|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Кафедра органічної хімії та технології органічних речовин |
| **РЕТРОСИНТЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ****Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)** |

# Реквізити навчальної дисципліни

|  |  |
| --- | --- |
| Рівень вищої освіти | *Другий(магістерський)*  |
| Галузь знань | *16 Хімічна інженерія та біоінженерія* |
| Спеціальність | *161 Хімічні технології та інженерія* |
| Освітня програма | *Хімічні технології та інженерія* |
| Статус дисципліни | *Вибіркова* |
| Форма навчання | *очна(денна)* |
| Рік підготовки, семестр | *1 курс, весняний семестр* |
| Обсяг дисципліни | *5 кредитів/150 годин (лекційні заняття – 36 годин, лабораторні заняття – 36 годин, СРС – 78 годин)* |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | *екзамен/ МКР/ДКР* |
| Розклад занять | *Лекція 4 години раз на два тижня (2 пари), лабораторні заняття 4 години раз на два тижня (2 пари) за розкладом на rozklad.kpi.ua*  |
| Мова викладання | *Українська* |
| 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

 Використовувати набуті знання з використанням ретросинтетичного аналізу є сучасним підходом при плануванні синтезу складних органічних молекул. При використанні ретросинтетичного аналізу можна вибрати найбільш оптимальний метод отримання нових органічних речовин. Прогнозувати та розробляти сучасні підходи синтезу.

 ***Предмет освітньої компоненти***: сучасні підходи в синтезі, стратегія і тактика

 органічного синтезу. Ретросинтетичний аналіз.

***Мета навчальної дисципліни:*** навчитися планувати синтез складних органічних молекул, використовувати сучасні підходи синтезу та ретросинтетичний аналіз.

**Вивчення освітнього компоненту посилює наступні спеціальні (фахові) компетентності:** (ФК 06) Здатність ідентифікувати, аналізувати і з

науково-обґрунтованою аргументацією планувати стратегію вирішення хімікотехнологічних проблем і задач хімічних виробництв; (ФК 07) Здатність використовувати сучасні методи досліджень, проводити наукові експерименти та вирішувати актуальні технічні задачі в області хімічних

технологій та інженерії.

**Вивчення освітнього компоненту посилює наступні програмні результати навчання:**

Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій (ПРН1).

Вміти застосовувати методи і підходи передових досліджень в сфері хімічних технологій та інженерії(ПРН 12). Вирішувати проблеми в області хімічної

технології та інженерії як за стандартними підходами, так й власними оригінальними методиками (ПРН13).

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

# *Пререквізити:* знання у хімічній технології та інженерії на бакалаврському рівні за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

 *Постреквізити:* набуті знання та вміння можуть знадобитися для вирішення проблем

 в сфері хімічних технологій та розробки нових синтетичних підходів синтезу

 нових речовин та функціональних матеріалів.

# Зміст освітньої компоненти

|  |  |
| --- | --- |
| Назви розділів і тем | Кількість годин |
| Всього | у тому числі |
| Лекції | Практичні (семінарські) | Лабораторні роботи | СРС |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Розділ 1**. ***Стратегія і тактика органічного синтезу*** |
| *Тема 1. Повний органічний синтез* | 12 | 2 |  | 2 | 8 |
| *Тема2. Ретросинтетичний аналіз* | 32 | 12 |  | 12 | 8 |
| *Контрольна робота 1* | 4 |  |  |  | 4 |
|  |  |  |  |  |  |
| Разом за розділом 1 | 48 | 14 |  | 14 | 20 |
| **Розділ 2**. ***Захист функціональних груп*** |
| *Тема 1. Захист гідроксильної та карбонільної групи* | 12 | 2 |  | 2 | 8 |
| *Тема 2. Захист карбоксильної групи, амінів та алкінів* | 12 | 2 |  | 2 | 8 |
| *Контрольна робота 2* | 4 |  |  |  | 4 |
|  |  |  |  |  |  |
| Разом за розділом 2 | 28 | 4 |  | 4 | 20 |
| **Розділ 3**. ***Синтез молекул*** |
| *Тема 1. Синтез молекул з функціональними групами* | 20 | 12 |  | 12 | 6 |
| *Тема 2.Синтез циклічних молекул* | 13 | 2 |  | 2 | 9 |
| *Тема 3.Синтез оптично-активних сполук* | 17 | 4 |  | 4 | 9 |
| *Контрольна робота 3* | 4 |  |  |  | 4 |
| *екзамен* | 10 |  |  |  | 10 |
| Разом за розділом 3 | 64 | 18 |  | 18 | 38 |
| **Всього годин**  | **150** | **36** |  | **36** | **78** |

