

**Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини**  
(повне найменування вищого навчального закладу)

**Кафедра хімії, екології та методики їх навчання**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Завідувач кафедри  
хімії, екології та  
методики їх навчання



Совгіра С. В.

“ 28 ” серпня 2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ФП1.2.17 ОРГАНІЧНИЙ СИНТЕЗ**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Спеціальність	<b>014.06 Середня освіта (Хімія)</b>
Освітня програма	<b>Середня освіта (Хімія)</b>
Освітній ступінь	<b>бакалавр</b>
Факультет	<b>природничо-географічний</b>

2019 – 2020 навчальний рік

Робоча програма Органічний синтез для студентів зі спеціальності: 014.06 Середня освіта (Хімія), освітнього ступеня: бакалавр


Розробники: — Задорожна Олена Михайлівна старший викладач, кандидат педагогічних наук

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри хімії, екології та методики їх навчання

Протокол від “ 28 ” 08 2019 року № 1

Завідувач кафедри кафедра хімії, екології та методики їх навчання

  
\_\_\_\_\_ (Совгіра С.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні науково-методичної комісії природничо-географічного факультету/інституту протокол № 1 від “29” серпня 2019 року

Голова науково-методичної комісії природничо-географічного факультету

  
\_\_\_\_\_ (Грабовська С.Л.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

© \_\_\_\_\_, 2019\_ рік

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань <u>01 Освіта/Педагогіка</u> (шифр і назва)	Обов'язкова	
	Спеціальність <u>014.06 Середня освіта</u> <u>Хімія</u> (шифр і назва)		
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		4-й	-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>реферат</u> (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 90		8-й	-й
Тижневих годин для денної форми навчання: 2 аудиторних – 46 год. самостійної роботи студента – 44 год.	Освітній ступінь: <u>бакалавр</u>	Лекції	
		22 год.	год.
		Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		24 год.	год.
		Самостійна робота	
		30 год.	год.
		Індивідуальні завдання:	
14 год.	год.		
Вид контролю:			
Залік			

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить ( 51%/ 49%) для денної форми навчання.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

### Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «**Органічний синтез**» є сформулювати чіткі уявлення щодо стратегії і тактики сучасного органічного синтезу, теоретичних основ органічної хімії та принципів використання фізичних методів дослідження у органічній хімії і суміжних дисциплінах; навчити виявляти відповідність між структурою речовини, її фізико-хімічними властивостями, реакційною здатністю та методами її синтезу; Надати теоретичні знання та навички складних хімічних експериментів під час препаративного синтезу органічних речовин та одержання цільових матеріалів.

Основними завданнями вивчення дисципліни «**Органічний синтез**» є поглиблене вивчення теоретичних основ, специфічних прийомів синтетичної органічної хімії для комплексного їх використання під час одержання органічних речовин різних класів, які реально використовуються в найрізноманітніших сферах діяльності людей, формування практичних навичок і вмій для планування і проведення складних хімічних експериментів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми «Середня освіта Хімія» студенти повинні володіти **компетентностями**:

**ФК 12.** Здатність формувати в учнів предметні (спеціальні) уміння.

### Очікувані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні

**Знати:** сучасні уявлення та концепції будови органічних сполук, основні типи механізмів хімічних реакцій; зв'язок електронної та просторової будови органічних сполук з їх реакційною здатністю і фізико-хімічними властивостями; основні засади створення цільових матеріалів на основі органічних речовин; методи цілеспрямованого одержання і перетворення функціональних груп;

**вміти:** використовувати методи та прийоми тонкого органічного синтезу; проводити ресинтези та вміти адаптувати методики синтезу до конкретних умов проведення синтезу та наявності реактивів; планувати і проводити функціоналізацію органічних сполук та використовувати особливі методи в препаративній органічній хімії (одержання і перетворення функціональних груп; методи ведення захисних груп, електрохімічні методи перетворення органічних сполук, хемо-, та регіо- стереоселективні реакції, краун-етери в органічному синтезі, синтез органічних барвників, люмінофорів, аналогів природних сполук, біологічно активних речовин).

### Програмні результати навчання:

**ПРН 12.** Знає методи хімічного та фізико-хімічного аналізу, синтезу хімічних речовин, у т.ч. лабораторні та промислові способи одержання важливих хімічних сполук.

