

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

Кафедра хімії та експертизи харчової продукції

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

**Директор навчально-наукового інституту
біології, хімії та біоресурсів**

Руслан БЕСПАЛЬКО

“ 31 ” березня 2026 року



РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

Механізми органічних реакцій

(назва навчальної дисципліни)

вибіркова

(вказати: обов'язкова / вибіркова)

Освітньо-професійна програма Хімія

(назва програми)

Спеціальність ЕЗ Хімія

(вказати: код, назва)

Галузь знань Е Природничі науки, математика та статистика

(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти другий магістерський

(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

(назва факультету/інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання українська

(вказати: на якій мові читається дисципліна)

Чернівці 2026 рік

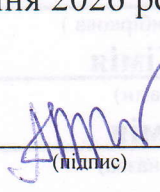
Робоча програма навчальної дисципліни **Механізми органічних реакцій** складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія».

Розробники: Лявинець Олександр Семенович, професор кафедри хімії та експертизи харчової продукції, д.х.н., професор
(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Викладачі: Лявинець Олександр Семенович, професор кафедри хімії та експертизи харчової продукції, д.х.н., професор
(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

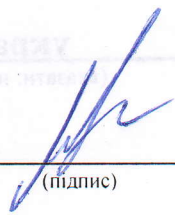
Затверджено на засіданні кафедри хімії та експертизи харчової продукції

Протокол № 1 від 27 серпня 2026 року

Завідувач кафедри  Анастасія САЧКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів

Протокол № 1 від 31 серпня 2026 року

Голова методичної ради інституту  Галина МОСКАЛИК
(підпис) (прізвище та ініціали)

Навчальна дисципліна «Механізми органічних реакцій» є вибірковою дисципліною спеціальності ЕЗ Хімія другого магістерського рівня вищої освіти. У ній розглядаються: класифікація органічних реакцій на нуклеофільні, електрофільні та вільнорадикальні за природою реагента, та на реакції приєднання, заміщення і відщеплення за характером взаємодії реагента та субстрата; кінетичні методи дослідження механізму органічних реакцій; просторові та електронні ефекти; органічні реакції, які перебігають через проміжне утворення карбаніонів, карбокатионів, вільних радикалів, властивості даних проміжних інтермедіатів; теорії кислотності та основності органічних сполук. Розглядаються вільно-радикальні, нуклеофільні та електрофільні механізми органічних реакцій, класифікація антиоксидантів, антиоксидантна активність органічних сполук.

Мета навчальної дисципліни: вивчення механізмів і закономірностей перебігу органічних реакцій, кінетичних і термодинамічних аспектів, залежності реакційної здатності органічних речовин та проміжних інтермедіатів від різних факторів; вивчення кислотно-основних властивостей органічних речовин.

Завдання вивчення навчальної дисципліни.

Ознайомлення з класифікацією та кінетичними методами дослідження органічних реакцій; основними типами механізмів; типами органічних кислот та основ, основними чинниками, які впливають на силу органічних кислот та основ; вивчення методів генерації вільних радикалів, карбокатионів, карбаніонів та їх хімічних перетворень; залежності реакційної здатності проміжних інтермедіатів від їхньої будови; ознайомлення з основними типами антиоксидантів та методами визначення антиоксидантної активності.

Пререквізити. «Стратегія і тактика органічного синтезу», «Новітні матеріали в хімії».

Результати навчання.

Вивчення навчальної дисципліни сприятиме формуванню загальних та фахових компетентностей.

Загальні компетентності:

ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 02. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності:

ФК 02. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані (чи доцільні) методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

ФК 07. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.

ФК 09. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.

ФК 12. Здатність представляти наукові матеріали та наводити аргументацію письмово та усно для підготовленої аудиторії.

ФК 13. Навички безпечного поводження з речовинами із урахуванням їх хімічних та фізичних властивостей, та потенційної небезпеки.

Це дозволить досягти наступних результатів навчання:

ПРН 04. Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.

ПРН 05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.

ПРН 09. Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.

ПРН 14. Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.

ПРН 18. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати: класифікацію хімічних реакцій залежно від напрямку, типу проміжної частинки, порядку, молекулярності; експериментальні методи дослідження кінетики органічних реакцій; способи забезпечення стабільності карбокатионів, карбаніонів, вільних радикалів; основні

чинники, які забезпечують реакційну здатність органічних сполук та шляхи реалізації тих чи інших механізмів реакцій; основні групи антиоксидантів і механізми антиоксидантної активності, основні типи механізмів органічних реакцій.

