

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

**«ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ»**

(назва навчальної дисципліни)

**ПРОГРАМА**

**навчальної дисципліни**

**підготовки**

**спеціаліста**

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

**галузі знань 0401 Природничі науки**

(шифр і назва галузі знань)

**спеціальності**

**7.04010101 – Хімія**

(шифр і назва напрямку)

(шифр за ОПП \_\_\_\_\_)

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Черкаським національним університет імені Богдана Хмельницького  
(повне найменування вищого навчального закладу)

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Бондарчук Сергій Вікторович, викладач кафедри  
якості, стандартизації та органічної хімії

(ініціали, прізвище, науковий ступінь, учене звання, посада)

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Мінаєва Валентина Олександрівна, кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії  
Черкаського національного університету ім. Б.  
Хмельницького

Ящук Людмила Борисівна, кандидат хімічних наук, доцент кафедри екології  
Черкаського Державного технологічного університету

(ініціали, прізвище, науковий ступінь, учене звання, посада)

Обговорено та рекомендовано до затвердження Вченою радою Навчально-  
наукового інституту природничих наук

(назва інституту / факультету)

«    »                    20   року, протокол № \_\_\_\_\_

Затверджено Вченою радою Черкаського національного університету імені  
Богдана Хмельницького

«    »                    20   року, протокол № \_\_\_\_\_

БК

УДК

## ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Теоретичні основи органічної хімії» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра  
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності: 7.04010101 – Хімія.  
(шифр і назва)

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є фізико-хімічні основи реакційної здатності органічних сполук, методи вивчення механізмів органічних реакцій та структури органічних речовин. Залежності між будовою та реакційною здатністю з точки зору сучасних теоретичних методів вивчення, зокрема елементів квантової хімії.

### Міждисциплінарні зв'язки:

#### Органічна хімія:

1. Всі теми (в об'ємі програми університетського курсу);

#### Фізична хімія:

2. хімічна кінетика;
3. термодинаміка оборотних та необоротних процесів;
4. електрохімія водних та неводних розчинів;
5. каталіз (ензими);
6. кислотно-основний та окисно-відновний каталіз;
7. елементи статистичної термодинаміки (в об'ємі програми університетського курсу).

#### Квантова хімія

1. Природа хімічного зв'язку;
2. теорія молекулярних орбіталей;
3. теорія молекулярних орбіталей Хюккеля;
4. метод валентних зв'язків;
5. теорія збурень;
6. теорія граничних орбіталей;
7. поняття про симетрію точкових груп (в об'ємі програми університетського курсу).

#### Фізичні методи дослідження органічних речовин

1. Коливальна ІЧ- та КР-спектроскопія;
2. електронна спектроскопія;
3. симетрія переходів, правила відбору;
4. спектроскопія ядерного магнітного резонансу;
5. поняття про хімічний зсув;
6. спектроскопія електронного парамагнітного резонансу;
7. месбауерівська спектроскопія (в об'ємі програми університетського курсу).

## 1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Теоретичні основи органічної хімії» є:** розгляд питання хімічного зв'язку, просторової та електронної будови органічних речовин, а також питань, що стосуються проблеми будови і властивостей реакціоздатних частинок (таких як карбокатиони, карбаніони, вільні радикали, карбени та ін.), кислот і основ. Основою, на якій побудовано курс, є теорія хімічної будови і взаємного впливу атомів, а також теорія перехідного стану, які в даний час не втратили актуальності і найширше використовуються хіміками-органіками, що спеціалізуються в області фізичної органічної хімії.

Одним з найважливіших завдань курсу є вивчення можливостей квантово-хімічної теорії реакційної здатності, і в першу чергу методу збурень молекулярних орбіталей при інтерпретації

механізмів реакцій і реакційної здатності органічних сполук, а також на більш високому рівні розуміння зв'язку сучасних теорій будови речовини з класичними уявленнями якісної електронної теорії в органічній хімії.

Кінцевою метою даного спецкурсу є формування глибокого розуміння загальних закономірностей, що зв'язують будову органічних сполук з їх реакційною здатністю і уміння прогнозувати зміни в механізмі і в основному напрямі реакції навіть при невеликих змінах в будові реагуючих сполук і умов реакції. Викладання «Теоретичних основ органічної хімії» в університеті повинно забезпечити підготовку висококваліфікованих фахівців у сфері органічної хімії для науково-дослідницьких установ, лабораторій та хімічних виробництв.