**ПРН 23.** Здатний виконувати хімічний експеримент як засіб навчання та для дослідження хімічних явищ.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ I. СИНТЕЗ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН**

##### **Тема 1. Добування чистих органічних речовин.**

Основні операції в органічному синтезі. Перемішування, нагрівання, охолодження, розчинення та концентрування розчинів, висушування.

Перегонка при атмосферному тиску і в вакуумі. Проста дробна перегонка. Ректифікація. Перегонка з водяною парою. Кристалізація. Сублімація. Екстрагування. Визначення деяких констант органічних речовин (температури плавлення, кипіння, густини).

##### **Тема 2. Реакція галогенування.**

Реакція галогенування. Заміщення спиртового гідроксилу на гідроген. Заміщення гідроксилу карбоксильної групи на гідроген. Заміщення одного або кількох атомів гідрогену на галоген.

**Тема 3. Реакції нітрування.** Заміщення спиртового гідроксилу на нітрогрупу. Нітропарафіни. Нітропохідні парафінів.

**Тема 4. Реакції сульфонування.** Введення в молекулу органічної сполуки сульфогрупи.

#### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ II. СИНТЕЗ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН**

**Тема 5. Реакції ацилювання.** Введення ацилу замість атома Гідрогену в аміно- ( $\text{NH}_2$ ) або гідроксильну ( $-\text{OH}$ ) групу. Ацил. Ацилювання амінів. Механізм реакції Фріделя – Крафтса. Синтез кетонів.

##### **Тема 6. Реакції алкілювання.**

Реакція Фріделя–Крафтса–Густавсона. Синтез бутилацетату. Синтез ізоамілацетату.

##### **Тема 7. Реакції арилювання.**

Арил. Реакція Фріделя–Крафтса–Густавсона.

**Тема 8. Реакція окислення** (Окиснення насичених вуглеводнів, циклопарафінів, олефінів, ароматичних вуглеводнів, спиртів, альдегідів, кетонів).

**Тема 9. Реакції відновлення** Гідрування кратних вуглець-вуглецевих зв'язків, відновлення кисневмісних сполук.

**Тема 10. Реакції окисно-відновні** (реакції Каніцаро, Тищенко). Відновлення за Меєрвейном-Понндорфом. Окислення за Опенауером.

**Тема 11. Реакції конденсації.**

Конденсація альдегідів з ангідридами карбонових кислот.

Конденсація складних естерів з кетонами і ароматичними альдегідами (конденсація Кляйзена).

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	ла б.	інд	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. СИНТЕЗ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН</b>												
Тема 1. Добування чистих органічних речовин.		2		2	2	4						
Тема 2. Реакція галогенування.		2		2		4						
Тема 3. Реакція нітрування.		2		2	2	4						
Тема 4. Реакція сульфування.		2		2		4						
Тема 5. Реакції ацилування.		2		2	4	4						
Разом за змістовим модулем 1		10		10	8	20						
<b>Змістовий модуль 2. СИНТЕЗ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН</b>												
Тема 6. Реакції арилювання.		2		2								
Тема 7. Реакції алкілування.		2		2		2						

Тема 8. Реакція окислення.		2		4	4	2						
Тема 9. Реакції відновлення.		2		2		2						
Тема 10. Окисно-відновні реакції.		2		2		2						
Тема 11. Реакції конденсації.		2		2	2	2						
Разом за змістовим модулем 2		12		14	6	10						
<b>Усього годин</b>	46	22		24	14	30						
<b>Модуль 2</b>												
<b>ІНДЗ</b>					14							
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>22</b>		<b>44</b>	<b>14</b>	<b>30</b>						

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Основні операції під час роботи в лабораторії органічної хімії.	4
2.	Синтез органічних речовин (галогенування).	4
3.	Синтез органічних речовин (нітрування, сульфування)	4
4.	Синтез органічних речовин (Реакції алкілування і арилювання).	4
5.	Синтез органічних речовин (реакції окислення і відновлення).	4
6.	Синтез органічних речовин (Реакції конденсації).	4
	<b>Всього</b>	<b>24</b>

### 8. Самостійна робота

<b>1</b>	Принципи планування органічного синтезу (тактичні та стратегічні задачі).	4
<b>2</b>	Ретросинтетичний аналіз і раціональні підходи до нього.	4
<b>3</b>	Роль функціональних груп при плануванні синтезу.	4
<b>4</b>	Підходи до вирішення проблем селективності реакцій.	4
<b>5</b>	Синтони, реагенти, синтетичні еквіваленти.	4

