

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Хімічний факультет

Кафедра хімії високомолекулярних сполук

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Павленко В.О.



« 30 » грудня 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НАНОХІМІЯ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЯ

для студентів

галузі знань **10 Природничі науки**
спеціальність **102 Хімія**
освітній рівень **“магістр”**
освітня програма **Хімія**
вид дисципліни **Обов'язкова**

Форма навчання **денна**
Навчальний рік **2018/2019**
Семестр **II**
Кількість кредитів ECTS **7 кредитів** (II семестр
програми підготовки за ОР «магістр»)
Мова викладання, навчання та оцінювання
українська
Форма заключного контролю **іспит**

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

Пролонговано: на **2019/2020** н.р. І. Савченко « **3** » **04** 20**19** р.
на **2020/2021** н.р. _____ (_____) « _____ » _____ 20__ р.

КИЇВ – 2018

затверджена на засіданні кафедри хімії високомолекулярних сполук
Протокол № 12 від "11" травня 2018 року

Завідувач кафедри І.Савченко (Савченко І.О.)

Схвалено науково - методичною комісією факультету за напрямом підготовки
0401 Природничі науки, спеціальністю 04010101 Хімія

Голова науково-методичної комісії В.М. Амірханов (Амірханов В.М)

Протокол № ..6...від ".30.." 05 2018 року

Голова науково-методичної комісії О.С. Ройк (Ройк О.С.)

« 3 » 04 2019 року

Протокол №від "....." 20__ року

Голова науково-методичної комісії _____ (_____)

« ____ » _____ 20__ року

1. Мета дисципліни – вивчення теоретичних основ нанохімії та нанотехнології, методів одержання наноматеріалів, особливостей їх практичного використання та апаратурне оформлення.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. Знати основні поняття неорганічної хімії, органічної хімії, хімії та фізичної хімії високомолекулярних сполук.
2. Володіти базовими знаннями загальної хімії.
3. Знати основні поняття фізичних методів дослідження та ідентифікації структури сполук.

3. Анотація навчальної дисципліни.

4. Завдання: розвиток теоретичних основ нанохімії та нанотехнології, методів одержання наноматеріалів та областей їх застосування та набуття студентами практичних навичок у визначенні методів одержання конкретного виду наноматеріалу та можливих областей його використання

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
1. Знання				
1.1	1.1. Знати місце нанохімії та нанотехнології в системі хімічних наук	лекції, самостійні	ПтК-2, ПсК	5
1.2	1.2. Знати види наноструктур, класифікацію їх	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10
1.3	1.3. Знати області застосування наноматеріалів	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	15
2. Вміння				
2.1	2.1. Знайти у першоджерелах інформацію про методи одержання наночастинок, наноструктур і їх фізичні та хімічні властивості;	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10

2.2	2.2. Визначати методи одержання конкретного виду наноматеріалу та можливі області його використання	лекції, самостійні	ПтК-1	20
3. Комунікація				
3.1	3.1. Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі нанохімії та нанотехнологій	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5
3.2	3.2. Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	5
4. Автономність та відповідальність				
4.1	4.1. Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати пошуку	практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПсК	10

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):

РНД (код) ПРН	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
Знання Базові методологічні знання та розуміння основ хімії та суміжних галузей знань	+			+						
Здатність розуміти та інтерпретувати основи фізики та математики на рівні, достатньому для використання їх у різних сферах хімії	+			+						
Знання хімічної термінології та номенклатури, спроможність описувати хімічні дані у символічному вигляді	+	+	+	+						
Знання основних типів хімічних реакцій та їх характеристики		+	+							

РНД (код) ПРН	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
Здатність пояснити зв'язок між будовою та властивостями речовин	+	+	+	+						
Знання та розуміння періодичного закону та періодичної системи елементів, здатність описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основ	+	+	+	+						
Знання основних принципів квантової механіки, здатність застосовувати їх для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку	+			+						
Базові знання принципів і процедур фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типового обладнання та приладів				+	+	+			+	+
Знання основ планування та проведення експериментів, методики та техніки приготування розчинів та реагентів				+	+	+			+	+
Знання основних принципів термодинаміки та хімічної кінетики, здатність до їх застосування для рішення практичних задач	+			+						
Здатність описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах		+	+	+	+	+				
Знання основних шляхів синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом		+	+	+	+	+				
Уміння Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї				+			+	+		

РНД (код) ПРН	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей					+	+	+	+	+	+
Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.	+				+	+				
Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.				+			+	+		
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність.							+	+	+	+
Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	+			+						
Використовувати свої знання та розуміння на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.				+			+	+		
Використовувати набуті знання та компетенції з хімії в прикладному полі, базові інженерно-технологічні навички.				+			+	+		
Комунікація Здатність до фахового спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією.				+			+	+	+	+
Вміння коректно використовувати мовні засоби в професійній діяльності залежно від мети спілкування.				+			+	+		

