ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра неорганічної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з наукової роботи ДВНЗ УжНУ
__________ Студеняк І.П.
«_17_» _березня_ 20_19_ року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ * ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ" * код 02070832

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теоретичні основи органічної хімії

Рівень вищої освіти	**третій (освітньо-науковий)**
Галузь знань	**10 Природничі науки**
Спеціальність	**102 Хімія**
Освітня програма	**Освітньо-наукова програма для здобувачів третього рівня вищої освіти «доктор філософії»**
Статус дисципліни	**вибіркова**
Мова навчання	**українська**

Ужгород 2019

Робоча програма навчальної дисципліни «**Теоретичні основи органічної хімії**» для здобувачів третього рівня вищої освіти «доктор філософії»

Розробники: Онисько М.Ю., к.х.н., доцент

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри органічної хімії

протокол № 1 від «29» серпня 2019 р.
Завідувач кафедри ______________ Онисько М.Ю.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету
протокол № 1 від «4» вересня 2019 р.
Голова науково-методичної комісії ______________ Кепич М.В.

© Онисько М.Ю., 2019 р.
© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2019 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td colspan="2">Розподіл годин за навчальним планом</td></tr>
<tr><td>Денна форма навчання</td><td>Заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів ЄКТС – 6 (3)</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 180(90)</td><td>1-й</td><td>1-й</td></tr>
<tr><td>Кількість модулів – 2</td><td colspan="2">Семестр:</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Тижневих годин
для денної форми навчання:
аудиторних – 2
самостійної роботи аспіранта – 2</td><td>1-й,2-й</td><td>1-й. 2-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції:</td></tr>
<tr><td>30</td><td>10</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні (семінарські):</td></tr>
<tr><td>30</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Вид підсумкового контролю: залік, іспит</td><td colspan="2">Лабораторні:</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Форма підсумкового контролю: усна</td><td colspan="2">Самостійна робота:</td></tr>
<tr><td>120</td><td>80</td></tr>
</table>

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів» є ознайомлення аспірантів з сучасними підходами синтезу гетероциклів методом електрофільної гетероциклізації, дослідження механізмів таких реакцій, моделювання напрямків проходження реакцій.

Цілі: ознайомлення здобувачів, які спеціалізуються на кафедрі органічної хімії, з методом електрофільної гетероциклізації, визначення структурних особливостей субстратів та реакційної здатності електрофільних реагентів, засвоєння методів фізико-хімічного аналізу органічних сполук, навчити здобувачів користуватися методами моделювання органічних реакцій при виконанні експериментальних робіт по одержанню та дослідженню нових біоактивних гетероциклічних сполук.

Відповідно до освітнь-наукової програми, вивчення дисципліни **«Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів»** сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

– **загальні компетенції: з**датність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1); навички використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-2); здатність проведення самостійних досліджень на сучасному рівні (ЗК-3); здатність до пошуку, обробки на аналізу інформації з різних джерел (ЗК-4); здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК-5); здатність працювати в міжнародному науковому просторі (ЗК-6); здатність до планування часу (ЗК-8); здатність комунікації на фахову тематику з нефахівцями (ЗК-10).

– **фахові компетенції:** . Здатність застосовувати хімічні знання для систематизації різноманітних пов'язаних фактів і явищ (ФК-1); здатність визначати завдання хімічного дослідження (ФК-2); здатність вирізняти із накопичених спостережень відтворювані експериментальні факти (ФК-3); здатність створювати та порівнювати між собою хімічні та математичні моделі хімічних об'єктів, процесів та явищ (ФК-4); здатність оцінювати моделі з точки зору їх відповідності хімічним об'єктам процесам та явищам, для пояснення яких застосовуються дані моделі (ФК-5); вміння здійснювати комп'ютерне моделювання хімічних процесів, у тому числі із застосуванням існуючого програмного забезпечення (ФК-6); знайомство з інформаційними технологіями та електронікою (ФК-8); володіння теоретичними методами, що застосовуються для дослідження хімічних систем та матеріалів (ФК-10).