### **1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Теоретичні основи органічної хімії» є:**

1. ознайомити студентів з найважливішими теоретичними концепціями будови та реакційної здатності органічних сполук;
2. розгляд механізмів органічних реакцій;
3. дослідження природи проміжних частинок (інтермедіатів) та методів їх вивчення.
4. навчання практичним умінням і навикам;
5. розвиток пізнавальних інтересів і творчих здібностей студентів;
6. формування знань про зв'язок теоретичних основ органічної хімії зі сферами діяльності суспільства та розвитком науки і техніки в цілому.

### **1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:**

#### **знати:**

1. хімічні зв'язки в органічних сполуках і їх природу;
2. взаємний вплив атомів в молекулах органічних речовин і вміти використовувати його при розгляді хімічних властивостей органічних сполук;
3. кислотно-основні властивості органічних сполук;
4. механізми реакцій заміщення в аліфатичному ряду, в ароматичному ряду, гетероциклічному ряду;
5. механізми реакцій відщеплення;
6. механізми реакцій приєднання до  $>C=C<$ ,  $>C=O-$  та  $>C=N-$  зв'язків;
7. ізомерні перетворення і молекулярні перегрупування з участю органічних сполук;
8. особливості протікання реакцій з проміжним утворенням вільних радикалів.

#### **вміти:**

1. визначати природу хімічних зв'язків в органічних сполуках;
2. пояснювати взаємний вплив атомів у молекулах і вміло користуватись ним при розгляді хімічних властивостей хімічних сполук;
3. характеризувати кислотно-основні властивості органічних сполук;
4. встановлювати механізми реакцій з участю органічних речовин;
5. записувати ізомерні перетворення і молекулярні перегрупування з участю органічних речовин;

На вивчення навчальної дисципліни «Теоретичні основи органічної хімії» відводиться 108 годин / 3 кредити ЄКТС: 1 семестр – у тому числі лекції – 16 години, лабораторні заняття – 14 годин, самостійна робота 78 години, індивідуальна робота – 0 год.

## **2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. БУДОВА ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК**

#### **ТЕМА 1. Хімічні зв'язки в органічних сполуках**

1. Типи хімічних зв'язків.
2. Характерні властивості ковалентних зв'язків.
3. Сполуки з аномальним напрямком дипольних моментів.
4. Будова ароматичних сполук.
5. Поняття пор небензоїдні ароматичні сполуки.

## **ТЕМА 2. Уявлення про взаємний вплив атомів у молекулах з точки зору електронної теорії**

1. Індукційний вплив.
2. Ефект поля.
3. Ефект спряження.
4. Ефекти надспряження і зворотного надспряження.
5. Загальне уявлення про кореляційне рівняння Гаммета.

## **ТЕМА 3. Кислотно-основні властивості органічних сполук**

1. Загальні уявлення про кислотно-основні властивості органічних сполук.
2. Брендстедівська кислотність і основність органічних сполук.
3. Концепція жорстких і м'яких кислот і основ.
4. Донорно-акцепторні комплекси.

## **ТЕМА 4. Карбкатиони**

1. Дисоціація органічних сполук на іони.
2. Методи генерування карбкатионів.
3. Методи реєстрації карбкатионів у розчинах.
4. Вплив структурних факторів на стабільність карбкатионів і закономірності делокалізації в них позитивного заряду.
5. Кількісна оцінка впливу замісників на стабільність карбкатионів.
6. Некласичні карбкатиони з двома  $\sigma$ -зв'язками біля  $C^+$ -атома.

## **ТЕМА 5. Карбаніони.**

1. Методи генерування карбаніонів.
2. Вплив структурних факторів на стабільність карбаніонів.
3. Методи кількісної оцінки впливу замісників на стабільність карбаніонів.
4. Стереохімія процесів, які протікають з проміжним утворенням карбаніонів.

