт	Змістовий модуль 1 (ЗМ1)	
	Min. – 36 балів	Max. – 60 балів
Презентація референсу останніх досліджень у галузі інновацій в нанохімії	24	40
Модульна контрольна робота	12	20
Загальна сума	36	60

**Оцінка за презентацію референсу (за результатами пошуку) включає в себе:** теоретичне наповнення матеріалу – максимум 20 балів / мінімум 12 балів, мультимедійне оформлення – максимум 10 балів / мінімум 6 балів, презентація матеріалу – максимуму 10 балів / мінімум 6 балів. *Захист проводиться на останньому тижні занять.*

На передостанньому тижні занять проводиться тематична консультація, на якій обговорюються проблемні моменти, що можуть виникнути у аспіранта при підготовці реферансу та/або презентації.

**При простому розрахунку ПО = ЗМ1 + КІМ отримаємо:**

	ЗМ1	іспит	Підсумкова оцінка (ПО)
<b>Максимум</b>	<b>60</b>	<b>40</b>	<b>100</b>
<b>Мінімум</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>60</b>
<b>Критичний мінімум</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>

**Теми для самостійного опрацювання також виносяться на іспит.**

Для здобувачів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум – 20 балів* для одержання допуску до іспиту обов'язково слід відпрацювати всі заборгованості та написати модульну контрольну роботу мінімум на 15 балів із 20.

У випадку відсутності здобувача з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

**Шкала відповідності оцінок**

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100%
<b>Добре</b> / Good	75-89%
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74%
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59%

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	практичні	С/Р
<b>Змістовий модуль 1</b> Вступ до нанохімії та нанотехнології				
1	<b>Тема 1</b> Історія предмету. Поняття «нано».	2		10
2	<b>Тема 2.</b> Інструменти і методи наносвіту.	2		10
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>			
<b>Змістовий модуль 2</b> Наноматеріали, методи синтезу та дослідження				
3	<b>Тема 3.</b> Графен, вуглецеві і неуглецеві нанотрубки	2		10
4	<b>Тема 4.</b> Оксидні нанотрубки. Органічні наночастинки. Наночастинки срібла та золота.	2	2	10
5	<b>Тема 5.</b> Фулерени. Дендримери. Нанодроти.	2		10
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>			
<b>Змістовий модуль 3</b> Наноматеріали. Области їх застосування.				
6	<b>Тема 6.</b> Наноматеріали і нанотехнології в інформаційних технологіях.	2	2	20
7	<b>Тема 7.</b> Нанокompозити.	4		10
8	<b>Тема 8.</b> Застосування нанотехнологій в медицині.	2		16
	<i>Модульна контрольна робота 3</i>			
	<i>Підсумкова модульна контрольна робота</i>			
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>96</b>

Загальний обсяг 120 год.<sup>1</sup>, в тому числі:

Лекцій – **18 год.**

Практичні заняття – **4 год.**

Консультації – **2 год.**

Самостійна робота – **96 год.**

<sup>1</sup> Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

### **Рекомендована література: Основна: (Базова)**

1. О. М. Завражна, О. О. Пасько, А. І. Салтикова. Основи нанотехнологій. Навчально-методичний посібник для вчителів та студентів педагогічних університетів. Суми Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016, 184 с.
2. Нанохімія і нанотехнології [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.051401 «Біотехнологія» / НТУУ «КПІ» ; уклад. І. В. Коваленко, В. І. Лисін, О. О. Андрійко. –Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 63 с.
3. Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктури : навч. посібник / Д. М. Заячук ; Нац. ун-т “Львів. політехніка”. – Львів, 2009. – 580 с.
4. Наноматериалы и нанотехнологии : учеб. для студентов вузов / В. А. Богуслаев, А. Я. Качан, Н. Е. Калинина [и др.]. – Запорожье : Мотор Сич, 2014. – 207 с.
5. Афтандіянц, Є. Г. Наноматеріалознавство: підручник / Є. Г. Афтандіянц, О. В. Зазимко, К. Г. Лопатько. - Перше вид. - Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. - 550 с.
6. «Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника». Сборник статей под редакцией П.П. Мальцева, М., Техносфера, 2006.
7. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. «Наноструктурные материалы», М., Академия, 2005.
8. Андрушин Е.А. «Сила нанотехнологий: наука & бизнес», М., Фонд «Успехи физики», 2007.
9. Кобаяси Н., Введение в Нанотехнологию, изд-во Бином, 2005.
10. Пул Ч., Оуэнс Ф. «Нанотехнологии», М., Техносфера, 2006.
11. Ратнер М., Ратнер Д. «Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи», Изд-во «Вильямс», 2005.
12. Харрис П. «Углеродные нанотрубы и родственные структуры», М., Техносфера, 2003.
13. Таланов В.М., Ерейская Г.П., Юзюк Ю.И. Введение в химию и физику наноструктур и наноструктурированных материалов. М.: Изд. "Академия Естествознания", 2008. -389 с.
14. Смирнов А.Н., Абабков Н.В., Пимонов М.В. Физические основы нанотехнологий. Учебное пособие. - Кемерово, КузГТУ, 2012. - 123 с.
15. Михайлов М.Д., Современные проблемы материаловедения, Нанокompозитные материалы, Учебное пособие. – Санкт-Петербург, СПбГПУ, 2010. – 208 с.
16. Мошников В.А., Спивак Ю.М. Атомно-силовая микроскопия для нанотехнологии и диагностики. Учеб. пособие СПб.: Изд-во СПбГЭТУ ЛЭТИ, 2009, 80 с.
17. Балабанов В.И. Нанотехнологии. Наука будущего. М.: Эксмо, 2009. - 247 с.
18. Третьяков Ю.Д. Нанотехнологии, Азбука для всех. М.: Физматлит, 2008.— 368 с.
19. Марголин В.И. Основы нанотехнологии. Санкт-Петербург, ГЭТУ "ЛЭТИ", 2004. - 310 с.

### **Додаткова література**

1. Э.Г. Раков. Получение тонких углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом на носителе. *Успехи химии*, 2007, Том 76, № 1, Стр. 3-26.
2. Л.А. Дыкман, В.А. Богатырев. Наночастицы золота: получение, функционализация, использование в биохимии и иммунохимии. *Успехи химии*, 2007, Том 76, № 2, стр. 199-213.
3. А.А. Ремпель. Нанотехнологии, свойства и применение наноструктурированных материалов. *Успехи химии*, 2007, Том 76, № 5, Стр. 474-500.



4. Е.А. Левашов, Д.В. Штанский. Многофункциональные наноструктурированные пленки. *Успехи химии*, 2007, Том 76, № 5, Стр. 501-509.
5. В.Е. Боченков, Г.Б. Сергеев. Наноматериалы для сенсоров. *Успехи химии*, 2007, Том 76, № 11, Стр. 1084-1093.
6. И.П. Суздалев. Многофункциональные наноматериалы *Успехи химии*, 2009, Том 78, № 3, Стр. 266-301.
7. Ю.Д. Третьяков, Е.А. Гудилин. Основные направления фундаментальных и ориентированных исследований в области наноматериалов. *Успехи химии*, 2009, Том 78, № 9, Стр. 867-888.
8. А.А. Елисеев, М.В. Харламова, М.В. Чернышева, А.В. Лукашин, Ю.Д. Третьяков, А.С. Кумсков, Н.А. Киселев. Способы получения и свойства одностенных углеродных нанотрубок, заполненных неорганическими соединениями. *Успехи химии*, 2009, Том 78, № 9, Стр. 901-923.
9. Р.А. Андриевский. Наноразмерный карбид кремния: синтез, структура, свойства. *Успехи химии*, 2009, Том 78, № 9, Стр. 889-900.
10. В.К. Иванов, А.Б. Щербаков, А.В. Усатенко. Структурно-чувствительные свойства и биомедицинские применения нанодисперсного диоксида церия. *Успехи химии*, 2009, Том 78, № 9, Стр. 924-941.
11. З.Р. Исмагилов, Л.Т. Цикоза, Н.В. Шикина, В.Ф. Зарытова, В.В. Зиновьев, С.Н. Загребельный. Синтез и стабилизация наноразмерного диоксида титана. *Успехи химии*, 2009, Том 78, № 9, Стр. 942-955.
12. Ю.М. Евдокимов, В.В. Сычев. Принципы создания наноконструкций с использованием молекул нуклеиновых кислот в качестве строительных блоков. *Успехи химии*, 2008, Том 77, № 2, Стр. 194-206.
13. Ю.А. Крутяков, А.А. Кудринский, А.Ю. Оленин, Г.В. Лисичкин. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы. *Успехи химии*, 2008, Том 77, № 3, Стр. 242-269.
14. В.В. Покропивный, А.Л. Ивановский. Новые наноформы углерода и нитрида бора наноразмерных форм изоэлектронного аналога углерода — нитрида бора. *Успехи химии*, 2008, Том 77, № 10, Стр. 899-937.
15. А.В. Волков, Г.А. Корнеева, Г.Ф. Терещенко. Наночистота органических сред: перспективы и области применения. *Успехи химии*, 2008, Том 77, № 11, Стр. 1053-1064.
16. В.П. Толстой. Реакции ионного наслаивания. Применение в нанотехнологии. *Успехи химии*, 2006, Том 75, № 2, Стр. 183-199.
17. И.П. Суздалев, П.И. Суздалев. Дискретность наноструктур и критические размеры нанокластеров. *Успехи химии*, 2006, Том 75, № 8, Стр. 715-752.
18. С.В. Кузнецов, В.В. Осико, Е.А. Ткаченко, П.П. Федоров. Неорганические нанофториды и нанокомпозиты на их основе. *Успехи химии*, 2006, Том 75, № 12, Стр. 1193-1211.
19. С.П. Губин, Ю.А. Кокшаров, Г.Б. Хомутов, Г.Ю. Юрков. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства. *Успехи химии*, 2005, Том 74, № 6, Стр. 539-574.
20. Г.С. Захарова, В.Л. Волков, В.В. Ивановская, А.Л. Ивановский. Нанотрубки и родственные наноструктуры оксидов d-металлов: синтез и моделирование. *Успехи химии*, 2005, Том 74, № 7, Стр. 651-685.
21. Р.А. Андриевский. Наноматериалы на основе тугоплавких карбидов, нитридов и боридов. *Успехи химии*, 2005, Том 74, № 12, Стр. 1163-1175.