РНД (код) ПРН	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
Вміння відобразити результати своїх наукових досліджень у письмовому вигляді.				+		+	+	+	+	+
Здатність до презентації результатів своїх досліджень.				+			+	+		
Здатність працювати в міждисциплінарній команді, мати навички міжособистісної взаємодії.				+	+	+	+	+	+	+
Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.				+		+	+	+	+	+
Автономія та відповідальність Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища.	+								+	+
Здатність діяти соціально відповідально та громадянсько свідомо на основі етичних міркувань.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Здатність вчитись самостійно та самовдосконалюватися, нести відповідальність за власні судження та результати.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Здатність приймати обґрунтовані рішення та рухатися до спільної мети.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання

- 1.1. колоквіум;
- 1.2. активність під час практичного заняття та оформлення результатів літературного пошуку;
- 1.3. виконання домашньої самостійної роботи;
- 1.4. написання модульної контрольної роботи.

- підсумкове оцінювання

іспит.

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

	ЗМ1		ЗМ2		ЗМ3	
	<i>Min. – 10 балів</i>	<i>Max. – 20 балів</i>	<i>Min. – 10 балів</i>	<i>Max. – 20 балів</i>	<i>Min. – 10 балів</i>	<i>Max. – 20 балів</i>
Усна відповідь	1	2	1	2	1	2
Доповнення	1	1	1	1	1	1
Самостійна робота	1	2	1	2	1	2
...						
Модульна контрольна робота 1	7	15				
Модульна контрольна робота 2			7	15		
Модульна контрольна робота 3					7	15

Для студентів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум – 30 балів* для одержання іспиту обов'язково (*слід зазначити умови, які висуває лектор*).

У випадку відсутності студента 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.

При простому розрахунку отримаємо:

	Змістовий модуль1	Змістовий модуль2	Змістовий модуль3	іспит / залік	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	10	10	10	30	60
Максимум	20	20	20	40	100

До іспиту може бути допущений студент, який виконав усі обов'язкові види робіт, які передбачаються навчальним планом з дисципліни "Нанохімія та нанотехнологія" (а саме: виконання зазначених у програмі домашніх самостійних робіт, написання модульних контрольних робіт, складання колоквиумів), і при цьому за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі отримав за змістовні модулі сумарну оцінку в балах не менше 30 балів (критично розрахунковий мінімум при формі підсумкового контролю – іспит).

Для студентів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум* для заліку або *критично-розрахунковий мінімум* для допуску до іспиту допускається написання реферату за темами доповіді чи самостійної роботи, за які отримана незадовільна оцінка, або перескладання колоквиуму чи МКР, за які отримана незадовільна оцінка, з дозволу деканату (за

наявності поважної причини, що не дозволила вчасно та якісно підготуватися до доповіді / колоквіуму / МКР).

У випадку відсутності студента 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.

7.3. Шкала відповідності оцінок

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою	
90 – 100	5	відмінно / excellent
85 – 89	4	добре / good
75 – 84		
65 – 74	3	задовільно / satisfactory
60 – 64		
0 – 59	2	не задовільно / fail

**8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ**

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	семінари	С/Р
Змістовий модуль 1 Вступ до нанохімії та нанотехнології				
1	Тема 1 Історія предмету. Поняття «нано».	4	8	10
2	Тема 2. Інструменти і методи наносвіту.	4		15
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>		2	
Змістовий модуль 2 Наноматеріали, методи синтезу та дослідження				
3	Тема 3. Графен, вуглецеві і неуглецеві нанотрубки	10	10	10
4	Тема 4. Оксидні нанотрубки. Органічні наночастинки. Наночастинки срібла та золота.	10		10
5	Тема 5. Фулерени. Дендримери. Нанопроволоки.	10		15
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>		2	
Змістовий модуль 3 Наноматеріали. Области їх застосування.				
6	Тема 6. Наноматеріали і нанотехнології.	10	10	15
7	Тема 7. Нанокompозити.	10		15
8	Тема 8. Деякі області застосування нанотехнологій.	10		15
	<i>Модульна контрольна робота 3</i>		2	
	<i>Підсумкова модульна контрольна робота</i>			
	ВСЬОГО	60	15	

Загальний обсяг 210 год.¹, в тому числі:

Лекцій – **60 год.**

Практичні заняття – **15 год.**

Самостійна робота – **135 год.**

¹ 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. Афтанділянц, Є. Г. Наноматеріалознавство: підручник / Є. Г. Афтанділянц, 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. Андрюшин 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. Суздаев. 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. Цикоца, 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. Суздаев, П.И. Суздаев. 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 нанопториды и наноккомпозиты 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 наноккомпозитов 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. C₆₀: 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. C₆₀-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. C₆₀-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 (II2-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 γ -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. C₆₀ and C₇₀ 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 C₆₀ and C₇₀ 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 C₆₀ 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. Эндоедральные 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 // *Acc. Chem. Res.* 1999. Vol. 32. P. 201.
76. http://www.fda.gov/nanotechnology/powerpoint_conversions/chbsa-nanotech-presentation06-05_files/textonly/slide10.html
77. <http://www.wag.caltech.edu/gallery/4brdbox.gif>