## **ТЕМА 6. Вільні радикали.**

1. Методи реєстрації вільних радикалів.
2. Типи вільних радикалів, їх структура і розподіл у них електронної густини.
3. Стабільність вільних радикалів.
4. Добування вільних радикалів з трьохвалентним вуглецем.
5. Метилкетили.
6. Добування вільних радикалів з двохвалентним азотом.
7. Вільні радикали з одновалентним киснем.
8. Вільні радикали з «чотирьохвалентним» азотом.
9. Добування вільних радикалів термічним розкладанням органічних сполук, розкладанням металоорганічних сполук, піролізом органічних сполук, термічним розкладанням азо- і діазосполук, фотохімічним розкладанням органічних сполук, дією металів на галагенопохідні.
10. Реакційна здатність вільних радикалів.
11. Вплив структурних факторів на стабільність вільних радикалів.
12. Просторова конфігурація атомів вуглецю, який має один неспарений електрон.
13. Карбени.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. МЕХАНІЗМИ ОРГАНІЧНИХ РЕАКЦІЙ

### ТЕМА 7. Механізми органічних реакцій.

1. Класифікація реакцій за їх механізмами.
2. Методи встановлення механізмів реакцій.
3. Теорія перехідного стану.
4. Термодинамічний і кінетичний контроль складу продуктів реакції.
5. Принцип Белла-Еванса-Поляні.
6. Постулат Хеммонда.

### ТЕМА 8. Розчинники і їх роль в хімічних процесах.

1. Уявлення про міжмолекулярну взаємодію в розчинах.
2. Типи міжмолекулярних взаємодій в розчинах.
3. Фізичні константи розчинників та їх класифікація.
4. Роль розчинників в хімічних процесах.
5. Кількісні параметри полярності розчинників.

### ТЕМА 9. Кількісний розгляд реакційної здатності органічних сполук.

1. Співвідношення лінійних енергій.
2. Використання кореляційних рівнянь для вивчення механізмів реакцій.
3. Метод збурювання молекулярних орбіталей.
4. Донорно-акцепторна взаємодія.
5. Метод граничних орбіталей.

### ТЕМА 10. Механізм реакцій заміщення в аліфатичному ряду.

1. Стеричні перегрупування.
2. Залежність між будовою молекул і швидкістю реакцій заміщення.
3. Вплив сусідніх груп на швидкість реакцій заміщення.
4. Реакції нуклеофільного заміщення  $S_N1$ :
  - 4.1. кінетика,
  - 4.2. електронні фактори,
  - 4.3. стеричні фактори,
  - 4.4. участь сусідніх груп,
  - 4.5. природа розчинника,
  - 4.6. вибірковість реакцій,
  - 4.7. взаємодія карбокатиону з нуклеофілом.

### ТЕМА 11. Дисоціативні нуклеофільні процеси. Мономолекулярне нуклеофільне заміщення.

1. Співвідношення швидкостей реакцій  $S_N1$  і  $E_1$ .
2. Іоннопарний механізм реакцій  $S_N1$  і  $E_1$ .
3. Механізм  $E_2$ .
4. Стеричні перегрупування при реакціях відщеплення.
5. Кінетичні дослідження реакцій відщеплення.

### ТЕМА 12. Бімолекулярне нуклеофільне заміщення $S_N2$ .

1. Вплив субстрату,
2. стеричні фактори,
3. електронні ефекти замісників у субстраті,
4. природа відхідної групи,

5. роль нуклеофілу,
6. стеричні і електронні фактори,
7. вплив розчинника.
8. Реакційна здатність амбідентних нуклеофілів.
9. Правило Конблюма.
10. Конкуренція моно- і бімолекулярного заміщення.
11. Механізми реакцій сольволізу.

### ТЕМА 13. Реакції нуклеофільного відщеплення.

1. Карбаніонний механізм реакцій відщеплення.
2. Відмінність між карбаніонним і синхронним механізмами.
3. Бімолекулярний механізм відщеплення і вплив структури реагентів на цей механізм.
4. Селективність в реакціях бімолекулярного відщеплення.
5. Правило Зайцева і Гофмана.
6. Стереохімія бімолекулярного заміщення і відщеплення.

### ТЕМА 14. Реакції електрофільного заміщення в ароматичному ряду.

1. Характер електрофільного реагенту.
2. Механізм реакцій електрофільного ароматичного заміщення.
3. Роль проміжних комплексів.
4. Орієнтація в реакціях електрофільного заміщення.
5. Вплив будови субстрату на швидкість і вибірковість процесу.
6. Вплив замісників на відносну кількість *орто*- і *пара*-ізомерів.

### ТЕМА 15. Реакції нуклеофільного заміщення в ароматичному ряду.

1. Мономолекулярне заміщення.
2. Двостадійний механізм реакцій нуклеофільного заміщення.
3. Комплекси Мейзенгеймера.
4. Вплив будови реагентів і природи нуклеофілу на швидкість заміщення.
5. Нуклеофільне заміщення в неактивованих системах.
6. Механізм реакцій заміщення водню в піридині ( $S_E$  і  $S_N$ ).
7. Механізм заміщення водню в фурані, піролі і тіофені.