3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньо-наукової програми**,** вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН)**:**

Сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі хімії та суміжних галузей знань.	ПРН1.1
Праці провідних зарубіжних вчених, наукових шкіл та фундаментальних праць у галузі дослідження.	ПРН 1.2
Формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу, усвідомлювати його актуальність і значення для розвитку інших галузей науки, суспільно-політичного, економічного життя.	ПРН 2.1
Формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження.	ПРН 2.2
Проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.	ПРН 2.3
Формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції.	ПРН 2.5

Формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми.	ПРН 2.6
Аналізувати наукові праці в галузі хімії, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання.	ПРН 2.7
Здійснювати моніторинг наукових джерел інформації відносно досліджуваної проблеми.	ПРН 2.8
Визначати інформаційну цінність джерел шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами.	ПРН 2.9
Вести спілкування в діалоговому режимі з широкою науковою спільнотою та громадськістю в галузі хімії.	ПРН 3.1
Кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях у фахових виданнях, вести конструктивний діалог з рецензентами та редакторами.	ПРН 3.2
Професійно презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях, семінарах, практично використовувати іноземну мову (в першу чергу - англійську) у науковій, інноваційній та педагогічній діяльності.	ПРН 3.3
Здатність працювати в команді, мати навички міжособистісної взаємодії.	ПРН 3.4
Ініціювати наукові та інноваційні комплексні проекти в галузі хімії, лідерство та автономність під час їх реалізації.	ПРН 4.1
Діяти, дотримуючись принципів соціальної відповідальності, на основі етичних міркувань (мотивів).	ПРН 4.2
Самовдосконалюватися, нести відповідальність за новизну наукових досліджень та прийняття експертних рішень.	ПРН 4.3
Приймати обґрунтовані рішення, мотивувати людей та рухатися до спільної мети.	ПРН 4.4

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни **«Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів».**

Здобувач повинен:

Знати: метод електрофільної гетероциклізації ненасичених похідних гетероциклів, механізм й стадії перебігу процесу, умови проведення реакцій, структурні вимоги до будови субстрату та електрофільного реагенту;.

Вміти: самостійно працювати з науковою спеціалізованою літературою в області синтезу гетероциклічних сполук, використовувати засвоєний матеріал в практичній діяльності для вирішення конкретних задач по вивченню механізмів органічних реакцій,. володіти основними прийомами органічного синтезу; грамотно вести підбір умов реакції для отримання оптимального результату.

Шифр ОРН	**Програмні результати навчання**	**Шифр ПРН**
ОРН 1	Сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі хімії та суміжних галузей знань.	ПРН1.1
ОРН 2	Праці провідних зарубіжних вчених, наукових шкіл та фундаментальних праць у галузі дослідження.	ПРН 1.2
ОРН 3	Формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу, усвідомлювати його актуальність і значення для розвитку інших галузей науки, суспільно-політичного, економічного життя.	ПРН 2.1
ОРН 4	Формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження.	ПРН 2.2
ОРН 5	Проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.	ПРН 2.3

ОРН 6	Формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції.	ПРН 2.5
ОРН 7	Формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми.	ПРН 2.6
ОРН 8	Аналізувати наукові праці в галузі хімії, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання.	ПРН 2.7
ОРН 9	Здійснювати моніторинг наукових джерел інформації відносно досліджуваної проблеми.	ПРН 2.8
ОРН 10	Визначати інформаційну цінність джерел шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами.	ПРН 2.9
ОРН 11	Вести спілкування в діалоговому режимі з широкою науковою спільнотою та громадськістю в галузі хімії.	ПРН 3.1
ОРН 12	Кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях у фахових виданнях, вести конструктивний діалог з рецензентами та редакторами.	ПРН 3.2
ОРН 13	Професійно презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях, семінарах, практично використовувати іноземну мову (в першу чергу - англійську) у науковій, інноваційній та педагогічній діяльності.	ПРН 3.3
ОРН 14	Здатність працювати в команді, мати навички міжособистісної взаємодії.	ПРН 3.4
ОРН 15	Ініціювати наукові та інноваційні комплексні проекти в галузі хімії, лідерство та автономність під час їх реалізації.	ПРН 4.1
ОРН 16	Діяти, дотримуючись принципів соціальної відповідальності, на основі етичних міркувань (мотивів).	ПРН 4.2
ОРН 17	Самовдосконалюватися, нести відповідальність за новизну наукових досліджень та прийняття експертних рішень.	ПРН 4.3
ОРН 18	Приймати обґрунтовані рішення, мотивувати людей та рухатися до спільної мети.	ПРН 4.4

Вивчення вибіркової дисципліни «Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів» потребує використання знань здобувачів з курсів органічної хімії, аналітичної хімії, фізичної хімії, які були набуті за програмами освітньо-кваліфікаційних рівнів бакалавр та магістр.

