

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ
Кафедра органічної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор
інституту _____
Лендсел В.Г./
_____ 2023 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕХАНІЗМИ ОРГАНІЧНИХ РЕАКЦІЙ

Рівень вищої освіти	другий (магістерський) рівень
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Освітня програма	Освітньо-наукова програма «Хімія»
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Механізми органічних реакцій» для здобувачів вищої освіти галузі знань «10 Природничі науки» спеціальності «102 Хімія» освітньої програми «Хімія».

Розробник: Слякка М.В., д.х.н., професор кафедри органічної хімії

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри органічної хімії протокол №9 від «8» червня 2023 р.

Завідувач кафедри  Онисько М.Ю.

Схвалено науково-методичною комісією навчально-наукового інституту хімії та екології протокол № 10 від «26» червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Слякка М.В.

© Слякка М.В., 2023 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2023 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС –4	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 120	1-ий	
Кількість модулів –2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних –4 самостійної роботи студента –11	1 семестр	
	Лекції:	
	18	
	Практичні (семінарські):	
Вид підсумкового контролю: підсумковий модуль	Лабораторні:	
	24	
Форма підсумкового контролю: залік	Самостійна робота:	
	78	

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни

Метою дисципліни є набуття компетенції в галузі синтетичної органічної хімії. Дисципліна є продовженням і доповненням до базового курсу органічної хімії і знайомить з найбільш важливими ідеологічними та методологічними аспектами синтетичної органічної хімії. Вона сприяє забезпеченню загального та професійного розвитку здобувача освіти та скерована на поглиблення теоретичних знань галузі органічної хімії й одержання професійної підготовки на сучасному рівні.

Студент повинен знати:

фундаментальні основи загальної, неорганічної та органічної хімії, а також основи фізичних методів дослідження.

Студент повинен вміти:

пропонувати механізми й стадії перебігу хімічних процесів, які відбуваються при побудові органічної молекули; володіти основними прийомами органічного синтезу; грамотно вести підбір умов реакції для реалізації того чи іншого механізму та отримання оптимального результату; правильно орієнтуватись в науковій літературі та користуватись відповідною довідниковою літературою.

Навчання дисципліни має на меті розвивати у студентів такі компетентності:

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

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

ФК 9. Здатність обирати оптимальні методи та методики дослідження.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Механізми органічних реакцій**» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

Шифр НД за ОП ОК 11. Неорганічна хімія (ОП бакалавр 102 Хімія)
 ОК 15. Фізичні методи дослідження (ОП бакалавр 102 Хімія)
 ОК 17. Органічна хімія (ОП бакалавр 102 Хімія)

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «**Механізми органічних реакцій**», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знати та розуміти основні факти, закони, концепції, принципи, теорії, що стосуються предметної області.	ПРН 1
Синтезувати хімічні сполуки із заданими властивостями, аналізувати їх і оцінювати відповідність заданим вимогам.	ПРН 4

Знати методологію та організації наукового дослідження	ПРН 6
Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки	ПРН 10

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Механізми органічних реакцій**»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Вміти синтезувати хімічні сполуки органічної природи.	ПРН 4
Складати технічне завдання до проекту, розподіляти час, організовувати свою роботу і роботу колективу, складати звіт.	ПРН 11
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.	ПРН 14

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:

Поточне оцінювання рівня засвоєння теми здійснюється на кожному лабораторно-практичному занятті. Рейтингова оцінка формується на основі поточних оцінок та результатів виконання модульної контрольної роботи. Підсумкова оцінка за дисципліну може дорівнювати рейтинговій або ж встановлюватись за підсумками складання заліку. Наявність у студента 4 і більше годин невідпрацьованих практичних занять є невиконанням індивідуального навчального плану.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: виконана звітна робота за відповідною темою

Форма модульного контролю: контрольна робота

Форма підсумкового семестрового контролю: залік

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

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3					10	25
5	5	5								

T1, T2 ... – теми

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

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5			25	75
10	10	10	10	10						

T1, T2 ... – теми

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)
Лабораторно-практичні заняття (виконання та захист)	3	15	5	50
Модульна контрольна робота	1	10	1	25
Разом		25		75

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Оцінювання знань студентів з навчальної дисципліни «Механізми органічних реакцій» здійснюється на основі результатів поточного та підсумкового контролю.

Об'єктом оцінювання знань студентів є програмний матеріал навчальної дисципліни «Механізми органічних реакцій».

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовки студентів.

Завданням поточного контролю є перевірка розуміння та засвоєння лекційного матеріалу, набуття практичних навичок при розв'язуванні завдань, уміння самостійно опрацьовувати теоретичний матеріал, висловлювати та обґрунтовувати власні думки, проводити презентацію опрацьованого матеріалу, самостійно виконувати синтез гетероциклічних сполук. Завданням підсумкового контролю (заліку) є перевірка розуміння студентами програмного матеріалу в цілому, здатності логічно та послідовно розв'язувати практичні задачі, творчо використовувати накопичені знання, представляти та описувати одержані результати.