вміти: проводити експериментальні дослідження кінетики органічних реакцій; залежно від будови і структури частинки визначати стійкість карбокатионів, карбаніонів, вільних радикалів; встановлювати кислотні та основні властивості органічних речовин, передбачати зростання чи зменшення їхньої сили внаслідок дії різних чинників; володіти методами експериментального визначення антиоксидантних властивостей органічних сполук; на основі будови речовини прогнозувати її хімічні та фізичні властивості, визначати напрям хімічного перетворення, здійснювати аналіз отриманих результатів.

Опис навчальної дисципліни Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекцій	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	5	10	3,0	90	14	-	-	16	60	-	залік

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1						
Типи хімічних реакцій. Кислотність та основність. Основні інтермедіати органічних реакцій						
Тема 1.1. Типи хімічних реакцій. Загальні уявлення про механізми органічних реакцій.	10	2				8
Тема 1.2. Органічні кислоти та основи. Теорії Арреніуса, Бренстеда-Лоурі, Льюїса.	10	2				8
Тема 1.3. Основні інтермедіати органічних реакцій. Вільні радикали.	16	2		5		9
Тема 1.4. Основні інтермедіати органічних реакцій. Карбокатиони і карбаніони в органічних реакціях	11	2				9
Разом за ЗМ1	47	8		5		34
Змістовий модуль 2						
Механізми вільно-радикальних, нуклеофільних і електрофільних реакцій						
Тема 2.1. Механізм рідинно-фазного окиснення насичених вуглеводнів. Антиоксиданти.	15	2		5		8
Тема 2.2. Нуклеофільні реакції заміщення і приєднання.	17	2		6		9
Тема 2.3. Електрофільні реакції заміщення і приєднання.	11	2				9
Разом за ЗМ2	43	6		11		26
Усього годин за семестр	90	14		16		60

Тематика лекційних занять з переліком питань

№ з/п	Назва теми з основними питаннями
1.	Типи хімічних реакцій. Загальні уявлення про механізми органічних реакцій. Електрофільні, нуклеофільні і радикальні реакції. Кінетичний і термодинамічний контроль. Просторові та електронні ефекти.
2.	Органічні кислоти та основи. Теорії Арреніуса, Бренстеда-Лоурі, Льюїса. Роль розчинників у хімічних процесах. Теорія ЖМКО Пірсона.
3.	Основні інтермедіати органічних реакцій. Вільні радикали. Методи реєстрації. Термодинамічна і кінетична стійкість вільних радикалів. Способи генерування, хімічні перетворення.
4.	Основні інтермедіати органічних реакцій. Карбокатіони і карбаніони в органічних реакціях. Будова, методи генерування. Стабільність. Реакції карбокатіонів і карбаніонів.
5.	Механізм рідинно-фазного окиснення насичених вуглеводнів. Антиоксиданти. Основні продукти, кінетичні закономірності. Експериментальні методи визначення інгібіторних властивостей органічних сполук.
6.	Нуклеофільні реакції заміщення і приєднання. Нуклеофільність і основність реагентів. Йонні пари. Нуклеофільне заміщення і нуклеофільне приєднання. Механізм даних процесів. Вплив різних чинників.
7.	Електрофільні реакції заміщення і приєднання. Механізм, структура перехідного стану. Вплив різних чинників на перебіг таких процесів. Реакції відщеплення (елімінування).

Тематика лабораторних занять з переліком питань

№ з/п	Назва тем
1.	Синтез похідних 5-ариліденбарбітурової кислоти. Очищення синтезованих речовин методом перекристалізації. Визначення температури топлення одержаних сполук.
2.	Синтез похідних акридину. Очищення синтезованих речовин методом перекристалізації. Визначення температури топлення одержаних сполук.
3.	Дослідження процесу ініційованого окиснення кумену в присутності похідних 5-ариліденбарбітурової кислоти або акридину. Вивчення антиоксидантних властивостей досліджуваних речовин волюмометричним методом. Визначення об'єму поглинутого кисню реакційною системою. Побудова кінетичної кривої поглинутого кисню. Розрахунок швидкості поглинання кисню.
4.	DRPH-тест як ефективний метод дослідження антиоксидантної активності органічних речовин. Експериментальне визначення радикал-поглинаючої здатності досліджуваних речовин з використанням стабільного 2,2-дифеніл-1-пікрилгідразил радикалу фотометричним методом. Побудова залежності радикал-поглинальної активності від концентрації досліджуваної речовини.
5.	Асиметричний синтез етил(S)-3-гідроксибутаноату з використанням пекарських дріжджів (ферментативний метод). Вихідний реагент – ацетооцтовий естер. Допоміжний реагент – натрій дигідрофосфат. Ферментативна система – сахароза і хлібопекарські дріжджі.