4. 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:

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

ОРН 1 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
ОРН 2 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
ОРН 3 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
ОРН 4 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
ОРН 6 – усна відповідь, виконання практичних навичок,

ОРН 7 – усна відповідь, виконання практичних навичок.
ОРН 8 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
ОРН 9 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
ОРН 10 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
ОРН 11 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
ОРН 12 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
ОРН 13 – усна відповідь, виконання практичних навичок.
ОРН 14 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
ОРН 15 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
ОРН 16 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
ОРН 17 – усна відповідь, виконання практичних навичок.
ОРН 18 – усна відповідь, виконання практичних навичок.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

– вибіркове усне опитування перед початком занять;
– фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
– експрес-опитування;
– тестування;
– реферативні повідомлення та їх обговорення;
– перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
– оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю: виконання модульної контрольної роботи, результати якої оцінюються за 100-бальною шкалою за кожний модуль.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік іспит. До заліку та іспиту допускаються аспіранти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

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

Поточне оцінювання та самостійна робота									**Модульна контрольна робота**	**Сума**
Т1	Т2	Т3							70	**100**
4	20	6								

Т1, Т2, Т3,– теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі третього рівня вищої освіти (модуль ІІ)

Поточне оцінювання та самостійна робота									**Модульна контрольна робота**	**Сума**
Т4	Т5	Т6							70	**100**
8	8	4								

Т4, Т5, Т6 – 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)
Практичні (семінарські) заняття	1	4	3	8
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	2	26	2	22
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні		-		
Письмове тестування при тематичному оцінюванні				
Презентація		-		
Реферат		-		
Есе		-		
…		-		
Модульна контрольна робота		70		70
Разом	**3**	**100**	**4**	**100**

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

‘ Модульна контрольна робота здійснюється у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною, становить 60 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Презентація наукових результатів» здійснюється у виді заліку. Залік проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати заліку оцінюються за двобальною шкалою: „зараховано, „незараховано”.

Підсумкова оцінка " зараховано"/"не зараховано" визначається наступними критеріями:

- " зараховано" - якщо аспірант достатньо чітко і грамотно відповідає на питання в межах матеріалу викладеного у рамках лекційних занять, може показати та обгрунтувати взаємозв'язок різних частин матеріалу, пройденого у межах матеріалу навчальної дисципліни; демонструє здатність до мислення, при відповіді на питання розмірковує, спираючись на отримані у рамках курсу знання, не допускає істотних неточностей у відповіді, правильно вибудовує логіку вирішення типових завдань;

- "не зараховано" - якщо аспірант викладає основні питання недостатньо чітко або допускає істотні помилки при їх викладі, не може пояснити зв'язків у рамках викладеного матеріалу, аспірант не знає значної частини програмного матеріалу, не може дати точних визначень понять, пройдених у рамках курсу, дає розпливчаті формулювання і не володіє в належній мірі термінологією, плутається при відповіді на додаткові питання, не володіє прийомами вирішення типових завдань.

За бажанням аспіранта результуюча підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за шкалою балів	Залік	ECTS	
		Оцінка	Характеристика
90 та вище	зараховано	A	відмінно
82-89	зараховано	B	добре
74-81	зараховано	C	добре
64-73	зараховано	D	задовільно
60-64	зараховано	E	задовільно
35-59	незараховано	FX	незадовільно з можливістю перескладання
1-34	незараховано	F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням

Аспірант, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової відомості.

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

5.1. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1. Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів галогенами та протонними кислотами.