22. В.И. Ролдугин. Самоорганизация наночастиц на межфазных поверхностях. *Успехи химии*, 2004, Том 73, № 2, Стр. 123-156.
23. А.Е. Сычев, А.Г. Мержанов. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез наноматериалов. *Успехи химии*, 2004, Том 73, № 2, Стр. 157-170.
24. Л.М. Бронштейн, С.Н. Сидоров, П.М. Валецкий. Наноструктурированные полимерные системы как нанореакторы для формирования наночастиц. *Успехи химии*, 2004, Том 73, № 5, Стр. 542-558.
25. Ю.Д. Третьяков, А.В. Лукашин, А.А. Елисеев. Синтез функциональных нанокомпозитов на основе твердофазных нанореакторов. *Успехи химии*, 2004, Том 73, № 9, Стр. 974-998.
26. А.Л. Бучаченко. Нанохимия - прямой путь к высоким технологиям нового века. *Успехи химии*, 2003, Том 72, № 5, Стр. 419-437.
27. Т.И. Шабатина, Г.Б. Сергеев. Реакции при низких температурах в химии наносистем. *Успехи химии*, 2003, Том 72, № 7, Стр. 643-663.
28. А.Л. Ивановский. Неуглеродные нанотрубки: синтез и моделирование. *Успехи химии*, 2002, Том 71, № 3, Стр. 203-224.
29. Р.А. Андриевский. Термическая стабильность наноматериалов. *Успехи химии*, 2002, Том 71, № 10, Стр. 967-981.
30. А. Мюллер, С. Рой. Нанообъекты на основе оксидов металлов: реакционная способность, строительные блоки для полимерных структур и структурное многообразие. *Успехи химии*, 2002, Том 71, № 12, Стр. 1107-1119.
31. Б.П. Тарасов, Н.Ф. Гольдшлегер, А.П. Моравский. Водородсодержащие углеродные наноструктуры: синтез и свойства. *Успехи химии*, 2001, Том 70, № 2, Стр. 149-166.
32. В.И. Бухтияров, М.Г. Слинько. Металлические наносистемы в катализе. *Успехи химии*, 2001, Том 70, № 2, Стр. 167-181.
33. И.П. Суздаев, П.И. Суздаев. Нанокластеры и нанокластерные системы. Организация, взаимодействие, свойства. *Успехи химии*, 2001, Том 70, № 3, Стр. 203-240.
34. Г.Б. Сергеев. Нанохимия металлов. *Успехи химии*, 2001, Том 70, № 10, Стр. 915-933.
35. Э.Г. Раков. Химия и применение углеродных нанотрубок. *Успехи химии*, 2001, Том 70, № 10, Стр. 934-973.
36. В.И. Трефилов, Д.В. Щур, Б.П. Тарасов, Ю.М. Шульга, А.В. Черногоренко, В.К. Пишук, С.Ю. Загинайченко. Фуллерены – основа материалов будущего. – Киев: ИПМ НАНУ и ИПХФ РАН, 2001. – 148 с.
37. Kroto H.W. C<sub>60</sub>: Buckminster fullerene. The celestial sphere that fell to earth // *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.* 1992. Vol. 31. P. 111-129.
38. Kroto H.W., Heath J.R., O'Brien S.C. et al. C<sub>60</sub>-Buckminsterfullerene // *Nature (London)*. 1985. Vol. 318. P. 162-163.
39. Okino F. and Touhara H. Graphite and fullerene intercalation compounds // *Comprehensive supramolecular chemistry* / Ed. J.L.Atwood, J.E.D.Davies, D.D.MacNicol and F.Vogtle. Oxford: Pergamon, 1996. Vol. 7. P. 25-76.
40. Schwartz H. C<sub>60</sub>-Fullerene - a playground for chemical manipulations on curved surfaces and in cavities // *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.* 1992. Vol. 31. P. 293-298.
41. Diederich F. and Gomez-Lopez M. Supramolecular fullerene chemistry // *Chem. Soc. Rev.* 1999. Vol. 28. P. 263-277.
42. Diederich F. Complexation of neutral molecules by cyclophane hosts // *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.* 1988. Vol. 27. P. 362.