### ТЕМА 16. Реакції заміщення в гетероциклічному ряду.

1. Механізм заміщення атомів водню в піридині  $S_E$ .
2. Механізм заміщення атомів водню в піридині  $S_N$ .
3. Механізм заміщення атомів водню в фурані, тіофені, піролі.

### ТЕМА 17. Реакції електрофільного приєднання до кратних зв'язків.

1. Реакції електрофільного приєднання до ізольованих  $>C=C<$  зв'язків.
2. Вплив груп, що знаходяться біля подвійного зв'язку, на швидкість реакцій приєднання. Просторове протікання реакцій приєднання.
3. Механізм реакцій приєднання до  $>C=C<$  зв'язків з точки зору електронних уявлень. Аномальні реакції приєднання.
4. Аномальна взаємодія хлору з ненасиченими сполуками.
5. Реакції нуклеофільного приєднання до ізольованих  $>C=C<$  зв'язків.

### ТЕМА 18. Реакції нуклеофільного приєднання до кратних зв'язків Карбон-Оксиген і Карбон-Нітроген.

1. Механізми приєднання, що проходять з участю групи  $>C=O$ .
2. Взаємодія альдегідів і кетонів з різними реагентами.
3. Роль кислотно-основного каталізу в реакціях  $A_N$ .

4. Реакції конденсації карбонільних сполук та їх механізм.
5. Утворення складних ефірів. Механізми цих реакцій.
6. Залежність механізму гідролізу в похідних карбонових кислот від їх будови і умов проведення реакції.

#### **ТЕМА 19. Механізми реакцій приєднання до спряжених подвійних зв'язків.**

1. Реакції приєднання до спряжених  $>C=C<$  зв'язків.
2. Реакції приєднання до  $>C=C<$  зв'язку, спряженого з кратними зв'язками  $>C=O$  і  $-C\equiv N$ .

#### **ТЕМА 20. Механізми реакцій приєднання до оксидного циклу в епоксисполуках.**

1. Будова і властивості оксиду етилену.
2. Вплив замісників на реакції  $\alpha$ -оксидів.
3. Механізми реакцій приєднання до  $\alpha$ -оксидного циклу.

#### **ТЕМА 21. Синхронні гомолітичні процеси. Реакції вільнорадикального заміщення в аліфатичному ряду.**

1. Загальні закономірності протікання реакцій вільнорадикального заміщення.
2. Селективність вільнорадикальних реакцій.
3. Фактори, що впливають на реакційну здатність органічних сполук в реакціях вільнорадикального відриву атома водню.
  - 3.1. Тепловий ефект і природа радикалу.
  - 3.2. Полярні впливи в реакціях вільнорадикального заміщення.
  - 3.3. Роль стеричних факторів в реакціях вільнорадикального заміщення.
  - 3.4. Стереохімія реакцій.
4. Роль сольваційних ефектів в реакціях вільнорадикального заміщення.
5. Встановлення механізму передачі ланцюга.

#### **ТЕМА 22. Реакції вільнорадикального приєднання.**

1. Зворотність вільнорадикального приєднання.
2. Вплив структури субстрату на напрямок і швидкість приєднання.
3. Стереохімія вільнорадикального приєднання.
4. Реакції гомолітичного заміщення в ароматичному ряду.

#### **ТЕМА 23. Узгоджені процеси. Реакції циклоприєднання.**

1. Можливі механізми реакцій Дільса-Альдера.
2. Кінетичні і стереохімічні закономірності реакції.
3. Механізм реакцій Дільса-Альдера: молекулярно-орбітальний розгляд.

### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. МОЛЕКУЛЯРНІ ПЕРЕГРУПУВАННЯ**

#### **ТЕМА 24. Ізомерні перетворення і молекулярні перегрупування.**

1. Таутомерні і ізомерні перетворення.
2. Взаємні перетворення таутомерних сполук.
3. Фізико-хімічне вивчення таутомерних систем.
4. Ізомерні перетворення в процесі хімічних реакцій.
5. Внутрішньомолекулярні перегрупування в реакційному комплексі.

#### **ТЕМА 25. Прототропні ізомерні перетворення ненасичених сполук.**

1. Ізомерні перетворення сполук з подвійним зв'язком.
2. Ізомерні перетворення ацетиленових і алєнових вуглеводнів.
3. Механізми прототропних ізомерних перетворень ненасичених сполук.