Тема 1. Електрофільне приєднання до кратних зв'язків. Загальні положення приєднання електрофільних реагентів до кратного вуглецевого зв'язку. Механізм реакції електрофільного приєднання. Реакції електрофільного приєднання галогенів до подвійного вуглець-вуглецевого зв'язку. Приєднання галогенів до ацетиленового зв'язку. Приєднання інтергалогенідів до кратного вуглецевого зв'язку Приєднанням галогеноводнів до кратних вуглець-вуглецевих зв'язків. Правило Марковнікова-Зайцева-Вагнера. Приєднання халькогенгалогенідів (тетрагалогенідів селену і телуру, алкіл(арил)халькогенгалогенідів) до алільних та пропаргільних систем. Методика проведення синтезу.

Тема 2. Галогенгетероциклізація ненасичених ациклічних та гетероциклічних сполук. Галогенгетероциклізація ациклічних ненасичених сполук, які містять γ-, чи δ-положеннях електронодонорну функціональну групу. Умови проведення реакції. Вплив природи галогену, полярності розчинника, каталізатора на процес циклізації Галогенгетероциклізація алільних та пропаргільних сечовин, тіосечовин, гуанідінів, ненасичених етерів, естерів, амідів. Галогенгетероциклізація ненасичених алкільних похідних гетероциклів (піримідину, триазолу, тієнопіримідину, піразолопіримідину, хіноліну, хіназоліну). Вплив структурних факторів на процес галогенгетероциклізації: тип гетероциклу, природа гетероатома, з яким зв'язаний ненасичений алкільний замісник, полярність ненасиченого замісника, нуклеофільність гетероатома як додаткового нуклеофільного центру, полярність розчинника, природа галогену. Механізм галогенгетероциклізації. Регіо- та стереоселективність реакції.

Тема 3. Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів протонними кислотами. Гетероциклізація алільних та пропаргільних тіо(оксо, аміно, селено)похідних гетероциклів дією галогеноводневих кислот, поліфосфорної кислоти, сульфатної кислоти, гексагалогенхалькогенатних кислот. Вплив структурних факторів на процес циклізації: тип гетероциклу, природа гетероатома, з яким зв'язаний ненасичений алкільний замісник, полярність ненасиченого замісника, нуклеофільність гетероатома як додаткового нуклеофільного центру, полярність розчинника, природа протонної кислоти, стеричний фактор. Механізм реакції протонної циклізації. Регіо- та стереоселективність реакції.

МОДУЛЬ 2. . Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів халькогенгалогенідними електрофільними реагентами.

Тема 4. Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів тетрагалогенідами халькогенів. Тетрагалогеніди селену і телуру як електрофільні реагенти. Використання індивідуальних тетрагалогенідів селену і телуру та *in situ* з діоксидів халькогенів і галогеноводневих кислот в реакціях електрофільної гетероциклізації ненасичених похідних гетероциклів. Вплив структурних факторів на процес циклізації: тип гетероциклу, природа гетероатома, з яким зв'язаний ненасичений алкільний замісник, полярність ненасиченого замісника, нуклеофільність гетероатома як додаткового нуклеофільного центру, полярність розчинника, природа халькогентетрагалогеніду, стеричних фактор. Механізм реакції халькогенгалогенциклізації. Регіо- та стереоселективність реакції..

Тема 5. Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів алкіл(арил)халькогенгалогенідами. Алкілсульфенілгалогеніди, арилсульфенілгалогеніди, арилселнтригалогеніди, арилтелуртригалогеніди, диарилхалькогендигалогеніди як електрофільні реагенти. Методи синтезу алкіл(арил)халькогенгалогенідів. Вплив структурних факторів на процес циклізації: тип гетероциклу, природа гетероатома, з яким зв'язаний ненасичений алкільний замісник, полярність ненасиченого замісника, нуклеофільність гетероатома як додаткового нуклеофільного центру, полярність розчинника, природа арилхалькогенгалогеніду, стеричних фактор. Механізм реакції арилхалькогенгалогенциклізації. Регіо- та стереоселективність реакції. Утворення молекулярних комплексів. Використання допінг-добавок.

Тема 6. Фізико-хімічні методи дослідження будови конденсованих гетроциклів. Елементний аналіз, рентгено-структурний аналіз, спектральні методи: ІЧ-, ЯМР (^{1}H, ^{13}C,. ^{79}Se, ^{125}Te)-спектроскопія, хроматомас-спектрометрія, гомоядерна кореляційна спектроскопія COSY, ядерна спектроскопія з ефектом Оверхаузера (NOESY), гетероядерні кореляційні спектроскопії (HSQC, HMBC), Застосування хроматографії для очищення та розділення.