Завдання для самостійної роботи студентів

№ з/п	Назва теми	Завдання для самостійної роботи	Кількість годин
1.	Типи хімічних реакцій. Загальні уявлення про механізми органічних реакцій.	Загальна характеристика реакцій заміщення, приєднання, перегруповань. Приклади впливу просторових ефектів на реакційну здатність з урахуванням типу	3

		атаки субстрату на реакційний центр.	
2.	Органічні кислоти та основи. Теорії Арреніуса, Бренстеда-Лоури, Льюїса.	Вплив внутрішньомолекулярних водневих зв'язків на силу органічних кислот і основ. Вплив електронних ефектів на силу органічних кислот та основ. Приклади застосування теорії жорстких і м'яких кислот і основ (ЖМКО) для пояснення механізмів органічних реакцій. Кислотно-основні властивості спиртів	3
3.	Основні інтермедіати органічних реакцій	Карбени і нітрени. Методи одержання, стабільність і реакційна здатність. Термодинамічна і кінетична стабільність вільних радикалів. Роль ефекту надспряження (гіперкон'югації) в стабілізації карбкатіонів. Навести конкретні приклади.	3
4.	Механізм рідинно-фазного окиснення насичених вуглеводнів. Антиоксиданти.	Внутрішньомолекулярне продовження ланцюгу під час рідиннофазного окиснення парафінових вуглеводнів. Адитивність, антагонізм і синергізм під час дії суміші двох інгібіторів.	3
5.	Нуклеофільні реакції заміщення і приєднання.	Таутомерні перетворення карбаніонів. Ступінчастий і синхронний механізми. Реакції перегрупування. Перегрупування зі зміною вуглецевого скелета. Перегрупування з переміщенням кратних зв'язків. Гібридні зсуви.	3
6.	Електрофільні реакції заміщення і приєднання.	Роль ефекту надспряження (гіперкон'югації) в стабілізації карбкатіонів. Навести конкретні приклади. Типи перегрупувань карбкатіонів. Основний напрямок реакції.	3

Методи навчання

- словесні: пояснювально-ілюстративний (лекція, розповідь, пояснення, бесіда);
- наочні: презентації;
- практичні: лабораторні роботи.

Форми організації навчальної роботи

- лекції;
- лабораторні заняття;
- самостійна робота.

Система контролю та оцінювання

Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль знань студентів здійснюється під час проведення лабораторних занять і включає перевірку знань теоретичного матеріалу та практичних навичок, які передбачені методичними розробками занять з відповідних тем. Перевірка знань студентів здійснюється за допомогою усного фронтального опитування, розв'язування ситуаційних задач до лабораторних робіт.

Проміжний контроль знань студентів проводиться у вигляді письмової контрольної роботи за темою "Типи хімічних реакцій. Кислотність та основність. Основні інтермедіати органічних реакцій".

Підсумковий контроль знань студентів проводиться в письмовій формі на заліку. Оцінювання відповіді студента проводиться у відповідності з розробленими та затвердженими критеріями оцінок.

Засоби оцінювання

1. Захист лабораторних робіт.
2. Контрольні роботи.
3. Залік.

Критерії оцінювання результатів навчання студентів згідно зі шкалою ECTS

Знання студентів з навчальної дисципліни «Механізми хімічних реакцій» оцінюються за модульно-рейтинговою системою.

Протягом семестру студент може набрати 60 балів за виконання і захист лабораторних робіт, написання контрольної роботи. До 40 балів студент одержує при написанні підсумкового модуль-контролю (залік).

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)		Залік	Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2		
T1.1 – T1.4	T2.1 – T2.3	T1.1 – T2.3	
30	30	40	100

Оцінка “відмінно” виставляється студенту, який набрав 90 і більше балів, “добре” – від 70, “задовільно”- від 50.

