



Національний технічний університет України  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра органічної  
хімії та технології  
органічних речовин

## Інноваційні хімічні технології органічних матеріалів. Частина 2. Отримання та дослідження властивостей органічних матеріалів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### - Реквізити навчальної дисципліни

Рівень освіти	вищої	Другий	(магістерський)
Галузь знань		16 Хімічна та біоінженерія	
Спеціальність		161 Хімічні технології та інженерія	
Освітня програма		Хімічні технології синтезу та фізико-хімічні властивості органічних матеріалів	
Статус дисципліни		Нормативна	
Форма навчання		очна(денна)	
Рік підготовки, семестр		1 курс, весняний семестр	
Обсяг дисципліни		5 кредитів ЄКТС	
Семестровий контроль/ контрольні заходи		Залік письмовий/ МКР	
Розклад занять		Лекції 36 год., лабораторні 18 год., Самостійна робота 96 год.	
Мова викладання		Українська/Англійська	
Інформація про керівника курсу / викладачів		Лектор: доц., доц., к.х.н. . Бутова К.Д. ebutova@yahoo.com Лабораторні: доц., доц., к.х.н. Бутова К.Д. ebutova@yahoo.com	
Розміщення курсу		електронний кампус	

## 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

### 1.1. Мета навчальної дисципліни.

Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти рівня “магістр” здатностей:

- Здатність використовувати результати наукових досліджень і дослідно конструкторських розробок для вдосконалення існуючих та/або розробки нових технологій і обладнання хімічних виробництв (K10);
- Здатність використовувати сучасне спеціальне наукове обладнання та програмне забезпечення при проведенні експериментальних досліджень і здійсненні дослідно конструкторських розробок у сфері хімічних технологій та інженерії (K11);
- Здатність ідентифікувати, аналізувати і з науково-обґрунтованою аргументацією планувати стратегію вирішення хіміко-технологічних проблем і задач виробництв органічних матеріалів, косметичних продуктів, харчових добавок (K15);
- Здатність використовувати сучасні методи досліджень, планувати і проводити наукові експерименти та вирішувати актуальні технічні задачі в галузі органічного синтезу (K16).

### 1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти рівня “магістр” після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

- Здійснювати пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію (ПР 2);
- Знання сучасних методів дослідження, приладів та обладнань, програмного забезпечення в галузі технологій органічних продуктів (ПР 8);
- Вміти використовуючи наукові знання синтезу органічних речовин, в умовах лабораторії або виробництва, для визначення даних до технічного завдання сформулювати мету виконання дослідження (створення нового об'єкту, напрямок вдосконалення існуючого, визначення або прогнозування ключових параметрів і властивостей системи та ін (ПР12).

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Міждисциплінарні зв'язки: Матеріал кредитного модуля базується на знаннях, одержаних здобувачами вищої освіти рівня “магістр” при вивченні такої дисципліни: «Іноваційні хімічні технології органічних матеріалів. Частина 1. Функціональні матеріали та наносистеми», численних лабораторних практикумах і є завершальним у циклі

професійної і практичної підготовки та буде використаний у підготовці магістерської дисертації.

-

### 3. Зміст навчальної дисципліни

- Тема 1. Спектральні методи дослідження органічних сполук. Загальна характеристика
- Тема 2. Інфрачервона спектроскопія.
- Тема 3. Масс-спектрометрія.
- Тема 4. Ядерний магнітний резонанс.
- Тема 5. Стратегія і тактика органічного синтезу.
- Тема 6. Ретро-синтетичний аналіз.
- Тема 7. Описання стандартних властивостей органічних сполук.
- Тема 8. Оформленні результатів експерименту.
- Тема 9. Пошук джерел інформації та бази даних по будові та властивостям органічних сполук.

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Modern NMR Techniques and Their Application in Chemistry. A.I.Popov and K.Halenga, editors, "Marsel Dekker", New York, 1991, 665 pp.
2. М.Ю.Корнилов, Г.П.Кутров, Ядерный магнитный резонанс в химии. «Вища школа», Киев, 1985, 200 стр.
3. P.J.Hore, Nuclear magnetic resonance. Oxford University Press, Oxford, 1995, 90 pp.
4. Silverstein R.M. Spectrometric identification of organic compounds – N.Y.: Wiley, i. 2011, P. 557.
5. Prech E. Determination of the structure of organic compounds. – N.Y.: Wiley, i. 2006, P.480.
6. Hiraoka K. Fundamentals of Mass Spektrometry. – N.Y.: Springer, 2013. – P. a. 241.
7. Gross J. H. Massenspektrometrie. – Berlin: Springer. 2013. – S. 819.
8. Lee T. A. A Beginner's Guide to Mass Spectral Interpretation. – N.Y.: Wiley, i. 2003, P.480.
9. E.F.H.Brittain, W.O.George, C.H.J.Wells, Introduction to molecular spectroscopy. Academic Press, London, 1970, 386 pp.
10. R.E.Sievers, Nuclear magnetic resonance shift reagents. Academic Press, London, 1973, 410 pp.
11. J.Schraml, J.M.Bellama, Two-dimensional NMR spectroscopy. John Willey & Sons, New York, 1988, 220 pp.
12. The Basics of NMR. Joseph P. Hornak, Ph.D.  
<https://www.cis.rit.edu/htbooks/nmr/nmr-main.htm>
13. Understanding NMR Spectroscopy. James Keeler  
<https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=PKQlfaK4COoC&oi=fnd&pg=PR17&dq=understanding+nmr+spectroscopy+pdf&ots=ycOllk618N&sig=deMV80od6oB85Ntw8ltJvF30ytU#v=onepage&q&f=false>

