

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Навчально-науковий інститут хімії та екології
Кафедра органічної та фармацевтичної хімії

СИЛАБУС

вибіркового освітнього компонента

«КАТАЛІЗ В ОРГАНІЧНОМУ СИНТЕЗІ»

підготовки Доктора філософії (PhD)

Луцьк – 2026


Силабус освітнього компонента «Каталіз в органічному синтезі» підготовки доктора філософії (PhD).

Розробники:

Супрунович С. В., кандидат хімічних наук, доцент кафедри органічної та фармацевтичної хімії


Сливка Н. Ю. доктор хімічних наук, завідувач кафедри органічної та фармацевтичної хімії

Погоджено

Гарант освітньо-наукової програми: д. х. н., проф. _____  _____ Гулай Л. Д.

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри органічної та фармацевтичної хімії

Протокол № 7 від 3.02.2026 р.

Завідувач кафедри: д.х.н., професор _____  _____ Сливка Н. Ю.

© Супрунович С. В., 2026 р.

© Сливка Н. Ю., 2026 р.

I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання	Е Природничі науки, математика та статистика	Вибірковий
Кількість годин / кредитів: 120 / 4	ЕЗ Хімія	Рік навчання: 1-ий
		Семестр: 2-тий
ІНДЗ: €	Синтез та дослідження властивостей неорганічних та органічних речовин Доктор філософії (PhD)	Лекції: 10 год
		Практичні: 14 год
		Самостійна робота: 88 год
		Консультації: 8 год
Мова навчання		Форма контролю: залік
		українська

II. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові: *Супрунович Сергій Васильович*

Науковий ступінь: *кандидат хімічних наук*

Вчене звання: *доцент кафедри органічної та біоорганічної хімії*

Посада: *доцент кафедри органічної та фармацевтичної хімії*

Контактна інформація: +83 087 589 34 39 e-mail: Suprunovich.Sergey@vnu.edu.ua

Дні занять: <https://ps.vnu.edu.ua/cgi-bin/timetable.cgi?teacher=101>

Прізвище, ім'я та по батькові: *Сливка Наталія Юріївна*

Науковий ступінь: *доктор хімічних наук*

Вчене звання: *професор кафедри органічної та фармацевтичної хімії.*

Посада: *завідувач – професор кафедри органічної та фармацевтичної хімії.*

Контактна інформація: +83095 4932935,

e-mail: Slivka.Natalia@eenu.edu.ua

Дні занять: <http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>

III. Опис освітнього компонента

1. Анотація курсу

Силабус вибіркового освітнього компонента «Каталіз в органічному синтезі» складено з урахуванням можливості формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувачів освіти третього (доктора філософії) рівня.

Освітній компонент «Каталіз в органічному синтезі» присвячений вивченню фундаментальних принципів активації субстратів та керування селективністю складних хімічних процесів. Здобувачі освіти досліджують термодинамічні та кінетичні аспекти каталітичних циклів, зосереджуючись на дизайні високоефективних металокомплексних та органокаталізаторів. Особлива увага приділяється інтеграції стратегій атомної економії в сучасні наукові дослідження для розробки інноваційних і екологічно безпечних схем отримання біоактивних сполук.

2. Мета і завдання освітнього компонента

Метою викладання освітнього компонента «Каталіз в органічному синтезі» є формування у здобувачів освіти цілісної системи знань про теоретичні засади та стратегічне значення каталітичних методів у сучасному дизайні молекул. Здобувачі освіти мають опанувати навички критичного аналізу каталітичних циклів та вміння прогнозувати вплив електронних і стеричних факторів на перебіг складних реакцій. Це дозволить майбутнім докторам філософії самостійно розробляти високоефективні синтетичні протоколи для реалізації власних наукових проєктів у сфері тонкого органічного синтезу.

Основними завданнями вивчення дисципліни є:

1. поглиблення теоретичної бази щодо механізмів дії гомогенних та гетерогенних каталізаторів, а також розуміння природи елементарних стадій каталітичного циклу, таких як окиснювальне приєднання або відновне елімінування;
2. розвиток навичок стратегічного планування багатостадійних синтезів із використанням металокомплексного каталізу, кислотно-основного каталізу та окисно-відновного каталізу для досягнення максимальної хемо-, регіо- та стереоселективності;
3. формування здатності до критичного аналізу сучасної наукової літератури з метою впровадження інноваційних каталітичних методів у власну дослідницьку практику.

3. Soft skills

Аналітичне мислення, критичне оцінювання, когнітивна гнучкість, уважність до деталей, здатність до самоосвіти, вміння розв'язувати складні проблеми, командна взаємодія та відповідальність.

4. Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Практ.	Сам. роб.	Конс.	Форма контролю/ Бали
Змістовий модуль 1. Хімія неперехідних елементів						
Тема 1. Кислотно-основний каталіз	8	2	2	18	1	РЗ / 15
Тема 2. Окисно-відновний каталіз	13	2	2	18	1	РЗ / 15
Тема 3. Металокомплексний каталіз	12	2	2	18	2	РЗ / 15
Тема 4. Енантіоселективний каталіз	11	2	4	16	2	РЗ / 15
Тема 5. Ферментативний каталіз	13	2	4	18	2	РЗ / 15
Разом за модулем 1						75
ІНДЗ						ІНДЗ / 25
Всього годин:	120	10	14	88	8	

Форма контролю: РЗ – розв’язування задач, ІНДЗ – індивідуальне завдання.

IV. Політика оцінювання

Політика викладача щодо здобувача освіти: здобувач освіти повинен відвідувати лекції та лабораторні заняття. Матеріали пропущених лекційних занять виносяться на самостійне опрацювання. Пропущені лабораторні роботи відробляються дистанційно з використанням університетської системи дистанційного навчання Moodle.

Політика щодо академічної доброчесності: усі індивідуальні завдання здобувач освіти повинен виконувати самостійно. При залученні сторонніх матеріалів мають бути посилання на джерела інформації.

Політика щодо дедлайнів та перескладання: випадку дедлайну оцінка виставляється пропорційно ступеню виконання завдання, перескладання завдань, за які одержана оцінка, не допускається.

Результати навчання, отримані через неформальну та інформальну освіту (сертифіковані онлайн-курси, стажування, тренінги), можуть бути визнані та перераховані після підтвердження їхньої відповідності програмі компонента. Результати формальної освіти визнаються шляхом перерахування кредитів на підставі академічної довідки або диплома.

Можливість отримати додаткові (бонусні) бали: додаткові бали можуть нараховуватися за наукову та творчу активність здобувача освіти (публікації, участь у конференціях, олімпіадах) згідно з рішенням деканату. Нарахування бонусів здійснюється відповідно до чинного Положення про оцінювання результатів навчання в університеті.

V. Підсумковий контроль

Вивчення освітнього компонента «Каталіз в органічному синтезі» здійснюється впродовж одного семестру на першому році навчання (2-й семестр). За результатами поточної навчальної діяльності виставляється залік.

Семестровий залік – це форма підсумкового контролю, що полягає в оцінці засвоєння здобувачом освіти навчального матеріалу з елементоорганічної хімії на підставі результатів виконання ним усіх видів навчальних робіт, передбачених навчальною програмою. Семестровий залік виставляється за результатами поточного контролю на лабораторних заняттях та індивідуальних завдань. Якщо протягом семестру здобувач освіти набрав 60 і більше балів, він отримує залік.

У випадку незадовільної підсумкової оцінки (менше 60 балів) здобувач освіти складає залік під час ліквідації академічної заборгованості. У цьому випадку бали, набрані під час поточного оцінювання анулюються. Максимальна кількість балів на залік під час ліквідації академічної заборгованості становить 100 балів.

Перелік питань до заліку:

1. Обґрунтуйте вплив орбітальної симетрії на енергетичний бар'єр елементарних стадій металокомплексного каталізу.
2. Проаналізуйте роль нековалентних взаємодій у стабілізації перехідних станів при використанні органокаталізаторів.
3. Поясніть механізм виникнення кінетичного ізотопного ефекту як інструменту дослідження лімітувальної стадії каталітичного циклу.
4. Опишіть термодинамічні передумови перебігу реакцій за участю кооперативного каталізу двома різними центрами.
5. Обґрунтуйте вибір лігандів для керування електронною щільністю на центральному атомі металу в реакціях крос-сполучення.
6. Проаналізуйте вплив стеричних факторів фосфінових лігандів на швидкість стадії відновного елімінування.
7. Поясніть роль одноенергетичних рівнів збудження у процесах перенесення енергії при фоторедокс-каталізі.
8. Оцініть значення ентропійного фактора при формуванні активованого комплексу в реакціях кислотно-основного каталізу.