# Навчальні матеріали та ресурси

*Базова:*

1. The Logic of Chemical synthesis, E.J.Corey and Xeu-Min Chelg, Department of Chemistry Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 462 p. (Дається у перекладі українською мовою)

*Додаткова:*

2. Modern Organic Synthesis: An Introduction. George S. Zweifel, Michael H. Nantz, University of California, 2006, 486 p.

3. Introduction to strategies for organic synthesis. Laurie S.Starkey. California State Polytechnic University, Pomona, 2012, 360 p.

4. Element of Synthesis Planning. R.W.Hoffmann, Phillips Universitat Marbyrg FB Chemie, Germany, 2009, 827 p.

5. Classics in total Synthesis. K.C.Nicolaou , E.J.Sorensen, 1996, 827 p.

# Навчальний контент

# Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

*Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням здобувачами вищої освіти рівня “магістр” лабораторних робіт 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.*

**Лекційні заняття**

|  |  |
| --- | --- |
| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС) |
| **Розділ 1**. **Стратегія і тактика органічного синтезу** |
| *Тема 1 – Повний органічний синтез* |
| 1 | Вступ. Цілі та задачі органічного синтезу. Перспективи розвитку. Видатні вчені органічного синтезу. Огляд історії розвитку органічного синтезу.*Література [1, с. 98-165; 4; 16].* |
| *Тема 2 – Ретросинтетичний аналіз* |
| 2 | Стратегія синтезу. Лінійний та конвергентний підхід до планування синтезу. Органічні реакції та синтетичні методи.*Література [1, ст. 203–206; 13, ст. 122–131; 8; 18].**СРС:* Розробка нових синтетичних методів: реакції кросс - з’єднання.*Література [1, ст. 127–130;].*  |
| 3 |  Ретросинтетичний аналіз. Основи концепції. Синтони та синтетичні еквіваленти.*Література [1, ст. 115–127, 3]* |
| 4 |  Електронний вплив функціональних груп на вуглецевий атом. *Література [1, ст. 135–154, 3; 5;].**СРС:* Синтони d2 та d4 типу та їхні синтетичні еквіваленти.*Література [1, ст. 128–129; ст. 146-154; 4].* |
| 5 | Нуклеофіли та електрофіли.*Література [1, ст. 155–164, 2].* |
| 6 | Тактика синтезу. Формування вуглецевого скелету. Взаємоперетворення функціональних груп.*Література [1, ст. 73–129].**СРС:* Нелогічний розрив зв’язку. *Література [1, ст. 136–174].* |
| 7 | Окисники та відновники.*Література [10, ст. 73–129].* |
| **Розділ 2**. **Захист функціональних груп** |
| *Тема 1 – Захист гідроксильної та карбонільної функціональних груп* |
| 8 | Захист гідроксильної та карбонільної функціональної групи.*Література [2, ст. 34–55, ст. 188–201, 4].**СРС:* Умови відновлення функціональних груп.*Література [2, ст. 164–180, 4].* |
| *Тема 2 – Захист карбонових кислот, амінів та алкінів* |
| 9 | Захист карбонових кислот, амінів та алкінів.*Література [3, с. 6-17; 3, с. 85-100, 7, с. 224-227].**СРС:* Умови відновлення функціональних груп.*Література [3, с. 89-99].* |
|  | **Розділ 3. Синтез монофункціональних молекул** |
|  | *Тема 1 – Синтез молекул з функціональними групами* |
| 10 | Синтез тіолів, тіоефірів, карбонільних сполук, спиртів, галогенпохідних, етерів*Література [3, с. 60-89, с. 82-141].**СРС:* Синтез ароматичних сполук. *Література [3, с. 84-113].* |
| 11 | Синтез амінів, анілінів*Література [3, с. 100-115, с. 152-162].* |
| 12 | Синтез алкенів, алкінів, алканів*Література [3, с. 116-125, с. 162-171].* |
| 13 | Синтез карбонових кислот та їхніх похідних*Література [3, с. 126-135, с. 172-184].* |
| 14 | Синтез карбонільних сполук*Література [3, с. 136-144, с. 185-191].* |
| 15 | Синтез спиртів, галогенпохідних, етерів*Література [3, с. 145-155, с. 192-214].* |
|  | *Тема 2 - Синтез циклічних молекул* |
| 16 | Сучасні методи синтезу циклічних молекул: трьох-, чотирьох-, п’яти- та шестичленних циклів.*Література [3, с.156-189, с. 215-241].**СРС:* Синтез великих циклів. *Література [3, с. 284-313].* |
|  | *Тема 3 – Синтез оптично-активних сполук* |
| 17 | Передбачення та контроль стереохімії. Нуклеофільне заміщення SN 2; реакції элемінування E2. Каталитичне гидрування алкінів (цис-). Відновлення ацетиленідів (транс-). Окислення алкенів OsO2. Приєднання до ненасичених сполук.*Література [3, с. 190-209, с. 217-241].* |
| 18 | Реакції з боргідридами. Эпоксидування алкенів, розкриття епоксидних циклів. Циклопропанування.*Література [3, с. 210-223].* |

