|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 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 вищої освіти | *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 | *4.5 кредити ЄКТС* |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | *Екзамен письмовий/ МКР/РГР* |
| Розклад занять | *Лекції 36 год., лабораторні 18 год., Самостійна робота 81 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 |

# Програма навчальної дисципліни

# 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 (К10);
* Здатність використовувати сучасне спеціальне наукове обладнання та програмне забезпечення при проведенні експериментальних досліджень і здійсненні дослідно конструкторських розробок у сфері хімічних технологій та інженерії (К11);
* Здатність ідентифікувати, аналізувати і з науково-обґрунтованою аргументацією планувати стратегію вирішення хіміко-технологічних проблем і задач виробництв органічних матеріалів, косметичних продуктів, харчових добавок (К15);
* Здатність використовувати сучасні методи досліджень, планувати і проводити наукові експерименти та вирішувати актуальні технічні задачі в галузі органічного синтезу (К16).

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).

# 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.

# Зміст навчальної дисципліни

Тема1. 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.

# 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 compouds – N.Y.: Wiley,
	* 1. 2011, P. 557.
5. Prech E. Determination of the structure of organic compounds. – N.Y.: Wiley,
	* 1. 2006, P.480.
6. Hiraoka K. Fundamentals of Mass Spektrometry. – N.Y.: Springer, 2013. – P.
	* + - 1. 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,
	* 1. 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 Кeeler <https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=PKQlfaK4COoC&oi=fnd&pg=PR17&dq=understanding+nmr+spectroscopy+pdf&ots=ycOlIk618N&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, 462рр.
15. Introduction to strategies for organic synthesis / Laurie S. Starkey. 2012, 360 рр.
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

# 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 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4.5. Несиметричний обмін . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .4.6. Процеси релаксації . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .4.7. Ядерний ефект Оверхаузера (ЯЕО) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .Літ.: 268-280.[6]. |
| 11-12 | 4.8. Лантаноїдні зміщуючи реагенти (ЛЗР) . . . . . . . . . . . . . . . . . . .4.9. Прилади для дослідження ЯМР . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .4.10. Векторна модель магнітного резонансу . . . . . . . . . . . . . . . . . 4.11. Спектроскопія двовимірного ЯМР . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .Літ.: 595-630. [8]. |
| 13-14 | Стратегія і тактика органічного синтезу.Літ.: 15-24, 27-70, 190-199 [14]. |
| 15-16 |  Ретро-синтетичний аналіз.Літ.: 124-127 [15].  |
| 17-18 | Пошук джерел інформації та бази даних по будові та властивостям органічних сполук. Літ.: 487, 811[16]. |

**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 оксигену із органічних розчинників;
* зберігати особливо чисті органічні розчинники;
* синтезувати *трет*-бутиллітію;
* приготувати K-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. Бромування адамантану. Одержання 1-бромадамантану .
2. Карбоксилювання 1-бромадамантану. Одержання 1-адамантанкарбоно вої 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-гидроксиметиладамантану на бром. Одержання

 1-бромметиладамантану.

1. Бромування 1-бромметиладамантану.
2. Одержання 1-бром-З-бромметилада мангану.
3. Фрагментація 1-бром-З-бромметил-адамантану.
4. Одержання 3,7-диметиленбіцикло[3.3.1]нонану.
5. Каталітичне бромування адамантану. Одержання 1,3-дибромадамантану.
6. Фрагментація 1,3-дибромадамантану. Одержання 3-метилен-біцикло[3.3.1]

нонан-7-ону.

1. Гідроліз 1-бромадамантану. Одержання 1-гидроксиадамантану

# 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

# 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.*

# 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 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:

Rmax = 70 + 30 = 100 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 |

# 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 № 12 від 28.06.2022)

Погоджено: Методичною комісією хіміко-технологічного факультету (протокол № 10 від 23.06.2022)