Результати поточного оцінювання роботи студентів вносяться у журнал обліку роботи викладача.

Об'єктами поточного контролю знань студентів є:

- активність та результативність роботи на лабораторно-практичних заняттях;
- виконання завдань для самостійного опрацювання;
- виконання індивідуальної роботи;
- виконання модульної контрольної роботи.

Виконання модульної контрольної роботи передбачає надання відповідей на завдання по синтезу чи хімічним властивостям певного класу гетероциклічних сполук ..

До модульної контрольної роботи допускаються студенти, які відвідали не менше 50% аудиторних занять і отримали не менше 35% від можливої кількості балів за поточну роботу.

Ті студенти, які за результатами поточного контролю отримали 35% і більше від максимально можливої кількості балів, допускаються до заліку.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D		
60-63	E	задовільно	
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 екзаменаційної оцінки (без екзаменів) – «відмінно», «добре», та «задовільно» (D). Студент має право підвищити оцінку, складаючи екзамен.

Оцінки FX, F (“2”) виставляються студентам, яким не зараховано хоча б один модуль з дисципліни після завершення її вивчення.

Студенту з оцінкою FX дозволяється скласти підсумковий модульний контроль. У випадку повторного одержання ним незадовільної оцінки, студент має право на повторне складання підсумкового модульного контролю (заліку) 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.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Загальні положення й закономірності механізмів реакцій приєднання до кратного зв'язку. (6 год)

Тема 1. Загальні положення й поняття. Механізм нуклеофільного приєднання (2 год).

Загальні положення й закономірності механізмів органічних реакцій реакцій. Поняття про електрофіли, нуклеофіли, радикали, нуклеофуги. Класифікація механізмів приєднання до кратного зв'язку. Механізм нуклеофільного приєднання до кратного зв'язку; основні вимоги до субстрату і реагенту. Механізми нуклеофільного приєднання до карбон-карбонного кратного зв'язку. Механізм нуклеофільного приєднання до карбон-гетероатом кратного зв'язку.

Тема 2. Механізм електрофільного приєднання (2 год).

Алгоритм електрофільного приєднання до кратного зв'язку; основні типи перехідних станів; вплив різних факторів на перебіг процесу приєднання; причини утворення побічних продуктів; регіо- та стерео-селективність електрофільного приєднання. Основні приклади процесів електрофільного приєднання: електрофільне приєднання водню до олефінових $C=C$ зв'язків; електрофільне приєднання галогенів до подвійного карбон-карбонного зв'язку; приєднання галогенів до ацетиленового зв'язку; електрофільне приєднання галогеноводнів до кратних карбон-карбонних зв'язків. Правило Марковнікова-Зайцева-Вагнера, його сучасна інтерпретація.

Тема 3. Механізм електрофільної внутрішньомолекулярної гетероциклізації (2 год).

Реакції електрофільного приєднання із внутрішньомолекулярною гетероциклізацією на електродонорну групу як метод синтезу різноманітних моно-гетероциклічних і конденсованих гетероциклічних систем. Основні механізми; умови реалізації та перебігу електрофільної внутрішньомолекулярної гетероциклізації. Вимоги до структури субстрату і природи реагенту. Основні фактори, які впливають на регіо- й стерео-хімію процесу. Зелені аспекти методології реалізації електрофільної внутрішньомолекулярної гетероциклізації.

Модуль 2. Механізми заміщення, окиснення, перегрупування та елімінування. (12 год)

Тема 1. Механізми окиснення (2 години).

Гомолітичне приєднання до ненасиченого атому карбону як основний механізм реакції окиснення органічних сполук. Фактори, які впливають на регіо- та стерео-селективність процесу; вимоги до структури субстрату та природи реагенту. Причини утворення побічних продуктів при окисненні органічних сполук.

Тема 2. Механізм елімінування (2 год)

Основні типи реакцій елімінування та механізмів їх протікання. Механізм реакцій екструзії. Механізм α -елімінування; β -елімінування. Механізм реакцій E1, E2, E1cB. Механізм альдольного розщеплення. Механізм елімінування галогеноводнів. Інтерпретація правила Зайцева; правила Гофмана. Механізм декарбоксилування, дегалогенування, деалкоксигалогенування, дегідратації.

Тема 3. Механізми перегрупування (4 год).