43. Balch A.L., Catalano V.J., Lee J.W., Olmstead M.M. Supramolecular aggregation of an (Ir2-C60) iridium complex involving phenyl chelation of the fullerene // *J. Amer. Chem. Soc.* 1992. Vol. 114. P. 5455.
44. Andersson T., Nilsson K., Sundahl M. et al. C60 embedded in  $\gamma$ -cyclodextrin - a water-soluble fullerene // *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* 1992. P. 604.
45. Atwood J.L., Barbour L.J., Raston C.L., Sudria I.B.N. C<sub>60</sub> and C<sub>70</sub> compounds in the pincerlike jaws of calyx[6]arene // *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.* 1998. Vol. 37. P. 981.
46. Atwood J.L., Koutsantonis G.A., Raston C.L. Purification of C<sub>60</sub> and C<sub>70</sub> by selective complexation with calixarenes // *Nature*. 1994. Vol. 368. P. 229.
47. Suzuki T., Nakashima K., Shinkai S. Very convenient and efficient purification method for fullerene (C-60) with 5,11,17,23,29,35,41,47-octa-tert-butylcalix[8]arene-49,50,51,52,53,54,55,56-octol // *Chem. Lett.* 1994. P. 699.
48. Золотухин И. В. Фуллерит – новая форма углерода. – *Соросовский образовательный журнал* № 2, 1996. – С. 51-56.
49. Udachin K.A., Ripmeester J.A. A complex clathrate hydrate structure showing bimodal guest hydration // *Nature*, 1999. Vol. 397. P. 420.
50. Бочвар Д. А., Гальперн Е. Г. Докл. АН СССР, т.209, № 3, с.610 (1973).
51. Богданов А. А., Дайнигер Д., Дюжев Г. А. Перспективы развития промышленных методов производства фуллеренов. *ЖТФ*. Т. 70. № 5. С. 1-7 (2000).
52. Вуль А. Я. Материалы электронной техники. № 3. С. 4 (1999).
53. Vaughan G. B. M. et al. *Science*, V. 254, P. 1350 (1991).
54. G. V. Andrievsky, M. V. Kosevich, O. M. Vovk, V. S. Shelkovsky, L. A. Vashchenko. On the production of an aqueous colloidal solution of fullerenes. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* 12 (1995) 1281—1282.
55. G. V. Andrievsky, V. K. Klochkov, A. Bordyuh, G. I. Dovbeshko. Comparative analysis of two aqueous-colloidal solutions of C<sub>60</sub> fullerene with help of FT-IR reflectance and UV-VIS spectroscopy. *Chem. Phys. Letters*, 364 (2002) 8-17.
56. John J. Ryan et al. Fullerene Nanomaterials Inhibit the Allergic Response (англ.) // *The Journal of Immunology*. — 2007. — Т. 179. — С. 665-672.
57. Simon H. Friedman et al. Inhibition of the HIV-1 protease by fullerene derivatives: model building studies and experimental verification // *J. Am. Chem. Soc.* — 1993. — Т. 115. — № 15. — С. 6506–6509.
58. Сидоров Л. Н., Иоффе И. Н. Эндоэдральные фуллерены // *Соросовский образовательный журнал*. 2001. Т. 7. № 8. С. 30-36.
59. Hirsch, A.; Brettreich, M. *Fullerenes: Chemistry and Reactions*; WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim, 2005.
60. Борщевский А. Я., Иоффе И. Н., Сидоров Л. Н., Троянов С. И., Юровская М. А. Фуллерены /Нанометр, июнь 2007.
61. Юровская М. А. Методы получения производных фуллеренов // *Соросовский образовательный журнал*. 2000. Т. 6, № 5. С. 26-30.
62. Сидоров Л. Н., Макеев Ю. А. Химия фуллеренов // *Соросовский образовательный журнал*. 2000, № 5, С. 21-25.
63. X. Lu, Z. Chen Curved Pi-Conjugation, Aromaticity, and the Related Chemistry of Small Fullerenes (<C60) and Single-Walled Carbon Nanotubes // *Chemical Reviews*. — 105 (10) С. 3643-3696.
64. Iijima Sumio Direct Observation of the Tetrahedral Bonding in Graphitized Carbon Black by High Resolution Electron Microscopy // *Journal of Crystal Growth*. — 50 (1980) С. 675–683.

