

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
ДИРЕКТОР НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО ІНСТИТУТУ
ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ
_____ /Лендел В.Г./
«_____» _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТОДОЛОГІЯ ОРГАНІЧНОГО СИНТЕЗУ

Рівень вищої освіти **Другий (магістерський)**

Галузь знань **10 Природничі науки**

Спеціальність **102 Хімія**

Освітня програма **Хімія**

Статус дисципліни **Вибіркова**

Мова навчання **Українська**

Ужгород 2022

Робоча програма навчальної дисципліни «**Методологія органічного синтезу**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки** спеціальності **102 Хімія** освітньої програми «**Хімія**»

Розробник: Різак Г.В., канд. фармацевтичних наук, доцент кафедри органічної хімії

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри органічної хімії

протокол № ___ від «___» _____ 2022 р.

Завідувач кафедри _____ Онисько М.Ю.

Схвалено науково-методичною комісією Навчально-наукового інституту хімії та екології

протокол № ___ від «___» _____ 2022 р.

Голова науково-методичної комісії _____ Сливка М.В.

© Різак Галина Вікторівна. 2022 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2022 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	5	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента – 12	10	
	Лекції:	
	18	
	Практичні (семінарські):	
	-	
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні:	
	24	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	78	

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Методологія органічного синтезу» є пізнання основних сучасних методів та загальних підходів до цілеспрямованого синтезу складних органічних сполук. Забезпечити оволодіння студентами фундаментальних основ методології органічної хімії, зокрема, стратегією і тактикою органічного синтезу, методами утворення зв'язків Карбон-елемент; вміння досліджувати будову цільової сполуки з точки зору ретросинтетичного підходу; формування здібностей експериментатора та спонукання до самостійної роботи студента з метою активізації його пізнавальної та практичної діяльності.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Методологія органічного синтезу» є засвоєння кожним студентом наступних основних розділів: методи утворення різних зв'язків між атомами Карбону а також між Карбоном та такими елементами, як Гідроген, Оксиген, Нітроген, Сульфур, галогени; засвоїти методи синтезу, які базуються на перегруповуваннях, реакціях елімінування та захисті функціональних груп. При проведенні практичних та лабораторних робіт студент повинен засвоїти номенклатуру та ізомерію органічних речовин, отримати навички синтезу та дослідження органічних сполук.

Відповідно до освітньої програми «Хімія. Екологія» вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- загальні:

ЗК-06 Знання, розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК-11 Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

- фахові:

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

ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Згідно з структурно-логічною схемою та навчальним планом освітньої програми, дисципліна викладається у десятому семестрі п'ятого року навчання і потребує в якості передумов вивчення курсу «Органічної хімії».

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Хімія. Екологія», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.	ПРН 3
Знати методологію та організації наукового дослідження.	ПРН 6
Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.	ПРН 9

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Методологія органічного синтезу»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.	ПРН 3
Знати методологію та організації наукового дослідження.	ПРН 6
Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.	ПРН 9

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:

- залік;
- тести;
- розрахункові та розрахунково-графічні задачі;
- завдання на лабораторному обладнанні.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: колоквиуми, письмові запитання, виконання лабораторних робіт, письмові тести.

Форма модульного контролю: письмова.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік з навчальної дисципліни в обсязі навчального матеріалу, передбаченого робочою програмою навчальної дисципліни.

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

Поточне оцінювання та самостійна робота			Модульна контрольна робота		Сума
T1	T2	T3	T4		60
10	10	10	10		

T1 – Вступ. Утворення зв'язку Карбон-Гідроген, T2 – Утворення зв'язку Карбон-Галоген, T3 – Утворення зв'язку Карбон-Оксиген, T4 – Утворення зв'язку Карбон-Сульфур.

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

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота		Сума
T5	T6	T7	T8	T9		50
10	10	10	10	10		

T5 – Утворення зв'язку Карбон-Нітроген, T6 – Утворення зв'язку Карбон-Карбон, T7 – Перегрупування, T8 – Елімінування, T9 – Захист функціональних груп.