**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-сплаву;
* гідрувати на каталізаторах Адамса та нікелі Реннея;
* робота у ампулах 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 робіт: повторення лекційного матеріалу, вивчення розділів курсу, які заплановані для самостійного опрацювання.* | *34 година* |
| *Підготовка до МКР* | *4 годин* |
| *Написання ДКР* | *10 годин* |
| *Підготовка до екзамену* | *30 годин* |
|  | *78 годин* |

# Політика та контроль

# Політика навчальної освітньої компоненти

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

*Складові рейтингу студента з освітньої компоненти “ Ретросинтетичний аналіз”:*

*1) виконання експрес-контрольних (Google Forms та menti.com) на лекціях;*

*2) виконання та захист 7 лабораторних робіт.*

*3) написання МКР.*

*4) виконання ДКР.*

*5) відповідь на екзамені.*

*Виконання лабораторних робіт та їх захист, написання МКР та виконання ДКР є обов’язковою складовою допуску до екзамену.*

*Система вимог, які викладач ставить перед студентом:*

*• правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, які передбачені РСО, обов’язковими складовими є отримання позитивної оцінки за ДКР та її захист, яка має складати не менше 60% від зазначеного в РСО;*

*• політика дедлайнів та перескладань: Перескладання результатів МКР не передбачено; для допуску до екзамену мають бути отримано позитивну оцінку за ДКР;*

*• при використанні цифрових засобів зв’язку з викладачем (мобільний зв’язок, електронна пошта, переписка в телеграм чатах) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

*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 та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:*

*1. Поточний контроль: опитування на лекційних заняттях, захист лабораторних робіт та оформлення усіх протоколів, написання МКР, виконання ДКР (позитивна оцінка, яка має бути не менше 60% від зазначеного в РСО).*

*2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

*3. Семестровий контроль: екзамен.*

1. *Семестровий контроль: екзамен*

Для перевірки засвоєння студентами знань, отриманих при прослуховуванні лекцій та при самостійній роботі у відповідності до учбового плану проводиться 3 контрольні роботи протягом всього семестру. Завдання контрольних робіт носять переважно практичний характер. Контрольні роботи проводиться за всіма темами кредитного модуля.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, отриманих за:

1. Виконання та захист 3-х контрольних робіт (МКР);
2. Домашня контрольна роботи;
3. Лабораторного практикуму;
4. Написання письмової екзаменаційної роботи.
	* + 1. **Модульна контрольна робота**

Модульна контрольна робота складається з трьох окремих контрольних робіт.

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за всі роботи дорівнює 10 балів × 3 = 30 балів. Рейтингові бали кожної роботи складаються з балів за виконання завдання роботи.

***Критерії оцінювання контрольної роботи:***

10-9 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;

8-7 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;

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

5-0 балів: відповідь принципово невірна або відсутня.

