

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра органічної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Декан хімічного факультету  
/Лендел В.Г./  
«14» серпня 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**МЕТОДОЛОГІЯ ОРГАНІЧНОГО СИНТЕЗУ**

Рівень вищої освіти **Другий (магістерський)**

Галузь знань **01 Освіта/Педагогіка**

Спеціальність **014 Середня освіта**

Спеціалізація **014.06 Середня освіта (Хімія)**

Освітня програма **Хімія. Екологія**

Статус дисципліни **Вибіркова**

Мова навчання **Українська**

Ужгород 2021

Робоча програма навчальної дисципліни «**Методологія органічного синтезу**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **01 Освіта/Педагогіка** спеціальності **014 Середня освіта**, спеціалізацією **014.06 Середня освіта (Хімія)**, освітньої програми «**Хімія. Екологія**».

Розробник: Фізер М.М., доцент кафедри органічної хімії, кандидат хімічних наук, доцент

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри органічної хімії

протокол № 10 від «30» червня 2021 р.

Завідувач кафедри  доц. Онисько М.Ю.  
(підпис)

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

протокол № 5 від «25» червня 2021 р.

Голова науково-методичної комісії  проф. Кепич М.В.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Найменування показників   | Розподіл годин за навчальним планом |                       |
|---|-------------------------------------|-----------------------|
|   | Денна форма навчання                | Заочна форма навчання |
| Кількість кредитів ЄКТС – 6   | Рік підготовки:                     |                       |
| Загальна кількість годин – 180  | 5                                   |                       |
| Кількість модулів – 2   | Семестр:                            |                       |
| Тижневих годин для денної форми навчання:<br><br>аудиторних – 6<br><br>самостійної роботи студента – 12 | 10                                  |                       |
|   | Лекції:                             |                       |
|   | 30                                  |                       |
|   | Практичні (семінарські):            |                       |
|   | -                                   |                       |
| Вид підсумкового контролю: іспит  | Лабораторні:                        |                       |
|   | 40                                  |                       |
| Форма підсумкового контролю: усна   | Самостійна робота:                  |                       |
|   | 110                                 |                       |

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Методологія органічного синтезу» є пізнання основних сучасних методів та загальних підходів до цілеспрямованого синтезу складних органічних сполук. Забезпечити оволодіння студентами фундаментальними основами методології органічної хімії, зокрема, стратегією і тактикою органічного синтезу, методами утворення зв'язків карбон-елемент; вміння досліджувати будову цільової сполуки із точки зору ретросинтетичного підходу; формування здібностей експериментатора та спонукання до самостійної роботи студента з метою активізації його пізнавальної та практичної діяльності

Основними завданнями вивчення дисципліни «Методологія органічного синтезу» є засвоєння кожним студентом наступних основних розділів: методи утворення різних зв'язків між атомами карбону а також між карбоном та такими елементами, як водень, кисень, азот, сульфур, галогени; засвоїти методи синтезу, які базуються на перегрупуваннях, реакціях елімінування, та захисті функціональних груп. При проведенні практичних та лабораторних робіт студент повинен засвоїти номенклатуру та ізомерію органічних речовин, навички по синтезу та дослідженню органічних сполук.

Відповідно до освітньої програми «Хімія. Екологія», вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

**- загальні:**

ЗК-06 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК-11 Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**- фахові:**

ФК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

## 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Згідно з структурно-логічною схемою та навчальним планом освітньої програми, дисципліна викладається у десятому семестрі п'ятого року навчання і потребує в якості передумов вивчення курсу «Органічної хімії».

## 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Хімія. Екологія», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

| Програмні результати навчання  | Шифр ПРН |
|--|----------|
| Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.   | ПРН 3    |
| Знати методологію та організації наукового дослідження.  | ПРН 6    |
| Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними. | ПРН 9    |

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Методологія органічного синтезу»:

| <b>Очікувані результати навчання з дисципліни</b>  | <b>Шифр ПРН</b> |
|--|-----------------|
| Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.   | ПРН 3           |
| Знати методологію та організації наукового дослідження.  | ПРН 6           |
| Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними. | ПРН 9           |

## **5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

### **Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання**

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- іспит;
- тести;
- розрахункові та розрахунково-графічні задачі;
- завдання на лабораторному обладнанні.

### **Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання**

Форми поточного контролю: колоквіуми, письмові запитання, виконання лабораторних робіт, письмові тести.

Форма модульного контролю: письмова.

Форма підсумкового семестрового контролю: іспит з навчальної дисципліни в обсязі навчального матеріалу, передбаченого робочою програмою навчальної дисципліни.