14. E. J. COREY AND XUE-MIN CHELG Department of Chemistry  
Harvard University, Cambridge, Massachusetts. THE LOGIC OF CHEMICAL  
SYNTHESIS, 462pp.
15. Introduction to strategies for organic synthesis / Laurie S. Starkey. 2012, 360 pp.
16. The Synthesis and Characterization of Inorganic Compounds" W. L. Jolly
17. Experimental Organometallic Chemistry: A Practicum in Synthesis and  
Characterization" A. L. Wayda; M. Y. Darensbourg

- **Навчальний контент**

**18. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

*Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням здобувачами вищої освіти рівня "магістр" робіт лабораторного практикуму та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відео конференцій Zoom та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення.*

**1. Лекційні заняття**

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1-2	<p>СПЕКТРАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА .....</p> <p>1.1. Електронні спектри поглинання .....</p> <p>1.2. Дисперсія оптичного обертання та круговий дихроїзм .....</p> <p>Літ.: 92-103, 203-218 [1].</p> <p>СРС: літ: 16-48 [2]</p>
3-4	<p>ІНФРАЧЕРВОНА СПЕКТРОСКОПІЯ .....</p> <p>2.1. Спектроскопія комбінаційного розсіювання світла .....</p> <p>Літ.: 284-340.[3].</p>
5-6	<p>МАС-СПЕКТРОМЕТРІЯ .....</p> <p>3.1. Типи йонів, що реєструються мас-спектрометром .....</p> <p>3.2. Деякі мас-спектрометричні правила .....</p> <p>3.3. Мас-спектри основних класів органічних сполук .....</p> <p>Літ.: 87-92, 96-102, 108-115 [4].</p>
7-8	<p>ЯДЕРНИЙ МАГНІТНИЙ РЕЗОНАНС .....</p> <p>4.1. Магнітні властивості ядер елементів .....</p>

	<p>4.2. Хімічне зміщення . . . . .</p> <p>4.3. Спін-спінова взаємодія . . . . .</p> <p>Літ.: 232-233 [5].</p>
9-10	<p>4.4. Хімічний обмін . . . . .</p> <p>4.5. Несиметричний обмін . . . . .</p> <p>4.6. Процеси релаксації . . . . .</p> <p>4.7. Ядерний ефект Оверхаузера (ЯЕО) . . . . .</p> <p>Літ.: 268-280.[6].</p>
11-12	<p>4.8. Лантаноїдні зміщуючі реагенти (ЛЗР) . . . . .</p> <p>4.9. Прилади для дослідження ЯМР . . . . .</p> <p>4.10. Векторна модель магнітного резонансу . . . . .</p> <p>4.11. Спектроскопія двовимірного ЯМР . . . . .</p> <p>Літ.: 595-630. [8].</p>
13-14	<p>Стратегія і тактика органічного синтезу.</p> <p>Літ.: 15-24, 27-70, 190-199 [14].</p>
15-16	<p>Ретро-синтетичний аналіз.</p> <p>Літ.: 124-127 [15].</p>
17-18	<p>Пошук джерел інформації та бази даних по будові та властивостям органічних сполук. Літ.: 487, 811[16].</p>

### 3. Лабораторні заняття

Лабораторні роботи мають на меті навчити здобувачів вищої освіти рівня “магістр” самостійно синтезувати органічну речовину, виділити її у індивідуальному вигляді та охарактеризувати сучасними методами і довести її будову. При цьому студенти мають навчитися:

- проводити глибоке очищення та абсолютацію органічних розчинників;
- видалення залишків кисню з органічних розчинників;
- зберігати особливо чисті органічні розчинники;
- синтезувати *трет*-бутиллітію;

- приготувати К-Na-сплав;
- гідрувати на каталізаторах Адамса та нікелі Реннея;
- робота у ампулах в органічному синтезі;
- робота з автоклавом в органічному синтезі;
- проведення фотохімічних реакцій у фотореакторі;
- робота із глибоким вакуумом;
- методи екстракції у системі рідина- тверда речовина.