**2. Домашня контрольна робота**

Кількість завдань цього виду – 1.

Домашня контрольна робота оцінюється в 10 балів.

***Критерії оцінювання домашньої контрольної роботи:***

10 - 9 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;

8 - 7 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;

6-5 балів: «*задовільно*» – вирішення усіх розрахункових вправ з двома –трьома досить суттєвими помилками; наявність суттєвих зауважень до теоретичних викладок, помилки у формулах;

4-0 бали: «не*задовільно*» – вірне вирішення розрахункових вправ (але не менше 50 %); наявність принципових помилок у відповідях.

**1. Лабораторна робота:**

Ваговий бал – 2, всього 5 лабораторних робіт. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних роботах дорівнює 10 балів.

***Критерії оцінювання:***

2 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;

1 бал: 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;

0 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. 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.

**ШТРАФНІ ТА ЗАОХОЧУВАЛЬНІ БАЛИ**

Студенти, що набрали суму балів за семестр 30 і більше (0.6 рейтингу за роботу протягом семестру) можуть складати екзамен. Якщо семестровий рейтинг менше 30 балів 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 = 50 + 50 = 100 балів

Попередня рейтингова оцінка має бути не менше 30 балів.

МКР (Контрольні роботи) – 30 балів.

ДКР – 10 балів.

Лабораторні роботи - 10 балів

За семестр студент може набрати 30+10+10= 50 балів.

0,6 від рейтингу становить 30 балів.

Тоді на екзамен – 50 балів.

***Календарний контроль студентів***

*Календарний контроль студентів проводиться за значеннями поточного рейтингу студентів. Умова задовільного календарного контролю – рейтинг студента 50 % від максимально можливого на час проведення календарного контролю.*

*Перший календарний контроль (8 тиждень)*

*Максимально можливий рейтинг –10 балів. Для отримання «атестовано» студент повинен мати не менше ніж 5 балів.*

*Другий календарний контроль (14 тиждень)*

*Максимально можливий рейтинг – 20 балів. Для отримання «атестовано» студент повинен мати не менше ніж 10 балів.*

*Розрахунок шкали рейтингової оцінки з освітньої компоненти (RD):*

*Сума вагових балів контрольних заходів (Rc) протягом семестру складає:*

*R'C = ∑rk + ∑rs = 30+10+10+ ∑rs = 50 балів + ∑rs;*

*RC = ∑rk = 50 балів.*

*Екзаменаційна складова (RЕ) шкали дорівнює 50% від RD:*

*RЕ = 50 балів.*

*Таким чином, рейтингова шкала з освітньої компоненти складає*

*RD = RC + RЕ = 50 + 50 = 100 балів.*

*Розмір шкали рейтингу R = 100 балів.*

*Розмір стартової шкали RС = 50 балів.*

*Розмір екзаменаційної шкали RЕ = 50 балів.*

**3. Екзамен**

На екзамені студенти виконують письмову роботу. Кожне завдання містить одне теоретичне питання і два практичних. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне питання оцінюється у 10 балів, всього максимально 30 балів.

Система оцінювання кожного питання:

10 - 9 балів: «*відмінно*» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації);

8 - 6 бали: «*добре*» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);

5 - 4 бали: «*задовільно»* – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);

3 - 0 балів: *«незадовільно»* – незадовільна відповідь.

***Приклади питань до екзамену:***

1. Запропонуйте реагенти, необхідні для наступних перетворень, якщо необхідно більше стадії, то намалюйте всі проміжні продукти.



2. Напишіть усі проміжні продукти, отримані внаслідок таких перетворень.



3. Напишіть усі проміжні продукти, отримані внаслідок наступних перетворень.



4. Проведіть ретросинтетичний аналіз сполуки та запропонуйте метод його синтезу в кілька стадій, покажіть отримані синтони та відповідні синтетичні еквіваленти. 

5. Синтезуйте запропоновані молекули із бензолу використовуючи ретросинтетичний аналіз.

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)

* *Перелік запитань до МКР, завдань до ДКР та екзамену наведені у електронному кампусі*
* *Зарахування окремих результатів, отриманих в межах неформальної освіти, здійснюється згідно Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті https://osvita.kpi.ua/node/179*

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)