<b>6</b>	Методи побудови скелету молекули.	4
<b>7</b>	Взаємоперетворення функціональних груп, що мають препаративне значення.	4
<b>8</b>	Застосування сучасних реагентів для вирішення задач синтезу.	4
<b>9</b>	Застосування основних синтетичних методів на практиці.	4
<b>10</b>	Комерційно доступні вихідні сполуки. Каталоги реактивів. Довідкова література.	8
<b>Всього</b>		<b>44</b>

### 9. Індивідуальні завдання

Рекомендації студенту: одержати у викладача варіант завдання. Послідовність виконання задач вказана римськими цифрами.

Необхідні фізичні константи можна знайти у довідковій літературі.

Вихід синтезу можна прийняти його за 70%.

#### ОДЕРЖАННЯ АЛІФАТИЧНИХ СПОЛУК

1. Навести лабораторний шлях синтезу сполук В виходячи з сполуки А у задану кількість стадій з використанням будь-яких інших реактивів (таблиця 3).
2. Згідно вибраної схеми провести розрахунки реактивів для одержання  $m$  г сполуки В з врахуванням виходів як продукту реакції, так і проміжних речовин.
3. Ідентифікувати кінцевий, вихідний та проміжні продукти синтезу фізико-хімічними методами ( $T_{\text{кип.}}/T_{\text{пл.}}$ , ПМР-спектроскопія) та якісними реакціями.
4. Спланувати інші можливі шляхи синтезу речовини В (не менше двох), виходячи з сполуки А.
5. Навести механізм реакції (таблиця 1) однієї з стадій запропонованого синтезу.

Таблиця 1. – Органічний синтез

Варіант	Сполука А	Сполука В	Кількість стадій	Маса (m), г сполуки В	Механізм реакції
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1.	Етанол	Етилпропіонат	4	7	Естерифікація
2.	Оцтова	Корична кислота	4	11	Реакція



	кислота, бензальдегід				Перкіна
3.	Оцтова кислота, бензен	Бензоїлацетон	4	15	Ацилюванн я за Фріделем- Крафтсом
4.	Оцтова кислота, Бензен	Бензиліденацето- фенон	4	9	Альдольно- кратонова конденсаці я
5.	Ізобутанол	Ізопропіламін	4	10	Реакція Гофмана
6.	Фенол	Поліетиленадипінат	3	13	Естерифіка ція
7.	Оцтова кислота	Ацетилгліцин	6	17	Ацилуванн я
8.	Оцтова кислота, Бензойна кислота	Гіпурова кислота	3	8	Галогенува ння
9.	Пропіонова кислота	2-метил-3-феніл- акрилова кислота	4	16	Реакція Перкіна
10.	Етанол	Пропіоновий альдегід	5	19	Нуклеофіль не заміщення
11.	Етанол	Етилпропіловий етер	3	18	Реакція дегідратації
12.	н-Бутанол	Амілацетат	4	22	Нуклеофіль не заміщення
13.	2-Метил-2- пропанол	2,2-диметилпентан	4	14	Нуклеофіль не заміщення
14.	Метиліодид, кальцій карбід	3-метил-1-бутин- 3-ол	5	25	Синтез Гріньяра
15.	Етилен	Ацетооцтовий естер	4	12	Реакція гідратації

### ОДЕРЖАННЯ АРОМАТИЧНИХ СПОЛУК

1. Навести лабораторний шлях синтезу сполуки В виходячи з сполуки А у задану кількість стадій з використанням будь-яких інших реактивів (таблиця 4).

2. Згідно вибраної схеми провести розрахунки реактивів для одержання  $m$  г сполуки В з врахуванням виходів як продукту реакції, так і проміжних речовин.
3. Ідентифікувати кінцевий, вихідний та проміжні продукти синтезу фізико-хімічними методами ( $T_{\text{кип.}}/T_{\text{пл.}}$ , ІЧ-, ПМР-спектроскопія) та якісними реакціями.
4. Спланувати інші можливі шляхи синтезу речовини В (не менше двох), виходячи з сполуки А.
5. Навести механізм реакції (таблиця 2) однієї з стадій запропонованого синтезу.