“Відмінно” – А 90 -100 балів

Студент повинен:

- чітко розуміти вплив електронних та просторових ефектів на перебіг органічних реакцій;
- чітко володіти основними теоретичними положеннями органічної хімії, правильно пояснювати механізми органічних реакцій;
- розуміти протолітичну теорію Бренстеда-Лоурі та електронну теорію кислот і основ Льюїса.
- знати методи одержання, можливі хімічні перетворення та механізми реакцій за участю карбокатионів, карбаніонів і вільних радикалів;
- володіти методами експериментального визначення антиоксидантної активності органічних сполук;
- чітко володіти основними схемами радикально-ланцюгового окиснення органічних речовин.
- знати механізми електрофільних, нуклеофільних і радикальних реакцій, різних типів перегруповань.

“Добре” - В 80 -89 балів

Студент повинен:

- розуміти вплив електронних та просторових ефектів на перебіг органічних реакцій;
- володіти основними теоретичними положеннями органічної хімії, правильно пояснювати механізми органічних реакцій;
- розуміти суть протолітичної теорії Бренстеда-Лоурі та електронної теорії кислот і основ Льюїса.
- знати методи одержання, можливі хімічні перетворення карбокатионів, карбаніонів і вільних радикалів;
- володіти методами експериментального визначення антиоксидантної активності органічних сполук;
- знати основні схеми радикально-ланцюгового окиснення органічних речовин.
- знати механізми електрофільних, нуклеофільних і радикальних реакцій, різних типів перегруповань.

“Добре” - С 70 -79 балів

Студент повинен:

- розуміти вплив електронних та просторових ефектів на перебіг органічних реакцій;
- розуміти суть протолітичної теорії Бренстеда-Лоурі та електронної теорії кислот і основ Льюїса.
- загалом знати методи одержання, можливі хімічні перетворення карбкатіонів, карбаніонів і вільних радикалів;
- знати основні схеми радикально-ланцюгового окиснення органічних речовин;
- загалом знати механізми електрофільних, нуклеофільних і радикальних реакцій, різних типів перегруповань.

“Задовільно” Д 60 – 69 балів

Студент повинен:

- загалом розуміти вплив електронних та просторових ефектів на перебіг органічних реакцій;
- загалом знати методи одержання карбкатіонів, карбаніонів і вільних радикалів та їх використання;
- загалом орієнтуватися в методах експериментального визначення антиоксидантної активності органічних сполук;
- знати механізми електрофільних, нуклеофільних і радикальних реакцій, різних типів перегруповань.

“Задовільно” Е 50 – 59 балів

Студент повинен:

- загалом розуміти вплив електронних та просторових ефектів на перебіг органічних реакцій;
- володіти загалом основними теоретичними положеннями органічної хімії
- загалом знати методи одержання карбкатіонів, карбаніонів і вільних радикалів;
- орієнтуватися в механізмах електрофільних, нуклеофільних і радикальних реакцій, різних типів перегруповань.

“Незадовільно”

Ця оцінка виставляється, в разі:

- відсутності елементарних знань про електронні та просторові ефекти, основні теоретичні положення органічної хімії, методи одержання карбкатіонів, карбаніонів і вільних радикалів, відсутності знань про основні типи антиоксидантів та механізм їхньої дії, методи визначення антиоксидантної активності органічних сполук, механізми електрофільних, нуклеофільних і радикальних реакцій.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим самостійним опрацюванням освітнього компонента до перескладання