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)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	4	40	5	50
Модульна контрольна робота	1	60	1	50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота складається із теоретичної письмової частини (50 балів) та практичної частини (50 балів), яка виконується на комп'ютері. Під час виконання теоретичної письмової частини користуватись будь-якими інформаційними джерелами заборонено. Під час виконання практичної частини можна користуватись будь-якими інформаційними джерелами, крім допомоги інших студентів. Тривалість виконання усієї модульної контрольної роботи становить 1,5 години. Після виконання теоретичної частини студент приступає до практичної. Таким чином, студент самостійно вирішує, скільки часу йому відвести на теоретичну, і скільки – на практичну частину.

Оцінку «*відмінно*» (А, 90-100 балів) одержує студент, який дав не менше 90% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, без помилок відповідей на письмові завдання.

Оцінку «*добре*» (В, 82-89 балів) одержує студент, який дав не менше 82% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився окремих незначних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*добре*» (С, 74-81 балів) одержує студент, який дав не менше 74% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився окремих незначних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*задовільно*» (D, 64-73 бали) одержує студент, який дав не менше 64% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився значних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*задовільно*» (E, 60-63 бали) одержує студент, який дав не менше 60% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився значних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*незадовільно, з можливістю повторного складання*» (FX, 35-59 балів) одержує студент, який дав не менше 35% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився грубих помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*незадовільно, з можливістю повторного складання*» (F, 0-34 балів) одержує студент, який дав менше 35% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився грубих помилок у відповідях на письмові завдання або не надав відповіді на поставлені перед ним письмові завдання.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Методологія органічного синтезу» здійснюється у виді заліку. Контроль проводиться в усній формі шляхом співбесіди, або, у випадку дистанційного навчання в умовах карантину, може проводитися «on-line» з використанням сайту електронного навчання <https://e-learn.uzhnu.edu.ua/> та платформи Google Meet.

Кількість балів, яку набрав студент з дисципліни «Методологія органічного синтезу», визначається як середнє арифметичне кількості балів з відповідного модуля дисципліни.

Загальна кількість балів складає 100 рейтингових балів (100%). Переведення кількості набраних балів в оцінку здійснюється згідно схеми:

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		Іспит	Залік
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
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 семестрової оцінки (без здачі) – «відмінно», «добре», та «задовільно» (E). Студент має право підвищити оцінку, складаючи іспит.

Іспит виставляється (без складання) у випадку набору кількості балів, що відповідає мінімальній оцінці «задовільно» (E).

Оцінки FX, F («2») виставляються здобувачам, яким не зараховано, хоча б один модуль з дисципліни після завершення її вивчення.

Студенту з оцінкою FX дозволяється скласти семестровий контроль. У випадку повторного одержання ним незадовільної оцінки, здобувач має право на повторне складання підсумкового модульного контролю (заліку) не більше 2-х разів, згідно затвердженого графіку.

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. Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (0-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової відомості.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Утворення зв'язку між Карбоном та іншими елементами.

Тема №1. Вступ. Утворення зв'язку Карбон-Гідроген.

Тема №2. Утворення зв'язку Карбон-Галоген.

Тема №3. Утворення зв'язку Карбон-Оксиген.

Тема №4. Утворення зв'язку Карбон-Сульфур.

Модуль №2. Утворення зв'язку між атомами Карбону та утворення зв'язку Карбон-Нітроген. Реакції перегрупування, елімінування та захист функціональних груп.

Тема №5. Утворення зв'язку Карбон-Нітроген.

Тема №6. Утворення зв'язку Карбон-Карбон.

Тема №7. Перегрупування.

Тема №8. Елімінування.