### **Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)**

| <b>Поточне оцінювання та самостійна робота</b> |    |    |    | <b>Модульна контрольна робота</b> | <b>Сума</b> |
|--|----|----|----|-----------------------------------|-------------|
| T1   | T2 | T3 | T4 | 60                                | 100         |
| 10   | 10 | 10 | 10 |                                   |             |

T1 – Вступ. Утворення зв'язку Карбон-Гідроген, T2 – Утворення зв'язку Карбон-галоген, T3 – Утворення зв'язку Карбон-Оксиген, T4 – Утворення зв'язку Карбон-Сульфур.

### **Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)**

| <b>Поточне оцінювання та самостійна робота</b> |    |    |    |    | <b>Модульна контрольна робота</b> | <b>Сума</b> |
|--|----|----|----|----|-----------------------------------|-------------|
| T5   | T6 | T7 | T8 | T9 | 50                                | 100         |
| 10   | 10 | 10 | 10 | 10 |                                   |             |

T5 – Утворення зв'язку Карбон-Нітроген, T6 – Утворення зв'язку Карбон-Карбон, T7 – Перегрупування, T8 – Елімінування, T9 – Захист функціональних груп.

### Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

| Вид діяльності здобувача вищої освіти             | Модуль 1  |                                       | Модуль 2  |                                       |
|---|-----------|---------------------------------------|-----------|---------------------------------------|
|   | Кількість | Максимальна кількість балів (сумарна) | Кількість | Максимальна кількість балів (сумарна) |
| Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист) | 4         | 40                                    | 5         | 50                                    |
| Модульна контрольна робота                        | 1         | 60                                    | 1         | 50                                    |
| <b>Разом</b>                                      |           | <b>100</b>                            |           | <b>100</b>                            |

#### Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота складається із теоретичної письмової частини (50 балів) та практичної частини (50 балів), яка виконується на комп'ютері. Під час виконання теоретичної письмової частини користуватись будь-якими інформаційними джерелами заборонено. Під час виконання практичної частини можна користуватись будь-якими інформаційними джерелами, крім допомоги інших студентів. Тривалість виконання усієї модульної контрольної роботи становить 1,5 години. Після виконання теоретичної частини студент приступає до практичної. Таким чином, студент самостійно вирішує, скільки часу йому відвести на теоретичну, і скільки – на практичну частину.

Оцінку «*відмінно*» (А, 90-100 балів) одержує студент, який дав не менше 90% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, без помилок відповідей на письмові завдання.

Оцінку «*добре*» (В, 82-89 балів) одержує студент, який дав не менше 82% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився окремих незначних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*добре*» (С, 74-81 балів) одержує студент, який дав не менше 74% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився окремих незначних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*задовільно*» (D, 64-73 бали) одержує студент, який дав не менше 64% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився значних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*задовільно*» (E, 60-63 бали) одержує студент, який дав не менше 60% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився значних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*незадовільно, з можливістю повторного складання*» (FX, 35-59 балів) одержує студент, який дав не менше 35% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився грубих помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*незадовільно, з можливістю повторного складання*» (F, 0-34 балів) одержує студент, який дав менше 35% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився грубих помилок у відповідях на письмові завдання або не надав відповіді на поставлені перед ним письмові завдання.

#### Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Методологія органічного синтезу» здійснюється у виді іспиту. Контроль проводиться в усній формі шляхом співбесіди, або, у випадку дистанційного навчання в умовах карантину, може проводитися «on-line» з використанням сайту електронного навчання <https://e-learn.uzhnu.edu.ua/> та платформи Google Meet.

Кількість балів, яку набрав студент з дисципліни «Методологія органічного синтезу», визначається як середнє арифметичне кількості балів з відповідного модуля дисципліни. Загальна кількість балів складає 100 рейтингових балів (100%). Переведення кількості набраних балів в оцінку здійснюється згідно схеми:

| Оцінка за 100-бальною шкалою | Оцінка ЄКТС | Оцінка за національною шкалою                              |   |
|------------------------------|-------------|--|---|
|                              |             | Іспит  | Залік   |
| 90 – 100                     | A           | Відмінно   | Зараховано  |
| 82-89                        | B           | Добре  |   |
| 74-81                        | C           |  |   |
| 64-73                        | D           | Задовільно   |   |
| 60-63                        | E           |  |   |
| 35-59                        | FX          | Незадовільно з можливістю повторного складання             | Не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 0-34                         | F           | Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

За результатами контролю знань студентів, дозволяється виставлення семестрової оцінки (без здачі) – «відмінно», «добре», та «задовільно» (E). Студент має право підвищити оцінку, складаючи іспит.

Іспит виставляється (без складання) у випадку набору кількості балів, що відповідає мінімальній оцінці «задовільно» (E).

Оцінки FX, F («2») виставляються здобувачам, яким не зараховано, хоча б один модуль з дисципліни після завершення її вивчення.

