



ІННОВАЦІЙНІ ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ. ЧАСТИНА 2. ОТРИМАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

- Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна інженерія та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології синтезу та фізико-хімічні властивості органічних матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4.5 кредити ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен письмовий/ МКР/РГР</i>
Розклад занять	<i>Лекції 36 год., лабораторні 18 год., Самостійна робота 81 год.</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доц., доц., к.х.н. . Бумова К.Д. ebutova@yahoo.com Лабораторні: доц., доц., к.х.н. Бумова К.Д. ebutova@yahoo.com</i>
Розміщення курсу	<i>електронний кампус https://classroom.google.com/c/NjMxMjA3MzMzMzk4?cjc=teh6zzz</i>

- Програма навчальної дисципліни

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:

- (ЗК1) Здатність генерувати нові ідеї (креативність);

- (ЗК2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- (ФК3) Здатність використовувати результати наукових досліджень і дослідно-конструкторських розробок для вдосконалення існуючих та/або розробки нових технологій і обладнання хімічних виробництв;
- (ФК4) Здатність використовувати сучасне спеціальне наукове обладнання та програмне забезпечення при проведенні експериментальних досліджень і здійсненні дослідно-конструкторських розробок у сфері хімічних технологій та інженерії;
- (ФК8) Здатність ідентифікувати, аналізувати і з науково-обґрунтованою аргументацією планувати стратегію вирішення хіміко-технологічних проблем і задач виробництв інноваційних органічних матеріалів, косметичних продуктів, харчових добавок з використанням нанотехнологій;
- (ФК9) Здатність використовувати сучасні методи досліджень, планування і проведення наукового експерименту для вирішення актуальних технічних задач в галузі технологій та дослідження фізико-хімічних властивостей органічних матеріалів.

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:

- (ПР 1) Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій;
- (ПР 3) Організовувати свою роботу і роботу колективу в умовах промислового виробництва, проєктних підрозділів, науково-дослідних лабораторій, визначати цілі і ефективні способи їх досягнення, мотивувати і навчати персонал;
- (ПР4) Оцінювати технічні і економічні характеристики результатів наукових досліджень, дослідно-конструкторських розробок, технологій та обладнання хімічних виробництв;
- (ПР5) Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення і презентації результатів професійної діяльності, досліджень та проєктів;
- (ПР6) Розробляти та реалізовувати проєкти в сфері хімічних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проєкти з урахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів;
- (ПР8) Знання сучасних методів дослідження, приладів та обладнання, сучасного програмного забезпечення в галузі технологій та вивчення фізико-хімічних властивостей органічних матеріалів).

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 таких дисциплін: «Кінетика і термодинаміка в хімічних технологіях органічних речовин» та «Інноваційні 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. Інноваційні хімічні технології органічних матеріалів. Частина 2. Отримання та дослідження властивостей органічних матеріалів .Спектральні методи дослідження. Навчальний посібник для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», за освітньо-професійною програмою: Хімічні технології синтезу та фізико-хімічні властивості органічних матеріалів / КПІ ім. Ігоря Сікорського [Електронний ресурс] ; уклад.: К.Д.Бутова , В.М.Родіонов – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 103 с.
2. *Modern NMR Techniques and Their Application in Chemistry*. A.I.Popov and K.Halenga, editors, "Marsel Dekker", New York, 1991, 665 pp.
3. М.Ю.Корнилов, Г.П.Кутров, Ядерный магнитный резонанс в химии. «Вища школа», Киев, 1985, 200 стр.
4. P.J.Hore, *Nuclear magnetic resonance*. Oxford University Press, Oxford, 1995, 90 pp.
5. Silverstein R.M. *Spectrometric identification of organic compounds* – N.Y.: Wiley, i. 2011, P. 557.
6. Prech E. *Determination of the structure of organic compounds*. – N.Y.: Wiley, i. 2006, P.480.
7. Hiraoka K. *Fundamentals of Mass Spektrometry*. – N.Y.: Springer, 2013. – P. a. 241.
8. Gross J. H. *Massenspektrometrie*. – Berlin: Springer. 2013. – S. 819.
9. Lee T. A. *A Beginner's Guide to Mass Spectral Interpretation*. – N.Y.: Wiley, i. 2003, P.480.
10. E.F.H.Brittain, W.O.George, C.H.J.Wells, *Introduction to molecular spectroscopy*. Academic Press, London, 1970, 386 pp.
11. R.E.Sievers, *Nuclear magnetic resonance shift reagents*. Academic Press, London, 1973, 410 pp.