Тема №9. Захист функціональних груп.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
Модуль 1. <u>Утворення зв'язку між Карбоном та іншими елементами. Реакції перегрупування, елімінування, захист функціональних груп.</u>						
1. Вступ. Утворення зв'язку Карбон-Гідроген.	16	2		4		10
2. Утворення зв'язку Карбон-Галоген.	14	2		4		8
3. Утворення зв'язку Карбон-Оксиген.	6	2		4		
4. Утворення зв'язку Карбон-Сульфур.	6	2		4		
Модульна контрольна робота	2	2				

Модуль 2. Утворення зв'язку між атомами Карбону та утворення зв'язку Карбон-Нітроген. Реакції перегрупування, елімінування та захист функціональних груп.						
Утворення зв'язку Карбон-Нітроген.	3	1		2		
Утворення зв'язку Карбон-Карбон.	24	2		2		20
Перегрупування.	23	1		2		20
Елімінування.	11	1				10
Захист функціональних груп.	11	1				10
Модульна контрольна робота	2	2				
Залік	2			2		
Разом за семестр	120	18		24		78

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Ознайомлення з правилами техніки безпеки у лабораторії. Індивідуальний синтез, який включає створення зв'язку Карбон-Гідроген.	2	
2	Індивідуальний синтез, який включає створення зв'язку Карбон-галоген.	4	
3.	Індивідуальний синтез, який включає створення зв'язку Карбон-Оксиген.	4	
4	Індивідуальний синтез, який включає створення зв'язку Карбон-Сульфур.	2	
5	Індивідуальний синтез, який включає створення зв'язку Карбон-Нітроген.	4	
6	Індивідуальний синтез, який включає створення зв'язку Карбон-Карбон.	4	
7	Індивідуальний синтез, який включає перегрупування.	4	
Разом		24	

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Добування галогеноводнів та їх властивості. Приєднання галогеноводнів до ненасичених вуглеводнів із потрійним зв'язком. Приєднання фтористого водню. Фтористий вініл. Приєднання хлористого водню. Хлористий вініл. Хлоропрен.	18	

	Заміна зв'язку Карбон-Нітроген на зв'язок Карбон-Галоген в аліфатичних амінах (дія пентагалогенідів фосфору), в ароматичних і в гетероциклічних сполуках (реакція Зандмессера, Гаттермана, Несмеянова, Шимана). Заміна зв'язку Карбон-Сульфур на зв'язок Карбон-Галоген; заміна зв'язку Карбон-Карбон на зв'язок Карбон-Галоген (реакція Бородіна-Хунсдікера).		
2	Утворення зв'язку Карбон-Карбон електрофільним заміщенням біля ненасиченого атома Карбону. Утворення похідних бензену. Утворення альдегідів за реакцією Гаттермана-Коха. Механізм реакції. Синтез кетонів і ціанідів. Реакція формілювання. Синтез альдегідів за допомогою синильної кислоти. Взаємодія похідних бензену із формальдегідом. Синтез хіноліну – синтез Скраупа. Синтез Дебнера-Міллера. Взаємодія карбенів із бенzenом. Синтез Кольбе. Утворення <i>o</i> -оксибензенової кислоти. Промисловий метод одержання саліцилової кислоти (метод Кольбе – Шмідта). Утворення резорцилової кислоти. Утворення <C-C> зв'язку нуклеофільним заміщенням біля ненасиченого атома Карбону. Складноєфірна конденсація Кляйзена. Ацилювання діетилового естеру щавлевої кислоти, діетилового естеру вугільної кислоти. Ацилювання галогенангідридами карбонових кислот. Ацилювання алкілціанідів. Ацилювання кетонів. Ацилоїнова конденсація. Реакція Торпа.	20	
3	Міграція від атома Карбону до атома Нітрогену. Розщеплення амідів карбонових кислот (Гофман). Перегрупування амиду (<-бензилпропіонової кислоти в <-бензилетиамін). Добування <i>m</i> -броманіліну, антранілової кислоти. Перегрупування Лоссена. Реакція Курціуса. Перегрупування Шмідта, Бекмана. Добування капролактаму в промисловості.	30	
Разом		78	