5.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:денна					
		у тому числі				
	Усього 180	Лекції 30	практичні (семінарські) 30	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота 120
1-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Електрофільне приєднання до кратних зв’язків	14	2	2			10
Тема 2. Галогенгетероциклізація ненасичених ациклічних та гетероциклічних сполук	56	8		8		40
Тема 3. Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів протонними кислотами.	16	2		4		10
Модульна контрольна робота	1	1				
Разом за модуль	87	13	2	12		60
2-й семестр						
Модуль 2						
Тема 4. Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів тетрагалогенідами халькогенів	32	6		6		20
Тема 5. Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів алкіл(арил)халькогенгалогенідами	34	6		8		20
Тема 6. Фізико-хімічні методи дослідження будови конденсованих гетроциклів.	26	4	2			20
Модульна контрольна робота	1	1				
Разом за модуль	93	17	2	14		60
Разом за семестр	180	30	4	26		120

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин	
	Форма навчання:заочна	
	[illegible]	у тому числі

		Лекції 30	практичні (семінарські) 30	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота 120
1-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Електрофільне приєднання до кратних зв'язків		1				4
Тема 2. Галогенгетероциклізація ненасичених ациклічних та гетероциклічних сполук		2				20
Тема 3. Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів протонними кислотами.		1				10
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль		4				34
2-й семестр						
Модуль 2						
Тема 4. Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів тетрагалогенідами халькогенів		2				20
Тема 5. Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів алкіл(арил)халькогенгалогенідами		2				20
Тема 6. Фізико-хімічні методи дослідження будови конденсованих гетроциклів.		2				6
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль		6				46
Разом за семестр		10				80

5.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Практичне заняття №1. Механізм реакції електрофільного приєднання.	2
2.	Лабораторне заняття №1. Синтез та йодо- і бромоциклізація 2-аллілтіохінолінкарбальдегіду.	8
3.	Лабораторне заняття №2. Електрофільна циклізація гексабромотелуратною кислотою 5-феніл-4-аліл-1,2,4,-триазол-3-тіону	4
4.	Лабораторне заняття №3. Електрофільна циклізація тетрабромідами селену і телуру 3-аліллтіо-2-тіоксохіназолін-4-ону	6
5.	Лабораторне заняття №4. Електрофільна циклізація *n*-метоксифнілтелуртрихлоридом 2-алілтіо-6-метилпіримідин-4-ону	8
6.	ЯМР (1H, 13C,. 79Se, 125Te)-спектроскопія	2

	Разом	**30**

5.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	заочна
1.	Механізм реакції електрофільного приєднання до кратного вуглецевого зв’язку Активація ненасиченого субстрату. Активність електрофільних реагентів.	10	4
2.	Галогенгетроциклізація алкенільних та алкінільних похідних хіноліну	10	4
3.	Галогенгетроциклізація алкенільних та алкінільних триазолу	10	6
4.	Галогенгетроциклізація алкенільних та алкінільних похідних піримідину	10	4
5.	Галогенгетроциклізація алкенільних та алкінільних конденсованих похідних піримідину	10	6
6.	Циклізація алкенільних та алкінільних похідних конденсованих похідних піримідину поліфосфорною кислотою	10	10
7.	Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів тетрагалогенідами селену	10	10
8.	Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів тетрагалогенідами телуру	10	10
9.	Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів арилсульфенілхлоридами	10	10
10.	Електрофільна гетероциклізація ненасичених похідних гетероциклів арилтелуртрихлоридами	10	10
11.	ЯМР-спектроскопія для визначення будови селен- та телурвмісних гетероциклів	10	4
12.	Гомоядерна та гетероядерна кореляційна спектроскопія	10	2
	Разом	**120**	**80**