Таблиця 2. – Органічний синтез

Варіант	Сполука А	Сполука В	Кількість стадій	Маса (m), г сполуки В	Механізм реакції
1	2	3	4	5	6
1.	Бензен	<i>m</i> -Нітрофенол	4	16	Нітрування
2.	Бензен	Етилбензоат	4	20	Галогенування
3.	Толуен, Бензен	Бензанлід	4	12	Нітрування
4.	Анілін	<i>n</i> -Нітро-аніліновий червоний	4	7	Діазотування
5.	Толуен	Феніл- <i>n</i> -бромбензоат	4	15	Ацилування
6.	Толуен, нафтален	Бензонафтол	6	17	Сульфування
7.	Бензен	сим.-Трибром-бензен	4	25	Галогенування
8.	Нітробензен	<i>n</i> -Динітро-бензен	6	9	Нітрування
9.	Хлорбензен	2,4,6-тринітро-фенол	4	11	Нуклеофільне заміщення
10.	Бензен	<i>n</i> -Аміно-ацетанлід	5	19	Відновлення нітросполук
11.	Бензен	$\beta$ -Нафтол-оранж	4	14	Діазотування
12.	Бензен	<i>n</i> -Бром-ацетанлід	4	18	Галогенування
13.	Бензен	Фенолфталеїн	4	22	Ацилування

14.	Бензен	Бензофенон	5	13	Синтез Гріньяра
15.	Нітробензен	<i>m</i> -Бром- хлорбензен	4	8	Реакція Зандмейєра

## 10. Методи навчання

1. За джерелом передачі та характером сприйняття інформації:
    - словесні;
    - наочні;
    - практичні.
  2. За розв'язком основних дидактичних завдань:
    - набуття знань;
    - формування вмінь та навичок;
    - застосування знань;
    - застосування творчої діяльності;
    - засвоєння знань;
    - перевірка знань.
  3. За характером пізнавальної діяльності при засвоєнні змісту дисципліни:
    - пояснювально-ілюстративний;
    - репродуктивний;
    - дослідницький;
    - евристичний.
  4. За поєднанням методів:
    - інформаційно-повідомлюючий і виконуючий;
    - пояснювальний і репродуктивний;
    - інструктивно-практичний і продуктивно-практичний;
    - пояснювально-спонукаючий і частково-пошуковий;
    - спонукаючий і пошуковий.
- Використовуються засоби реалізації методів навчання:
- 1) загальнолюдські (інструкція, аналіз, синтез, дедукція, аналогія);
  - 2) засоби хімічного дослідження (спостереження, хімічний експеримент, моделювання, опис, метод теоретичного дослідження);
  - 3) загальнопедагогічні засоби (виклад, бесіда, самостійна робота).

## 11. Методи контролю

1. Усне, письмове опитування.
2. Поточне тестування.
3. Підсумкове тестування.
4. Оцінювання індивідуального навчально-дослідного завдання.

## 12. Критерії оцінювання результатів навчання

Поточний контроль здійснюється на кожному занятті відповідно конкретним цілям, а також під час індивідуальної роботи викладача зі студентом для тих тем, які студент опрацьовує самостійно і вони не входять до структури лабораторного заняття. Використовується стандартизована форма контролю теоретичної та практичної підготовки студентів, яка включає усне усний контроль, тестовий контроль, проведення лабораторного дослідження, контрольні роботи, тестування.

Оцінка практичної підготовки студентів – за результатом виконання практичної частини – оформлюється у вигляді звіту. Максимальна кількість балів за теми становить 80 балів: (Т1-Т6 -10-15 балів).

Індивідуальне навчально-дослідне завдання (ІНДЗ) полягає у розв'язанні задач з біологічної хімії. Максимальна оцінка за індивідуальне навчально-дослідне завдання дорівнює 20 балів.

Підсумковий контроль здійснюється по завершенню вивчення дисципліни у формі заліку. До заліку допускаються студенти, які виконали всі види робіт, передбачені навчальною програмою, та при вивченні дисципліни набрали кількість балів, не меншу за мінімальну.

Форма проведення заліку є стандартизованою і включає контроль теоретичної і практичної підготовки. Залік проводиться під час екзаменаційної сесії згідно розкладу.