Студенту з оцінкою FX дозволяється скласти семестровий контроль. У випадку повторного одержання ним незадовільної оцінки, здобувач має право на повторне складання підсумкового модульного контролю (іспиту) не більше 2-х разів, згідно затвердженого графіка.

Студенти, які одержали оцінку F по завершенню вивчення дисципліни (не виконали навчальну програму хоча б з одного модуля, або не набрали за поточну навчальну діяльність з модуля мінімальну кількість балів), повинні пройти повторне навчання за індивідуальним навчальним планом. Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (0-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти іспит.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової відомості.

## 6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Зміст навчальної дисципліни

**Модуль 1. Утворення зв'язку між Карбоном та іншими елементами. Реакції перегрупування, елімінування, захист функціональних груп.**

Тема №1. Вступ. Утворення зв'язку Карбон-Гідроген.

Тема №2. Утворення зв'язку Карбон-галоген.

Тема №3. Утворення зв'язку Карбон-Оксиген.

Тема №4. Утворення зв'язку Карбон-Сульфур.

**Модуль №2. Утворення зв'язку між атомами Карбону та утворення зв'язку Карбон-Нітроген. Реакції перегрупування, елімінування та захист функціональних груп.**

Тема №5. Утворення зв'язку Карбон-Нітроген.

Тема №6. Утворення зв'язку Карбон-Карбон.

Тема №7. Перегрупування.

Тема №8. Елімінування.

Тема №9. Захист функціональних груп.

### 6.2. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем  | Кількість годин |                         |             |                      |                   |     |
|--|-----------------|-------------------------|-------------|----------------------|-------------------|-----|
|  | Форма навчання: |                         |             |                      |                   |     |
|  | Усього          | у тому числі            |             |                      |                   |     |
| лекції   |                 | практичні (семінарські) | лабораторні | індивідуальна робота | самостійна робота |     |
| <b>Модуль 1. Утворення зв'язку між Карбоном та іншими елементами. Реакції перегрупування, елімінування, захист функціональних груп.</b>                          |                 |                         |             |                      |                   |     |
| 1. Вступ. Утворення зв'язку карбон-гідроген.   | 8               | 4                       |             | 6                    |                   |     |
| 2. Утворення зв'язку карбон-галоген.   | 28              | 4                       |             | 6                    |                   | 40  |
| 3. Утворення зв'язку карбон-оксиген.   | 8               | 4                       |             | 6                    |                   |     |
| 4. Утворення зв'язку карбон-сульфур.   | 6               | 2                       |             | 6                    |                   |     |
| Модульна контрольна робота   | 2               | 2                       |             |                      |                   |     |
| <b>Модуль 2. Утворення зв'язку між атомами Карбону та утворення зв'язку Карбон-Нітроген. Реакції перегрупування, елімінування та захист функціональних груп.</b> |                 |                         |             |                      |                   |     |
| Утворення зв'язку Карбон-Нітроген.   | 46              | 2                       |             | 6                    |                   |     |
| Утворення зв'язку Карбон-Карбон.   | 48              | 4                       |             | 4                    |                   | 40  |
| Перегрупування.  | 26              | 2                       |             | 4                    |                   | 40  |
| Елімінування.  | 2               | 2                       |             |                      |                   |     |
| Захист функціональних груп.  | 2               | 2                       |             |                      |                   |     |
| Модульна контрольна робота   | 2               | 2                       |             |                      |                   |     |
| Іспит  | 2               |                         |             | 2                    |                   |     |
| Разом за семестр   | 180             | 30                      |             | 32                   |                   | 120 |

### 6.3. Теми лабораторних занять

| № з/п        | Назва теми   | Кількість годин |        |
|--------------|--|-----------------|--------|
|              |  | денна           | заочна |
| 1            | Ознайомлення з правилами техніки безпеки у лабораторії. Індивідуальний синтез, який включає створення зв'язку Карбон-Гідроген. | 4               |        |
| 2            | Індивідуальний синтез, який включає створення зв'язку Карбон-галоген.  | 4               |        |
| 3.           | Індивідуальний синтез, який включає створення зв'язку Карбон-Оксиген.  | 4               |        |
| 4            | Індивідуальний синтез, який включає створення зв'язку Карбон-Сульфур.  | 4               |        |
| 5            | Індивідуальний синтез, який включає створення зв'язку Карбон-Нітроген.   | 4               |        |
| 6            | Індивідуальний синтез, який включає створення зв'язку Карбон-Карбон.   | 4               |        |
| 7            | Індивідуальний синтез, який включає перегрупування.  | 4               |        |
| <b>Разом</b> |  | <b>28</b>       |        |