5.5. Питання для контролю знань студентів

1. Механізм реакції електрофільного приєднання. Реакції електрофільного приєднання галогенів до подвійного та потрійного вуглець-вуглецевого зв'язку.
2. Приєднанням галогеноводнів до кратних вуглець-вуглецевих зв’язків. Правило Марковнікова-Зайцева-Вагнера.
3. Приєднання халькогенгалогенідів (тетрагалогенідів селену і телуру, алкіл(арил)халькогенгалогенідів) до алільних та пропаргільних систем.
4. Галогенгетероциклізація ациклічних ненасичених сполук. Умови проведення реакції. Вплив природи галогену, полярності розчинника, каталізатора на процес циклізації
5. Галогенгетероциклізація алільних та пропаргільних сечовин, тіосечовин, гуанідінів,
6. Галогенгетероциклізація ненасичених алкільних похідних піримідину, триазолу, тієнопіримідину, піразолопіримідину, хіноліну, хіназоліну. Регіо- та стереоселективність реакції.
7. Гетероциклізація алільних та пропаргільних тіо(оксо, аміно, селено)похідних гетероциклів дією галогеноводневих кислот, поліфосфорної кислоти, сульфатної кислоти, гексагалогенхалькогенатних кислот. Регіо- та стереоселективність реакції.

8. Гетероциклізація алільних та пропаргільних тіо(оксо, аміно, селено)похідних гетероциклів дією халькогентетрагалогенідів. Регіо- та стереоселективність реакції.
9. Гетероциклізація алільних та пропаргільних тіо(оксо, аміно, селено)похідних гетероциклів дією арилсульфенілгалогенідів. Регіо- та стереоселективність реакції. Використання допінг-добавок.
10. Гетероциклізація алільних та пропаргільних тіо(оксо, аміно, селено)похідних гетероциклів дією арилтелуртригалогенідів. Регіо- та стереоселективність реакції.
11. Спектральні методи дослідження будови: ЯМР 1Н, 13С,. 79Se, 125Te-спектроскопія.
12. Гомо- та гетероядерні кореляційна спектроскопія для визначення будови селен- та телурвмісних гетероциклів

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

Технічні засоби: Мультимедійний проєктор.
Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки.
Програмне забезпечення Windows 10, Microsoft PowerPoint.

7. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Базові

1.Ю.И. Геваза, В.И.Станинец, Н.С.Зефиров. Электрофильная внутримолекулярная гетероциклизация олефинов.- К:Наукова думка..-11990.156с

2. Ю.И. Геваза, В.И.Станинец. Реакции электрофильной внутримолекулярной циклизации алкенил- и алкинилзамещенных гетероциклов, протекающие с участием их нуклеофильных центров. (обзор). //Укр.Хим.Журн.-2002-т.68.-№12.-С.67-76

3. Wippich P., Hendreich C., Gütschow M., Leistner S. Synthesis. 1996, 6 741-747

4. D. G. Kim. Synthesis and properties of thiazolo- and oxazolo-[3,2-a]quinolinium systems and their hydrogenated derivatives (review) / D. G. Kim and E. A. Vershinina / Chemistry of Heterocyclic Compounds. – 2014. -Vol. 50, No. 7. - P. 911-931.

5. Wang, S.; Liu, W.; Cai, Z.; Li, S.; Liu, J.; Wang, A. Copper-Catalyzed Regioselective Sulfenylation of Thiazolo[3,2-b]-1,2,4-triazoles with Thiols. Synlett, 2016, 27, 2264.

6. Liu, W.; Wang, S.; Li, Z.; Huang, Y.; Li, S.; Wang, A. Silver-Catalyzed Direct Regioselective Phosphonation of Thiazolo[3,2-b]-1,2,4-triazoles with Dialkyl Phosphites. Synlett, 2015, 26, 2561.

7. Mei, H.; Xiong, Y.; Xie, C.; Soloshonok, V.A.; Han, J.; Pana, Y. Concise and scalable asymmetric synthesis of 5-(1-amino-2,2,2-trifluoroethyl)thiazolo[3,2-b]-[1,2,4]triazoles. Org.Biomol.Chem., 2014, 12, 2108.

8. Васькевич Р.И., Дяченко И.В., Русанов Э.Б., Вовк М.В. Конденсированные пиримидиновые системы. XV. Электрофильная внутримолекулярная циклизация на основе 2-аллил(пропаргил- циннамил)аминопиридо[3.4-d]пиримидин-4(3Н)-онов. ЖоРХ, 2015, 51(4), 573-582.