Механізм секстетного перегрупування. Утворення атомів із секстетом електронів при електрофільному приєднанні до алкенів. Пінаколінове перегрупування, утворення пінаколіну. Перегрупування дициклонолів. Перегрупування гліколів з арильними замісниками. Перегрупування симетрично заміщених двоторинних гліколів із утворенням альдегідів. Ретропінаколінове перегрупування. Перегрупування Вагнера-Меєрвейна. Механізм міграції від атому карбону до атому кисню. Роботи Кріге. Розщеплення кислотами гідроперекису кумолу на фенол і ацетон. Окислення по Баєру-Вілігеру. Механізм перегрупування систем багатих електронами. Перегрупування від нітрогену до карбону – перегрупування Стівена, Віттіга, Сомле. Бензидинове перегрупування. Семідинове перегрупування. Індольний синтез по Фішеру. Перегрупування Фаворського. Перегрупування від атому кисню до атому карбону. Перегрупування Клайзена. Ізомеризація алілфенілового етеру в 2-алілфенол. Перегрупування алілового етеру гваяколу в орто-свєнол. Перегрупування кротил-фенілового етеру.

Тема 4. Механізми нуклеофільного та вільно радикального заміщення (2 год).

Класифікація механізмів заміщення в органічних молекулах. Механізм вільно радикального заміщення біля насиченого атому карбону; основні вимоги до субстрату і реагенту. Механізм нуклеофільного заміщення біля насиченого атому карбону; основні вимоги до субстрату і реагенту. Механізм нуклеофільного заміщення біля ненасиченого атому карбону; основні вимоги до субстрату і реагенту. Механізм нуклеофільного заміщення в активованих і неактивованих ароматичних й гетероароматичних системах; основні вимоги до субстрату і реагенту.

Тема 5. Механізми електрофільного заміщення (2 год).

Механізм електрофільного заміщення біля насиченого атому карбону; основні вимоги до субстрату і реагенту. Механізм електрофільного заміщення біля ненасиченого атому карбону; основні вимоги до субстрату і реагенту. Механізм електрофільного заміщення в активованих і неактивованих ароматичних й гетероароматичних системах; основні вимоги до субстрату і реагенту. Регіоселективність заміщення; орієнтанти I, II роду; гіперконюгація; узгоджена й неузгоджена орієнтація.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Форма навчання:				
	у тому числі				
Усього	лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
Модуль 1					

Тема 1. Загальні положення й поняття. Механізм нуклеофільного приєднання.		2			
Тема 2. Механізм електрофільного приєднання.		2		2	12
Тема 3. Механізм електрофільної внутрішньо-молекулярної гетероциклізації.		2		2	10
Модульна контрольна робота					
Разом за модуль		6		4	22
Модуль 2					
Тема 1. Механізми окиснення.		2		4	10
Тема 2. Механізм елімінування.		2		4	10
Тема 3. Механізми перегрупування.		4		4	12
Тема 4. Механізми нуклеофільного та вільно радикального заміщення.		2		4	12
Тема 5. Механізми електрофільного заміщення.		2		4	14
Модульна контрольна робота					
Разом за модуль		12		20	56
Разом за семестр	120	18		24	78

6.3. Теми лабораторно-практичних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Індивідуальний органічний синтез. Інтерпретація механізму перебігу реакції.	2	
2	Індивідуальний органічний синтез. Інтерпретація механізму перебігу реакції	2	
3	Індивідуальний органічний синтез. Інтерпретація механізму перебігу реакції	4	
4	Індивідуальний органічний синтез. Інтерпретація механізму перебігу реакції	4	
5	Індивідуальний органічний синтез. Інтерпретація механізму перебігу реакції	4	
6	Індивідуальний органічний синтез. Інтерпретація механізму перебігу реакції	4	
7	Індивідуальний органічний синтез. Інтерпретація механізму перебігу реакції	4	
Разом		24	

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Механізм електрофільного приєднання.	12	
2	Механізм електрофільної внутрішньо-молекулярної гетероциклізації.	10	
3	Механізми окиснення.	10	
4	Механізм елімінування.	10	
5	Механізми перегрупування.	10	
6	Механізми нуклеофільного та вільно радикального заміщення.	12	
7	Механізми електрофільного заміщення.	14	
Разом		78	

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Механізми органічних реакцій : навчально-методичний посібник, підручник для вищих навчальних закладів хімічного профілю. С. А. Курта, – Івано-Франківськ : Прикарпат. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2020. – 146 с.
2. Механізми органічних реакцій: навч. посібник / уклад. О. М. Швед, М. А. Сінельникова, Ю. М. Беспалько. – Вінниця: ДонНУ, 2016. – 60 с
3. Електрофільне та нуклеофільне заміщення в ароматичному ядрі: Навчальний посібник для студентів хімічного факультету. О. В. Гордієнко, М. Ю. Корнілов, Ю. М. Воловенко, - Київ: КНУ, 2009. – 92с.
4. Механізми органічних реакцій у розчинах: навч. посіб. / В.Г. Пивоваренко – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 303 с.
5. Навчальні матеріали до дисципліни на сайті електронного навчання УжНУ <https://elearn.uzhnu.edu.ua/>

Додаток 2

Результати перегляду робочої програми навчальної дисципліни

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами(Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)