**ТЕМА 26. Таутомерні прототропні перетворення.**

1. Кето-енольна таутомерія.
2. Механізм взаємного перетворення кето- і енольної форми.
3. Вплив різних факторів на склад енольної суміші.
4. Вплив структурних факторів на константу кето-енольної рівноваги.
5. Ендиольне угруповання.

**ТЕМА 27. Таутомерія азотовмісних органічних речовин.**

1. Нітро-ізонітро-таутомерія.
2. Нітросо-ізотрозо-таутомерія.
3. Амідно-імідольна-таутомерія.
4. Таутомерія гідразонів альдегідів і кетонів.

**ТЕМА 28. Ізомерні перетворення галогенопохідних насиченого і аліциклического ряду.**

1. Молекулярні перегруповання в процесах добування галогенопохідних насиченого і аліциклического ряду і перетворення в сполуки інших класів.
2. Ізомерні перетворення бромпохідних насиченого ряду.
3. Молекулярні перегруповання при добуванні галогенопохідних насиченого ряду.
4. Ізомерні перетворення і молекулярні перегруповання в аліциклическому ряду.
5. Перегрупування Вагнера.
6. Електронні уявлення про механізм перегруповань галогенопохідних і спиртів при реакціях заміщення.
7. Перегрупування Наметкіна.
8. Перегрупування Ельтекова.

**ТЕМА 29. Амінотропні алільні і ацетилен-алільні перегруповання.**

1. Ізомерні перетворення галогенопохідних спиртів і ефірів алільного типу.
2. Механізм алільних і ацетилен-аленових перегруповань.
3. Реакції алільних і ацетилен-аленових перегруповань.
4. Реакції ізомерних алільних галогенопохідних з металами і металоорганічними сполуками.
5. Алільні перегруповання як проміжні стадії хімічних процесів.

**ТЕМА 30. Молекулярні перегруповання при реакціях відщеплення води або галогеноводнів.**

1. Молекулярні перегруповання при відщепленні води від спиртів або галогеноводнів від галогенопохідних. Механізм перегруповань.
2. Молекулярні перегруповання при дії на  $\alpha$ -гліколі сильних кислот.
3. Напрямок перегруповань при наявності в молекулі різних замісників.
4. Вплив умов на напрямок перетворень  $\alpha$ -гліколів в кислому середовищі.
5. Механізм ізомерних перетворень карбонільних сполук.

**ТЕМА 31. Молекулярні перегруповання при реакціях приєднання до подвійних зв'язків.**

1. Молекулярні перегруповання при реакціях приєднання до  $>C=C<$  зв'язків.
2. Кислотні перетворення моно- і дигалогенкетонів (перегрупування Фаворського).
3. Кислотні перегруповання  $\alpha$ -гідроксиальдегідів.
4. Кислотні перегруповання  $\alpha$ -дикетонів.

**ТЕМА 32. Ізомерні перетворення як наслідок внутрішньомолекулярних реакцій приєднання.**

1. Кільчасто-ланцюгова таутомерія гідроксикарбонових сполук (оксициклотаутомерія, кетоло-лактольна таутомерія).

2.  $\alpha$ -Спиртоокси́ди як проміжні продукти при хімічних процесах.
3. Кільчасто-ланцюгова таутомерія альдегідо- і кетокислот (кето-лактольна таутомерія).
4. Кільчасто-ланцюгова рівноважна ізомерія ненасичених кислот і ненасичених спиртів.
5. Ізомерні перетворення ненасичених кислот в лактони гідроксикислот.
6. Ізомерні перетворення ненасичених спиртів і амінів в гетероциклічні сполуки.
7. Перегрупування складних ефірів багатоатомних спиртів, багатотомних фенолів і ациламінофенолів.
8. Перегрупування Кляйзена.

#### **ТЕМА 33. Перегрупування сполук тривалентного фосфору.**

1. Перегрупування сполук тривалентного фосфору в сполуки, які містять п'ятивалентний фосфор.
2. Діадна таутомерія.

#### **ТЕМА 34. Перегрупування азотовмісних органічних сполук.**

1. Перегрупування при дії азотистої кислоти на аміни.
2. Бензидинові перегрупування.