9. Дяченко И.В., Васькевич А.И., Васькевич Р.И., Шишкина С.В., Вовк М.В. Конденсированные пиримидиновые системы. XVI. Электрофильная внутримолекулярная циклизация на основе 2-(алкенилсульфанил)птеридин-4(3Н)-онов. ЖоРХ, 2016, 52(5), 755-762.

10. El Chamy Maluf, S., Melo, P., Varotti, F., Gazarini, M., Cunha, R., Carmona, A. Hypervalent organotellurium compounds as inhibitors of P. falciparum calcium-dependent cysteine proteases.// Parasitology International 65 (2016) 20–22

11. Liu, W.; Wang, S.; Zhan, H.; Lin, J.; He, P.; Jiang, Y., Highly regioselective palladium-catalyzed direct alkenylation of thiazolo[3,2-b]-1,2,4-triazoles via CAH activation. Tetrahedron Lett. 2014, 55, 3549.

12. Lauriane S.S. Bosquiroli, Daniel P. Demarque, Yasmin S. Rizk, Marillin C. Cunha, Maria Carolina S. Marques, Maria de Fátima C. Matos, Mônica C.T. Kadri, Carlos A. Carollo, Carla C.P. Arruda., In vitro anti-Leishmania infantum activity of essential oil from Piper angustifolium. Revista Brasileira de Farmacognosia. 2015, 25(2), 124-128

13. Barbuceanu, S.F.; Draghici, C.; Barbuceanu, F.; Bancescu, G.; Saramet, G., Synthesis and Characterization of New Heterocyclic Condensed Systems with Bridgehead Nitrogen from Thiazolo[3,2-b][1,2,4]triazol-6(5H)-ones Class with Potential Antimicrobial Activity. Chem.Pharm.Bull.,2015, 63, 694.

14. López-Lira C, Alzate-Morales JH, Paulino M, Mella-Raipán J, Salas CO, Tapia RA, Soto-Delgado J. Combined molecular modelling and 3D-QSAR study for understanding the inhibition of NQO1 by heterocyclic quinone derivatives. // Chem Biol Drug Des., 2018, 91(1):29-38..

15. Maksym Fizer, Mikhailo Slivka, Eduard Rusanov, Alexandr Turov and Vasil Lendel. [1,3]Thiazolo[2′,3′:3,4][1,2,4]triazolo[1,5-a]pyrimidines – A New Heterocyclic System Accessed via Bromocyclization. Journal of Heterocyclic Chemistry.-2015.- Volume 52.- Issue 3.- Pages 949–952.

16. Maksym Fizer, Mikhailo Slivka<. Synthesis of [1,2,4]triazolo[1,5-a]pyrimidine (microreview). Chemistry Heterocyclic Compounds.- 2016.- Volume 52.- Issue 3.- Pages 155–157.

17. N.I. Korol, M. V. Slivka<. Recent progress in the synthesis of thiazolo[3,2-b][1,2,4]triazoles. Chemistry of Heterocyclic Compounds. 2017, 53(8), 852–854.

18. .Mykola Kut, Mikhajlo Onysko*, Vasil Lendel<. The influence of condensed cycle on regiochemistry of electrophilic heterocyclization of 3-alkenyl-2-thioxopyrimidin-4-one by p-alkoxyphenyltellurium trichloride. Journal of Heterocyclic Chemistry. 2018, 55(4), 888-892.

19.M. Kut, M.

А.Г., Онисько М.Ю., Туров А.В., Лендел В.Г.Синтез тригалогенидных солей тиазолинийпиразоло[4,3-d]пиримидина и особенности их спектров ЯМР/ / Доповіді НАН України. – 2014. – N Fizer, M. Onysko, V. Lendel<. Reactions of N-alkenyl thioureas with p-alkoxyphenyltellurium trichlorides. Journal of Heterocyclic Chemistry, 2018, 55(10), 2284-2290.

20. M. Fizer, M. Slivka<, R. Mariychuk, V. Baumer, >V. Lendel<. 3-Methylthio-4-phenyl-5-phenylamino-1,2,4-triazole hexabromotellurate:X-ray and computational study. Journal of Molecular Structure, 2018, 1161, 226-236.

21.M. Fizer, M. Slivka, V. Lendel<. Peculiarities of 4-methallyl-5-methallylamino-1,2,4-triazole-3-thione halogenation. Chemistry of Heterocyclic Compounds, 2019, 55(4/5), 478-480.