9. Обґрунтуйте принципи дизайну хіральних індукторів для досягнення високої енантіоселективності в каталітичних процесах.
10. Опишіть механізм активації зв'язків Карбон-Гідроген за допомогою стратегії спрямувальних груп.
11. Проаналізуйте відмінності між специфічним та загальним кислотним каталізом у контексті кінетики реакції.
12. Обґрунтуйте вплив природи розчинника на стабільність проміжних частинок у циклах паладієвого каталізу.
13. Оцініть роль сольового ефекту та іонної сили розчину на перебіг каталітичних перетворень заряджених субстратів.
14. Поясніть принципи динамічного кінетичного розділення рацематів за допомогою каталітичних систем.
15. Проаналізуйте механізми деактивації промислових каталізаторів та шляхи запобігання їхньому отруєнню.
16. Обґрунтуйте значення потенціалу напівхвилі при виборі фотосенсибілізатора для окисно-відновного циклу.
17. Опишіть роль транс ефекту та трансупливу при заміщенні лігандів у квадратних плоских комплексах.
18. Поясніть механізм формування радикальних інтермедіатів у реакціях фоторедокс-каталізу через перенесення одного електрона.
19. Обґрунтуйте використання біфункціональних каталізаторів для одночасної активації електрофіла та нуклеофіла.
20. Проаналізуйте вплив тиску на швидкість і селективність реакцій у гетерогенному каталізі.
21. Опишіть кінетичні критерії встановлення порядку реакції за каталізатором у складних багатостадійних процесах.
22. Поясніть роль стеричного ефекту в перехідному стані при реалізації діастереоселективного синтезу.
23. Обґрунтуйте принципи вибору металу для реалізації циклів метатезису олефінів залежно від функціональності субстрату.
24. Оцініть енергетику стадії окиснювального приєднання для різних ступенів окиснення перехідних металів.
25. Поясніть механізм дії фазових переносників у реакціях міжфазного каталізу.
26. Проаналізуйте стратегії мінімізації енергії активації за допомогою використання міцелярного каталізу у водних середовищах.
27. Обґрунтуйте вплив хелатного ефекту на стабільність і реакційну здатність металокомплексних систем.
28. Опишіть роль електронних ефектів замісників у ароматичному кільці на швидкість реакцій електрофільного каталізу.
29. Поясніть концепцію ізокінетичної температури в аналізі серій однотипних каталітичних реакцій.
30. Обґрунтуйте переваги та обмеження використання іонних рідин як реакційних середовищ у каталізі.
31. Проаналізуйте роль тунельного ефекту перенесення протона в реакціях ферментативного каталізу.
32. Опишіть механізм активації молекул за допомогою систем із фрустрованими парами Льюїса.

33. Поясніть вплив координаційного числа металу на геометрію перехідного стану в каталітичному циклі.
34. Обґрунтуйте вибір відновників для регенерації активної форми каталізатора в циклах перенесення атома.
35. Оцініть значення топології активного центру для забезпечення специфічності дії біокаталізаторів.
36. Проаналізуйте кінетику реакцій зі швидкою оборотною стадією формування каталітичного комплексу.
37. Опишіть роль ефекту зміщення густини електронів при формуванні зв'язку метал-Карбон.
38. Поясніть механізм розщеплення зв'язків Карбон-Карбон за допомогою перехідних металів у м'яких умовах.
39. Обґрунтуйте використання методів комп'ютерної хімії для прогнозування активності нових каталізаторів.
40. Проаналізуйте вплив вологості та кисню на відтворюваність результатів каталітичних експериментів.
41. Опишіть термодинаміку сорбційних процесів на поверхні гетерогенних контактів у рідкофазному синтезі.
42. Поясніть роль проміжних металоциклів у реакціях олігомеризації та циклізації під дією металів.
43. Обґрунтуйте принципи стабілізації наночастинок металів для використання їх як високоактивних каталізаторів.
44. Оцініть вклад енергії деформації молекули субстрату в загальну енергію активації процесу.
45. Проаналізуйте механізми перенесення гідрид-іона в реакціях каталітичного відновлення карбонільних сполук.
46. Поясніть значення рН середовища для керування селективністю амфотерних каталітичних систем.
47. Обґрунтуйте роль спінового стану металу у визначенні шляху проходження радикальних реакцій.
48. Опишіть стратегії використання каталізаторів на твердих носіях для полегшення виділення продуктів синтезу.

Шкала оцінювання

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90–100	Зараховано
82–89	
75–81	
67–74	
60–66	
1–59	Незараховано (необхідне перескладання)

VI. Рекомендована література та інтернет-ресурси

Основна:

1. Knochel P., Molander G. A. Comprehensive Organic Synthesis. 3rd ed. Oxford : Elsevier, 2025. 11000 p.
2. Dalko P. I. Enantioselective Organocatalysis: Catalysts, Reactions, and Applications. Hoboken : Wiley, 2025. 512 p.
3. Maiti D., Rej S. Directed C-H Bond Functionalization: Concepts and Applications. Hoboken : Wiley, 2025. 480 p.

Додаткова:

1. Hartwig J. F. Organotransition Metal Chemistry: From Bonding to Catalysis. Sausalito : University Science Books, 2010. 1160 p.
2. Crabtree R. H. The Organometallic Chemistry of the Transition Metals. 7th ed. Hoboken : Wiley, 2019. 520 p.

Internet-джерела

1. Organic Chemistry Portal. URL: <https://www.organic-chemistry.org> (дата звернення: 25.08.2025).
4. ACS Catalysis. URL: <https://pubs.acs.org/journal/accacs> (дата звернення: 25.08.2025)
5. Organic Syntheses. URL: <http://www.orgsyn.org> (дата звернення: 25.08.2025)
6. Evans pKa Table and Lab Resources. URL: <https://evans.harvard.edu/resources/> (дата звернення: 25.08.2025)
7. ScienceDirect (Catalysis Section). URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/catalysis> (дата звернення: 25.08.2025)
8. Nature Catalysis. URL: <https://www.nature.com/natcatal/> (дата звернення: 25.08.2025)