65. Nanotechnologies for the Life Sciences Vol. 7 Nanomaterials for Cancer Diagnosis. Edited by Challa S. S. R. Kumar.
66. «Supramolecular Chemistry of Dendrimers» Steven C. Zimmerman, Laurence J. Lawless Department of Chemistry, University of Illinois, 600 South Mathews Ave, Urbana, Illinois 61801, USA
67. Supramolecular Chemistry, Jonathan W. Steed, Jerry L. Atwood; John Wiley & Sons, Ltd, 2000; part 2.
68. «Dendrons, Dendrimers New Materials for Environmental and Science Applications» Rachid Touzani, J. Mater. Environ. Sci. 2 (3) (2011) 201-214
69. Lee J. W., Kim J.H., Kim Byung-Ku. Synthesis of azide-functionalized PAMAM dendrons at the focal point and their application for synthesis of PAMAM-like dendrimers, Tetrahedron Letters, 2006. 47:2683–2686
70. «Dendrimers and nanotubes: a fruitful association», Anne-Marie Caminade and Jean-Pierre Majoral Chem. Soc. Rev., 2010,39, 2034-2047.
71. Bosman A. W.f Janssen H.M., Meijer E. W. About dendrimers: Structure, physical properties and applications // Chem Rev. 1999. Vol. 99. P. 1665-1688.
72. Fischer M. and Vogue F. Dendrimers: FVom design to application // Angew. Chem., Int. Ed. Engl. 1999. Vol. 38. P. 884-905.
73. Jansen J.F.G.A., de Brabander-van den Berg E.M.M., Meijer E. W. Induced chirality of guest molecules encapsulated into a dendritic box // Rec. Trav. chim. Pays Bas. 1995. Vol. 114. P. 225.
74. Dandliker P.J., Diederich F., Gisselbrecht J.-P. et al. Water-soluble dendritic iron porphyrins: Synthetic models of globular heme proteins // Angew. Chem., Int. Ed. Engl. 1995. Vol. 34. P. 2725.
75. Fox M.A. Fundamentals in the design of molecular electronic devices: Long-range charge carrier transport and electronic coupling // Ace. Chem. Res. 1999. Vol. 32. P. 201.
76. [http://www.fda.gov/nanotechnology/powerpoint\\_conversions/chbsa-nanotech-presentation06-05\\_files/textonly/slide10.html](http://www.fda.gov/nanotechnology/powerpoint_conversions/chbsa-nanotech-presentation06-05_files/textonly/slide10.html)
77. <http://www.wag.caltech.edu/gallery/4brdbox.gif>