22.Maksym Fizer, Mikhailo Slivka<, Vjacheslav Baumer, >Vasil Lendel<. Synthesis of 3-alkyl-5-allylamino-2-benzoylimino-1,3,4-thiadiazoles via Dimroth rearrangement. Heterocycl. Commun. – 2016. – Volume 22.- Issue 2. – Pages 79-83.

23.Mykhailo Onysko<, Igor Filak and >Vasil Lendel<. Halogenoheterocyclization of 2-(allylthio)-quinolin-3-carbaldehyde and 2-(propargylthio)-quinolin-3-carbaldehyde. Heterocycl. Commun.- 2016.- Volume 22.- Issue 5.- Pages 295–299.

24. Mykola Kut, >Mikhajlo Onysko and Vasyl Lendel<. Heterocyclization of 5,6-disubstituted3-alkenyl-2-thioxothieno[2,3- d]pyrimidin-4-onewith p-alkoxyphenyltellurium trichloride. Heterocycl. Commun.- 2016.- Volume 22.- Issue 6.- Pages 347-350.

25. M. Onysko<, I. Filak, >V. Lendel<. Halogenoheterocyclization of terminally substituted 2-allylthio(seleno)quinolin-3-carbaldehydes. Heterocycl. Commun. 2017; 23(4): 309–312

26.M. Slivka, N. Korol<, V. Pantyo, V. Baumer, >V. Lendel<. Regio- and stereoselective synthesis of [1,3]thiazolo[3,2-b][1,2,4]triazol-7-ium salts via electrophilic heterocyclization of 3-Spropargylthio-4H-1,2,4-triazoles and their antimicrobial activity. Heterocyclic Communications, 2017, 23(2), 109-114.

27. M. Slivka, N. Korol, M. Fizer<, V. Baumer, >V. Lendel<. Thiazolo[3,2-b][1,2,4]triazol-7-ium salts: Synthesis, properties and structural studies. Heterocyclic Communications, 2018, 24(4), 197-203.

28. Онисько М.Ю., Свалявин О.В., Лендєл В.Г. Синтез и галогенирование аллилового тиоэфира пиразоло[3,4-d]пиримидина/ // Химия гетероциклических соединений – 2007. – № 4. – С. 602-604

29 Онисько М. Ю., Лендел В. Г. Галогенгетероциклизация 2-аллил (пропаргил) оксихинолин-3-карбальдегидов / // Химия гетероциклических соединений. - 2007. - № 8. - С. 1204-1207.

30. Онисько М.Ю., Свалявин О.В., Туров А.В., Лендел В.Г Синтез и галогенирование пропаргилового тиоэфира пиразоло[3,4-d]пиримидина/./ Химия гетероциклических соединений – 2008. – № 7. – С. 1805-1809.

31. Свалявин О.В., Онисько М.Ю., Лендел В.Г Синтез алкилтиоэфиров пиразоло[3,4 d]пиримидина/./ Химия гетероциклических соединений – 2009. – № 7. – С. 1044-1046.

32. М. Ю. Онисько. В. Г. Лендел Галогенгетероциклизация 2-металлил(пропаргил)тиохинолин-3-карбальдегидов.// Химия гетероциклических соединений – 2009. – № 7. – Р. 1072-1075.

33. Онисько М.Ю. Свалявин О.В., Туров А.В., Лендел В.Г. Синтез и некоторые химические свойства 8-бромметил-8-метил-4-оксо-5-фенил-4,5,7,8-тетрагидро-2Н-пиразоло[4,3-е][1,3]тиазоло[3,2-а]пиримидиний трибромида / Укр.Хім.Журн. – 2013. – Т.79. – № 3. – С. 74-78

34. Свалявин О.В., Свалявин Н.И., Баля 1. С. 136—141.

Інформаційні ресурси

1. The Chemistry of Heterocyclic Compounds (Ed.A.Weisberher).
2. Advances in Heterocyclic Chemistry.
3. Ring index (Chemical Abstracts)
4. Химия гетероциклических соединений (Латвия)
5. Journal of Heterocyclic Chemistry (USA)
6. Heterocycles (Япония)
7. Heterocyclic Communications
8. Synthesis
9. SynLett
10. ChemLett
11. OrgLett