Перелік можливих синтезів сполук для закріплення лабораторних навиків здобувачів вищої освіти рівня “магістр” :

1. Бромовання адамантану. Одержання 1-бромадамантану .
2. Карбоксилювання 1-бромадамантану. Одержання 1-адамантанкарбонової кислоти.
3. Етерифікація 1-адамантанкарбонової кислоти. Одержання метилового етеру 1-адамантанкарбонової кислоти.
4. Відновлення метилового етеру 1-адамантанкарбонової кислоти. Одержання 1-гідроксиметиладамантану.
5. Заміна гідроксильної групи 1-гідроксиметиладамантану на бром. Одержання 1-бромметиладамантану.
6. Бромовання 1-бромметиладамантану.
7. Одержання 1-бром-3-бромметиладмантану.
8. Фрагментація 1-бром-3-бромметил-адамантану.
9. Одержання 3,7-диметиленбіцикло[3.3.1]нонану.
10. Каталітичне бромовання адамантану. Одержання 1,3-дибромадамантану.
11. Фрагментація 1,3-дибромадамантану. Одержання 3-метилен-біцикло[3.3.1]нонан-7-ону.
12. Гідроліз 1-бромадамантану. Одержання 1-гідроксиадамантану

### 19. Самостійна робота здобувачів вищої освіти рівня «магістр»

<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до лабораторних занять: повторення лекційного матеріалу, написання протоколів, проведення розрахунків, оформлення звітів з лабораторних практикумів</i>	<i>55 годин</i>
<i>Підготовка до МКР (Написання індивідуальної дослідницької пропозиції)</i>	<i>36 годин</i>
<i>Підготовка до заліку</i>	<i>5 годин</i>
<i>Разом</i>	<i>96 годин</i>

## 20. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні практикуми проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні практикуми – у форматі відеоконференції Zoom. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, у форматі відеоконференцій Zoom. Відвідування лекцій та лабораторних практикумів є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms). Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

## 21. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Семестровий контроль: письмовий залік.

### 1. Лабораторна робота:

Ваговий бал – 6. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних роботах дорівнює 30 балів.

#### **Критерії оцінювання:**

6 балів: Гарна робота, правильно оформлений протокол роботи та безпомилкове вирішення усіх завдань під час захисту роботи при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних знань з органічної хімії при вирішенні контрольних завдань;

4 бали: Незначні помилки при виконанні лабораторної роботи або неправильно оформлений протокол та вирішення усіх завдань під час захисту роботи з незначними, неprincipовими помилками; наявність 1-2 помилок та 1-2 зауважень щодо вміння застосовувати фундаментальні знання з органічної хімії при вирішенні контрольних завдань та відповіді на теоретичні питання;

2 бали: Значні помилки при виконанні лабораторної роботи або неправильно оформлений протокол та під час захисту роботи вірне вирішення розрахункових вправ (але не менше 50 %); наявність принципових помилок у відповідях;

0 балів: Не виконання лабораторної роботи.

У разі недопущення до лабораторної роботи у зв'язку з незадовільним вхідним контролем (відсутність протоколу та написаних в ньому реакцій і розрахунків) нараховується штрафний (-1) бал.

## 2. Модульна контрольна робота

Кількість завдань цього виду – 1.

Модульна контрольна робота у вигляді індивідуального завдання: *дослідницької пропозиції* оцінюється в 40 балів.

### *Критерії оцінювання модульної роботи:*

40 балів: «*відмінно*» – виконані всі вимоги до роботи, в тому числі дата здачі роботи;

30 балів: «*добре*» – виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки, робота здана вчасно;

15 балів: «*задовільно*» – є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки, робота здана вчасно;

12 балів: «*достатньо*» – є суттєві недоліки щодо виконання вимог до роботи і багато помилок, робота здана невчасно;

0 балів: «*незадовільно*» – не відповідає вимогам до «задовільно»

## ШТРАФНІ ТА ЗАОХОЧУВАЛЬНІ БАЛИ

Студенти, що набрали суму балів за семестр 42 і більше (0.6 рейтингу за роботу протягом семестру з обов'язковим виконанням РГР) можуть складати екзамен. Якщо семестровий рейтинг менше 42 бали потрібно додаткове опрацювання матеріалу з метою підвищення рейтингу (виконання необхідної кількості індивідуальних завдань).

### **Розрахунок шкали рейтингової оцінки з кредитного модуля:**

Максимальна сума балів протягом семестру складає:

$$R_{\max} = 70 + 30 = 100 \text{ балів}$$

Попередня рейтингова оцінка має бути не менше 42 балів.

Лабораторні роботи – 30 балів.

МКР – 40 балів.

За семестр студент може набрати 70 балів. 0,6 від рейтингу становить 42 бали.

Тоді на залік – 30 балів.



#### 4. Залік

На заліку студенти виконують письмову роботу. Кожне завдання містить одне теоретичне питання і чотири практичних. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне питання оцінюється у 6 балів.

Система оцінювання кожного питання:

6-5 балів: «*відмінно*» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації);

4-3 бали: «*добре*» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);

2 бали: «*задовільно*» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);

0 балів: «*незадовільно*» – незадовільна відповідь.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

#### 22. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Вимоги до оформлення, питання до МКР та заліку наведені у електронному кампусі*

Складено: доцентом кафедри органічної хімії та технології органічних речовин, доц., к.х.н. Бутовою К.Д.

Ухвалено: кафедрою органічної хімії і технології органічних речовин (протокол № 14 від 23.06.2024)

Погоджено: Методичною комісією хіміко-технологічного факультету (протокол № 10 від 21.06.2024)