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: Ваги технічні та аналітичні, магнітні мішалки, комп'ютери та ноутбуки, мультимедійні проектори, рефрактометри, фотоелектроколометри, дистильатор, роторний випарювач LRV2, прилад для визначення температури плавлення, плитки електричні, комплект обладнання для тонкошарової хроматографії, для титриметричного аналізу та постановки експериментів з органічного синтезу, набір реактивів та лабораторного посуду. Програмне забезпечення: Google Meet, Google Disc, система електронного навчання Moodle <https://e-learn.uzhnu.edu.ua/>

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. E.J.Corey, X.Cheng, The Logic of Chemical Synthesis, 1989, John Wiley, New York.
2. Smith M. B. Organic Synthesis. – N.Y.: Academic Press, 2016. – 1083 p.
3. Григоренко О. О., Шабликіна О. В. Сучасні методи органічного синтезу підручник для студ. хім. ф-ту. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
4. Григоренко О. О. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник для студентів хімічного факультету. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2013. – 114 с.

Допоміжна література

1. Tsuji J. Palladium Reagents and Catalysts: New Perspectives for the 21st Century / J. Tsuji. – John Wiley & Sons, 2004. – 670 p.
2. Warren S. Designing Organic Syntheses. A Programmed Introduction to the Synthron Approach – John Wiley & Sons, 1991. – 285 p.
3. П.А. Глубіш. Органічний синтез. К.: ІЗМН. т. 1,2. 1997.
4. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. / За заг. ред. проф. В.П. Черних. — 3-тє вид. випр. і доп. -Х.: Вид-во. НФаУ; Оригінал, 2017. — 752 с. іл.
5. Лендел В.Г., Балог І.М., Онисько М.Ю., Різак Г.В. Навчальний посібник з «Біоорганічної хімії». // ВАТ «Патент» Ужгород, 2003. – 215 с. (Рекомендовано МОН України для студентів ВУЗів).
6. Шкумат А.П. Основи синтезу органічних речовин і створення матеріалів. Лабораторний практикум вибіркового курсу: Навчальний посібник для студентів хімічного факультету – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2008. – 312 с.
7. Воловенко Т.А., Воловенко Ю.М. Окиснення органічних сполук: Навчальний посібник. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2006.
8. Різак Г.В. Методологія органічного синтезу. Навчальний посібник для студентів хімічних спеціальностей // Різак Г.В. - Ужгород: кафедра органічної хімії ДВНЗ «УжНУ», 2023. - 387 с

Інформаційні ресурси в мережі інтернет

1. Короткіх М.І., Швайка О.П. Органічна хімія//Енциклопедія Сучасної України: енциклопедія [електронна версія] / ред.: І.М. Дзюба, А.І. Жуковський, М.Г. Железняк та ін.; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2022. Т. 24. URL: <https://esu.com.ua/article-76075>.
2. Методологія органічного синтезу : консп. лекцій для студ. хім. спец. «органічна хімія» вищ. навч. закл. / М. В. Сливка, М. М. Фізер, В. Г. Лендел; рец. : М. Ю. Онисько, О. П. Кохан ; М-во освіти і науки України, Ужгор. нац. ун-т, Хім. ф-т, Каф. орган. хімії. – Ужгород : ДВНЗ "УжНУ", 2019. – 170 с. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/26840>.
3. Фізер М.М., Кривов'яз А.О., Сливка М.В., Лендел В.Г. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «МЕТОДОЛОГІЯ ОРГАНІЧНОГО СИНТЕЗУ». М-во освіти і науки України, Ужгор. нац. ун-т, Хім. ф-т, Каф. орган. хімії. – Ужгород : ДВНЗ "УжНУ", 2019. - 94 с. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/27397>.

Результати перегляду робочої програми навчальної дисципліни

Робоча програма перезатверджена 2023/2024 н.р. без змін: зі змінами

протокол № від « »

2023 р. Завідувач кафедри

Онисько М.Ю.