### 6.4. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми  | Кількість годин |        |
|-------|---|-----------------|--------|
|       |   | денна           | заочна |
| 1     | Добування галогеноводнів та їх властивості. Приєднання галогеноводнів до ненасичених вуглеводнів із потрійним зв'язком. Приєднання фтористого водню. Фтористий вініл. Приєднання хлористого водню. Хлористий вініл. Хлоропрен.<br>Заміна зв'язку вуглець-азот на зв'язок вуглець-галоген в аліфатичних амінах (дія пентагалогенідів фосфору), в ароматичних і в гетероциклічних сполуках (реакція Зандмеєра, Гатермана-Коха, Несмеянова, Шимана). Заміна зв'язку вуглець-сірка на зв'язок вуглець-галоген; заміна зв'язку вуглець-вуглець на зв'язок вуглець-галоген (реакція Бородіна-Хунсдікера).   | 40              |        |
| 2     | Утворення зв'язку вуглець-вуглець електрофільним заміщенням біля ненасиченого атому вуглецю. Утворення похідних бензену. Утворення альдегідів за реакцією Гаттермана-Коха. Механізм реакції. Синтез кетонів і ціанідів. Реакція формілування. Синтез альдегідів за допомогою синільної кислоти. Взаємодія похідних бензену із формальдегідом. Синтез хіноліну – синтез Скраупа. Синтез Дебнера-Міллера. Взаємодія карбенів із бенzenом. Синтез Кольбе. Утворення <i>o</i> -окси-бензенової кислоти. Промисловий метод одержання саліцилової кислоти (метод Кольбе – Шмідта). Утворення резорцілової кислоти.<br>Утворення <C-C> зв'язку нуклеофільним заміщенням біля ненасиченого атому вуглецю. Складноестерна конденсація Клайзена. Ацилування діетилового естеру шавлевої кислоти, діетилового естеру вугільної кислоти. Ацилування галогенангідридами карбонових кислот. Ацилування алкілціанідів. Ацилування кетонів. Ацілоїнова конденсація. Реакція Торпа. Утворення циклічних $\alpha$ -ціанкетонів. | 40              |        |

|              |  |            |  |
|--------------|--|------------|--|
| 3            | Міграція від атому вуглецю до атому азоту. Розщеплення амідів карбонових кислот (Гофман). Перегрупування аміду $\alpha$ -бензилпропіонової кислоти в $\alpha$ -бензилетиамін. Добування м-броманіліну, антранілової кислоти. Перегрупування Лоссена. Реакція Курціуса. Перегрупування Шмідта, Бекмана. Добування капролактаму в промисловості. | 40         |  |
| <b>Разом</b> |  | <b>120</b> |  |

## **7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА**

Технічні засоби: Ваги технічні та аналітичні, магнітні мішалки, комп'ютери та ноутбуки, мультимедійні проектори, рефрактометри, фотоелектроколориметри, дистильатор, роторний випарювач LRV2, прилад для визначення температури топлення, плитки електричні, комплект обладнання для тонкошарової хроматографії, для титриметричного аналізу та постановки експериментів з органічного синтезу, набір реактивів та лабораторного посуду. Програми Google Meet, Google Disc, система електронного навчання Moodle <https://e-learn.uzhnu.edu.ua/>

## **8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

### **Основна література**

1. Мищенко Г.Л., Вацура К.В. Синтетические методы в органической химии. М. 1982.
2. Ж. Матье, Р. Панико. Курс теоретических основ органической химии. М.: Мир. 1975.
3. Общий практикум по органической химии. Под редакцией Кост А.Н. М.: Мир. 1965.
4. Вейганд-Хильгетаг. Методы эксперимента в органической химии. М.: Химия. 1961.
5. Р. Фьюзон. Реакции органических соединений. М.: Мир. 1969.
6. Общая органическая химия. Под редакцией Кочеткова А.П. Т.1-4; М.: Химия. 1982.
7. Бочков А.Р. Органический синтез. М.: Наука. 1987.
8. Ф. Керри, Р. Сандберг. Углублённый курс органической химии. М.: Химия. т.1,2. 1976.
9. Дж. Марч. Органическая химия. М.: Мир. т. 1-4. 1989.

### **Допоміжна література**

1. Химическая энциклопедия. Под редакцией И.Л. Кнунянц. М. т.3. 1992.
2. Общая органическая химия. Под редакцией Д. Бартона и У.Д. Оллиса. М. т. 1-12. 1988.
3. П.А. Глубіш. Органічний синтез. К.: ІЗМН. т. 1,2. 1997.
4. Институт органической химии АН УССР. /Редкол.: Марковский Л.М. и другие. К.: Наукова думка. 1989.
5. Л. Физер, М. Физер. Реагенты для органического синтеза. М.: Мир. т. 1-7. 1970-1971.