Перелік питань для самоконтролю і контролю навчальних досягнень студентів

1. Класифікація органічних реакцій за напрямом перебігу. Механізми таких перетворень.
2. Класифікація органічних реакцій за характером зміни зв'язків та типом активної проміжної частинки.
3. Кінетична класифікація органічних реакцій. Порядок і молекулярність.
4. Теорія електронних зсувів. Індуктивний ефект замісників.
5. Мезомерний ефект замісників. Делокалізація заряду.
6. Порівняння індуктивного і мезомерного ефекту.
7. Типи спряження в органічних сполуках.
8. Кінетичний і термодинамічний контроль.
9. Протолітична теорія Бредстеда –Лоурі та електронна теорія Льюїса. Загальна характеристика.
10. Кислотність та основність за Бренстедом-Лоурі. Спряжені кислоти та основи.
11. Типи органічних кислот за Бренстедом-Лоурі.
12. Типи органічних основ за Бренстедом-Лоурі.
13. Кількісна характеристика основності та кислотності.
14. Кислоти та основи за електронною теорією Льюїса.
15. Карбкатіони. Методи одержання.
16. Стійкість карбкатіонів. Фактори стабілізації карбкатіонів.
17. Реакції карбкатіонів.
18. Типи перегруповань карбкатіонів. Механізм таких перетворень.
19. Карбаніони. Методи одержання карбаніонів. Будова карбаніонів.
20. Механізм стабілізації карбаніонів.
21. Карбаніони і таутомерія. Наведіть приклади.
22. Механізм таутомерних перетворень карбаніонів.
23. Реакції за участю карбаніонів. Наведіть приклади.
24. Вільні радикали. Загальна характеристика. Методи реєстрації вільних радикалів.
25. Типи вільних радикалів. Наведіть приклади.
26. Стабільність вільних радикалів. Кінетична і термодинамічна стабільність. Наведіть приклади.
27. Вільні радикали з радикальним центром на атомі оксигену або нітрогену. Фактори їхньої стабілізації.
28. Генерація вільних радикалів.
29. Хімічні властивості вільних радикалів.
30. Реакції фрагментації та диспропорціонування вільних радикалів.
31. Механізм радикально-ланцюгового окиснення вуглеводнів.
32. Антиоксиданти. Способи оцінка ефективності інгібування.
33. Класифікація антиоксидантів. Загальна характеристика.
34. Механізми електрофільних реакцій приєднання і заміщення.
35. Механізми нуклеофільних реакцій заміщення і приєднання.
36. Механізми радикальних реакцій заміщення і приєднання.

Рекомендована література

Основна

1. Пивоваренко В.Г. Механізми органічних реакцій у розчинах: навчальний посібник. Київ:ВПЦ «Київський університет», 2019. – 303 с.
2. Олександр Григоренко, Ольга Шабликіна. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студентів хімічних спеціальностей. Київ: Наш Формат, 2021. – 568 с.
3. Опейда Й.О. Синтетичні і природні антиоксиданти. ДонНУ. – Вінниця, Львів - 2016. – 190 с.
4. Янченко В.О. Механізми органічних реакцій. Чернігів: НУЧК, 2024. – 302 с.
5. Швед, О. М. Ютілова, К. С. Богза, С. Л. Розанцев, Г. М. Термодинамічні та кінетичні аспекти хімічних реакцій. Вінниця: ДонНУ. 2021. – 144 с.

6. Янченко В.О. Механізми органічних реакцій. Чернівці: НУЧК, 2024. – 302 с.
7. Copeland A., Bell L. Organic Reaction Mechanism. 2021. – 528 p.

Додаткова

1. Куц О.В. Механізми дії *N*-гідроксифталіміду в радикально-ланцюгових процесах полімеризації та окиснення: дис...док.хім наук: 02.00.04. / О.В.Куц. – Львів, 2016. – 350 с.
2. March's Advanced Organic Chemistry : Reactions, Mechanisms, and Structure. 7th Edition, John Wiley & Sons, 2013. – 2080 p.
3. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
4. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
5. Курта С. А. Механізми органічних реакцій : навчально-методичний посібник, підручник для вищих навчальних закладів хімічного профілю. Івано-Франківськ: Прикарпат. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2020. – 146 с
6. Валюк В.Ф. Механізми органічних реакцій. Умань, 2016. – 122 с.

Інформаційні ресурси

Серед інформаційних ресурсів доступних студентам для навчання є: сайт дистанційної освіти ЧНУ; доступний і безкоштовний інтернет на кафедрі хімії та експертизи харчової продукції.

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLWjDWvOHdq1UuvEbKuIx8PZjg3pVSILVb>

<https://eprints.zu.edu.ua/42547/1/1.pdf>

<https://drive.google.com/file/d/1PQubQ3LsYU0Qf82hp9Wd7lOjOOx8bKpr/view?usp=sharing>

Політика академічної доброчесності

Освітня діяльність (викладача і студента) під час вивчення навчальної дисципліни ґрунтується на принципах співробітництва та академічної доброчесності. Очікується, що роботи студентів будуть оригінальним дослідженням чи міркуванням й об'єктивно оцінені. Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни «Механізми органічних реакцій» регламентовано такими документами:

- «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича»
<https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>
- «Положення Про виявлення та запобігання академічному плагіату у Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича»
<https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polozhennia-pro-vyavlennia-ta-zapobihannia-akademichnomu-plahiatu/>