#### **ТЕМА 35. Протікання хімічних реакцій з проміжним утворенням вільних радикалів.**

1. Ізомеризація вільних радикалів під час хімічних процесів.
2. Методи виявлення вільних радикалів при хімічних процесах.
3. Залежність механізму реакцій від їх проведення.
4. Реакції радикального заміщення в аліфатичному ряду.
5. Реакції галогенування.
6. Нітрування насичених і жирно-ароматичних вуглеводнів.
7. Реакції радикального заміщення в ароматичному ряду: нітрування, ацилювання ароматичних сполук.
8. Реакції радикального відщеплення.
9. Реакції радикального приєднання.
10. Приєднання галогенів, галогеноводнів, галогенопохідних метану, спиртів, полімеризація, олефінів.
11. Приєднання карбенів.
12. Діазометод синтезу органічних сполук.

#### **ТЕМА 36. Реакції окиснення.**

1. Окиснення органічних сполук сполуками Хрому (VI).
2. Механізм окиснення С–Н зв'язків.
3. Механізм окиснення спиртів.
4. Механізм окиснення альдегідів.
5. Механізм окиснення  $\alpha$ -гліколів.
6. Окиснення хромовим ангідридом ненасичених сполук.

### **3. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

#### **Базова**

1. Ким А.М. Органическая химия : учебное пособие / А.М. Ким. – Новосибирск. : СУИ, 2002. – 951 с.
2. Грандберг И.И. Органическая химия : учебное пособие / И.И. Грандберг. – М. : Дрофа, 2001. – 672 с.
3. Ластухін Ю.О. Органічна хімія : підр. для вищ. навч. закладів / Ю.О. Ластухін, С.А. Воронов. – Львів. : Центр Європи, 2006. – 864 с.

4. Днепровский А.С. Теоретические основы органической химии : учебник для вузов / А.С. Днепровский, Т.И. Темникова. – Л.: Химия, 1991. – 558 с;
5. Темникова Т. И. Курс теоретических основ органической химии : учебное пособие / Т. И. Темникова. – Л. : Госхимиздат, 1962. – 748 с;
6. Пальм В.А. Введение в теоретическую органическую химию : учебное пособие для университетов / В.А. Пальм. – М. : Высшая школа, 1974. – 560 с;
7. Реутов О.А. Теоретические основы органической химии : учебник / О.А. Реутов. – М. : Изд. МГУ, 1964. – 378 с.

### Допоміжна

1. Яновская Л. А. Современные теоретические основы органической химии : учебное пособие / Л. А. Яновская. – М. : Химия, 1978. – 572 с.
2. Ингольд К. Теоретические основы органической химии : учебное пособие / К. Ингольд. – М. : Мир, 1973. – 1054 с.

### Інформаційні ресурси

Комп'ютерні програми, що встановлені на комп'ютерах у комп'ютерному класі:

1. HyperChem.
2. Gaussian.
3. Firefly.
4. Orca.
5. GaussView
6. ChemCraft

## 4. ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

Залік.

## 5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

1. Індивідуальне опитування біля дошки;
2. фронтальне опитування;
3. поточні та модульні контрольні роботи;
4. розв'язування задач;
5. захист рефератів.

### Критерії та система оцінювання знань, умінь і навичок студентів

Оцінку **«відмінно»** заслуговує студент (студентка), який (яка) виявив (виявила) всебічні, системні й глибокі знання навчального матеріалу і вміння вільно виконувати передбачені програмою завдання, ознайомлений (ознайомлена) з основною і додатковою літературою.

Оцінку **«добре»** заслуговує студент (студентка), який (яка) виявив (виявила) повне знання навчального матеріалу, успішно виконав (виконала) передбачені програмою завдання, засвоїв (засвоїла) рекомендовану основну літературу. Одночасно вони допустили певні неточності, пропуски, помилки, які зумовили некоректність окремих результатів та висновків.

Оцінку **«задовільно»** заслуговує студент, який виявив знання основного навчального матеріалу в обсязі, потрібному для подальшого навчання і майбутньої роботи за професією, частково впорався з виконанням передбачених програмою завдань, ознайомлений із частиною рекомендованої основної літератури. Зазвичай, оцінка «задовільно» виставляється студентам, які допустили суттєві помилки в усних відповідях та при виконанні завдань контрольних робіт, мали серйозні труднощі у спробах усунути ці помилки самостійно.

Оцінка «*незадовільно*» виставляється студентові, який виявив значні прогалини в знаннях основного навчального матеріалу, допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань, незнайомий з основною літературою. Як правило, «незадовільна» оцінка виставляється студентам, у яких відсутні знання базових положень або їх недостатньо для продовження навчання чи початку професійної діяльності.

Автор

\_\_\_\_\_

(С. В. Бондарчук)