	<b>Критерії оцінювання результатів навчання</b>
<b>Високий, А, 90 – 100, відмінно</b>	Студент самостійно виконує лабораторні роботи, раціонально використовуючи обладнання і реактиви; описує спостереження; правильно складає та захищає звіт, що містить обґрунтовані висновки. Студент складає формули різних структурних, геометричних і оптичних ізомерів та давати їм назви згідно з номенклатурними правилами IUPAC. Уміє якісно оцінювати кислотні і основні властивості органічних сполук. Студент визначає умови проведення реакцій із врахуванням механізму хімічного процесу.
<b>Вище середнього, середній В, С,</b>	Студент виконує лабораторні роботи переважно самостійно, описує спостереження; в цілому правильно складає і захищає звіт, робить висновки. Самостійні роботи містять правильні відповіді на всі питання, деякі відповіді недостатньо змістовні. Студент розуміє
<b>75 – 89; дуже добре, добре</b>	генетичні зв'язки між класами органічних сполук та уміє застосовувати класифікацію органічних речовин, їх номенклатуру та основні властивості.

<p><b>Достатній, Д, Е, 61 – 74, задовільно, достатньо</b></p>	<p>Студент відтворює основні поняття і визначення курсу, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, допускає неточні і не повні відповіді, не чітко їх формулює, робить окремі помилки у відповіді, але може їх усунути під керівництвом викладача, недостатньо володіє термінологією. Студент самостійно виконує окремі хімічні досліди, дотримуючись інструкції; описує хід виконання дослідів; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки в рівняннях реакцій. Знає класифікацію, будову, властивості та способи одержання органічних речовин.</p>
<p><b>Початковий, FХ, F 1 – 60, Незадовільно</b></p>	<p>Студент виконує найпростіші хімічні досліди під керівництвом викладача; складає неохайно оформлений звіт, що містить велику кількість помилок, відсутні висновки. Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями щодо педагогічних процесів.. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями курсу, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення.</p>

## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1						Модуль 2	Сума
Поточне тестування та самостійна робота							
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			ІНДЗ	
T 1	T2	T 3	T 4	T 5	T 6		
10	10	15	15	15	15	20	100

## Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100 А	відмінно	зараховано
82-89 В	добре	
75-81 С		
69-74 D	задовільно	
60-68 Е		
35-59 Е	незадовільно з	не зараховано з

	можливістю повторного складання	можливістю повторного складання
35-59 FX	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 13. Методичне забезпечення

1. Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни (ІКНМЗД).
2. Нормативні документи; ілюстративні матеріали.
3. Мультимедійні засоби (електронні підручники, словники, відео-матеріали; ресурси Інтернету).
4. Система дистанційного навчання «Moodle».

### 14. Рекомендована література

#### Основна

1. Бобрівник Л. Д. Органічна хімія (за новою хімічною номенклатурою): підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Л. Д. Бобрівник, В. М. Руденко, Г. О. Лезенко. – К. ; Ірпінь : Перун, 2005. – 542с.
2. Глубіш П. А. Органічна хімія. Навч. посібник. Ч.1 „Аліфатичні і ароматичні вуглеводні” / П. А. Глубіш. – К.: НМЦВО, 2002. – 296 с.
3. Домбровський А. В. Органічна хімія / А. В. Домбровський, В.М. Найдан. – К.: Вища школа, 1992. – 503 с.
4. Боєчко Ф. Ф. Органічна хімія / Ф. Ф. Боєчко, В. М. Найдан, Д. М. Захарик. – К.: «Вища школа», 1986. – 319 с.
5. Губський Ю. І. Біоорганічна хімія / Ю. І. Губський. – Київ-Вінниця: «НОВА КНИГА», 2007. – 432 с.
6. Валюк В.Ф. Органічна хімія: практикум : навч. посібн. для студентів вищих навч. закладів III - IV рівнів акредитації: реком. Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України / уклад. Вікторія Федорівна Валюк. – Умань: «Візаві», 2012. - 192 с.

#### Допоміжна

1. Ластухін Ю.О. Органічна хімія / Ю.О. Ластухін, С.А. Воронов. – Львів: Центр Європи, 2001. – 864 с.
2. Ластухін Ю.О. Хімія природних органічних сполук / Юрій Олександрович Ластухін. – Львів: Інтелект-Захід, 2004. – 558 с.