12. J.Schraml, J.M.Bellama, *Two-dimensional NMR spectroscopy*. John Willey & Sons, New York, 1988, 220 pp.
13. *The Basics of NMR*. Joseph P. Hornak, Ph.D. <https://www.cis.rit.edu/htbooks/nmr/nmr-main.htm>
14. *Understanding NMR Spectroscopy*. James Keeler <https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=PKQJfaK4COoC&oi=fnd&pg=PR17&dq=understanding+nmr+spectroscopy+pdf&ots=ycOllk618N&sig=deMV80od6oB85Ntw8ltJvF3OytU#v=onepage&q&f=false>
15. E. J. COREY AND XUE-MIN CHELG Department of Chemistry Harvard University, Cambridge, Massachusetts. *THE LOGIC OF CHEMICAL SYNTHESIS*, 462pp.
16. *Introduction to strategies for organic synthesis* / Laurie S. Starkey. 2012, 360 pp.
17. *The Synthesis and Characterization of Inorganic Compounds*" W. L. Jolly
18. *Experimental Organometallic Chemistry: A Practicum in Synthesis and Characterization*" A. L. Wayda; M. Y. Darensbourg

- **Навчальний контент**

19. 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	СПЕКТРАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА 1.1. Електронні спектри поглинання 1.2. Дисперсія оптичного обертання та круговий дихроїзм Літ.: 92-103, 203-218 [1]. СРС: літ: 16-48 [2]
3-4	ІНФРАЧЕРВОНА СПЕКТРОСКОПІЯ 2.1. Спектроскопія комбінаційного розсіювання світла Літ.: 284-340.[3].
5-6	МАС-СПЕКТРОМЕТРІЯ 3.1. Типи йонів, що реєструються мас-спектрометром 3.2. Деякі мас-спектрометричні правила 3.3. Мас-спектри основних класів органічних сполук Літ.: 87-92, 96-102, 108-115 [4].
7-8	ЯДЕРНИЙ МАГНІТНИЙ РЕЗОНАНС 4.1. Магнітні властивості ядер елементів 4.2. Хімічне зміщення 4.3. Спін-спінова взаємодія Літ.: 232-233 [5].
9-10	4.4. Хімічний обмін

	<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. Лантанойідні 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 із органічних розчинників;
- зберігати особливо чисті органічні розчинники;
- синтезувати трет-бутиллітію;
- приготувати К-На-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-бромадмантану .
2. Карбоксилювання 1-бромадмантану. Одержання 1-адмантанкарбонової кислоти.
3. Етерифікація 1-адмантанкарбонової кислоти. Одержання метилового етеру 1-адмантанкарбонової кислоти.
4. Відновлення метилового етеру 1-адмантанкарбонової кислоти. Одержання 1-гідроксиметиладмантану.
5. Заміна гідроксильної групи 1-гідроксиметиладмантану на бром. Одержання 1-бромметиладмантану.
6. Бромовання 1-бромметиладмантану.
7. Одержання 1-бром-3-бромметиладмантану.
8. Фрагментація 1-бром-3-бромметил-адмантану.
9. Одержання 3,7-диметиленбіцикло[3.3.1]нонану.
10. Каталітичне бромовання адамантану. Одержання 1,3-дибромадмантану.
11. Фрагментація 1,3-дибромадмантану. Одержання 3-метилен-біцикло[3.3.1]

нонан-7-ону.

12. Гідроліз 1-бромадамантану. Одержання 1-гідроксиадамтану

20. Самостійна робота здобувачів вищої освіти рівня «магістр»

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до лабораторних занять: повторення лекційного матеріалу, написання протоколів, проведення розрахунків, оформлення звітів з лабораторних практикумів, вивчення розділів курсу, які заплановані для самостійного опрацювання.	15 годин
Підготовка до МКР	5 годин
Написання індивідуальної дослідницької пропозиції (Research Proposal) - РГР	31 година
Підготовка до екзамену	30 годин

- Політика та контроль

21. 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.

22. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

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

1. Семестровий контроль: письмовий екзамен.

1. Лабораторна робота:

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних роботах дорівнює 20 балів.

Критерії оцінювання:

20 бали: 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;

16 балів: Незначні помилки при виконанні лабораторної роботи або неправильно оформлений протокол та вирішення усіх завдань під час захисту роботи з незначними, непринциповими 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;

12 балів: 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 оцінюється в 20 балів.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи:

20 балів: «відмінно» – безпомилкове вирішення усіх завдань при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних знань з органічної хімії при вирішенні контрольних завдань;

16 балів: «добре» – вирішення усіх завдань з незначними, непринциповими 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;

14 балів: «задовільно» – вирішення усіх розрахункових вправ з двома – трьома досить суттєвими помилками; наявність суттєвих зауважень до теоретичних викладок, помилки у формулах;

12 балів: «достатньо» – вірне вирішення розрахункових вправ (але не менше 50 %); наявність принципових помилок у відповідях.

0 балів: відповідь принципово невірна або відсутня.

3. Розрахунково-графічна робота

Кількість завдань цього виду – 1.

Розрахунково-графічна робота у вигляді індивідуального завдання: дослідницької пропозиції (Research Proposal) оцінюється в 40 балів.

Критерії оцінювання розрахунково-графічної 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 скласти 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 – 20 балів.

МКР – 10 балів.

РГР – 40 балів.

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

Тоді на екзамен – 30 балів.

4. Екзамен

На екзамені 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:

Кількість балів	Оцінка
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

23. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Вимоги до оформлення РГР, перелік запитань до МКР та екзамену наведені на платформі Sikorsky-distance.

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 № 13 від 08.06.2023)

Погоджено: Методичною комісією хіміко-технологічного факультету (протокол № 9 від 25.05.2023)