



## СУЧАСНІ МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти *Доктора філософії*

Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	161 Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	<b>Хімічні технології та інженерія</b>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, семестр 2</i>
Обсяг дисципліни	8 кредитив, 36 лекц, 18 практичних, 36 лаб., 150 год. СРС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, МКР</i>
Розклад занять	36 лек, 18 пр, 36 лр, 150 СРС
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент ОХ та ТОР, д.х.н., Роженко Олександр Борисович, a_rozhenko@ukr.net Практичні заняття: доцент ОХ та ТОР, д.х.н., Роженко Олександр Борисович, a_rozhenko@ukr.net
Розміщення курсу	<a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;create&amp;filter=&amp;sd=10166&amp;cm=2">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;create&amp;filter=&amp;sd=10166&amp;cm=2</a>

## 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Невід'ємною складовою роботи сучасного хіміка в науковій чи заводській лабораторії, на виробництві є на сьогодні контроль перебігу хімічної реакції та вивчення її кінетики, спектральний аналіз структури продукту реакції та його чистоти. Кожне окремо завдання можна вирішити, використовуючи аналітичні методи (елементний аналіз, газову та рідинну хроматографію), мас-спектрометрію, рентгеноструктурний аналіз. Кожен із цих підходів є корисним, однак має свої обмеження. Тому базові знання основних спектральних та аналітичних методів є необхідними для самостійної роботи в сучасній хімічній лабораторії, вони також є невід'ємною частиною сучасного органічного синтезу, фармакології та хімічної технології органічних речовин.

**Предмет освітньої компоненти:** мас-спектрометрія, рентгеноструктурне дослідження монокристалів (далі – РДМ), спектроскопія ядерного магнітного резонансу (далі - ЯМР) в рідинах та в твердій фазі, рідинна та газова хроматографія.

**Метою** освітньої компоненти є ознайомлення здобувачів вищої освіти рівня PhD з фізичними методами дослідження хімічних сполук та навичок практичного їх використання, а також формування та посилення у з.в.о. компетенцій:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 01);
- Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у хімічній технології та інженерії та дотичних до них міждисциплінарних напрямках хімічної та біоінженерії (ФК 01);
- Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у хімічній технології та інженерії та дотичних до них міждисциплінарних напрямках хімічної та біоінженерії (ФК 02);
- Здатність розвивати та вдосконалювати свої здатності в галузі письмової наукової комунікації для написання та публікування власних статей різного характеру в наукометричних журналах (ФК 06).

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти рівня доктора філософії після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання, зокрема:

### **компетентності:**

- здатність генерувати нові ідеї (креативність) (К1);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (К3);
- здатність вести професійну, у тому числі науково-дослідну діяльність у міжнародному середовищі (К6);

### **результати навчання:**

- критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій (ПР1);
- знання реакцій і комбінацій реагентів, які використовуються при побудові складних органічних систем (ПР11);
- вміти використовуючи наукові знання синтезу органічних речовин, в умовах

- лабораторії або виробництва, для визначення даних до технічного завдання сформулювати мету виконання дослідження (створення нового об'єкту, напрямом
- вдосконалення існуючого, визначення або прогнозування ключових параметрів і властивостей системи та ін.) (ПР12).

Мати передові концептуальні та методологічні знання з хімічних технології та інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій (ПРН 01).

## 2. Пререквізити та постреквізити освітньої компоненти (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні здобувачу вищої освіти рівня *PhD* для успішного засвоєння освітньої компоненти:

Загальна, органічна та неорганічна хімія	Знання основних принципів хімічної будови сполук. Загальні уявлення про будову атома та молекули, електронні орбіталі, структурна будова органічних сполук, електронні властивості атомів та замісників, їх електронегативність, індуктивний та мезомерний ефекти
Фізика	Загальні знання із оптики, термодинаміки, електрики та магнетизму, будови атома та атомного ядра. Знайомство із спектроскопією ЯМР.
Основи симетрії та теорії груп	Загальні уявлення про симетрію.

Постреквізити: знання отримані після вивчення курсу будуть використані в дисертації.

## 3. Зміст навчальної дисципліни

*Вступ. Структура курсу «Сучасні методи ідентифікації органічних сполук»*

### Розділ 1. Сучасна мас-спектрометрія.

#### 1. Тема 1.1. Типи мас-спектрометрів, їх призначення та особливості застосування.

а) хімічна іонізація при атмосферному тиску (APCI); б) електроспрей іонізація (ESI); в) фотоіонізація при атмосферном тиску (APPI); г) іонізація лазерною десорбцією при сприянні матриці (MALDI); д) електронний удар (EI); е) бомбардування швидкими атомами (FAB); є) фотоіонізація; ж) тандемний мас-спектрометр; з) часо-пролітний мас-спектрометр.

#### Тема 1.2. Практичні аспекти мас-спектрометрії.

Мас-спектрометри з низькою та високою роздільною здатністю. Катіонний та аніонний режими реєстрації спектрів. Вибір типу мас-спектрометра для отримання певної хімічної інформації.

#### Тема 2.1. Рентгеноструктурне дослідження (РСД) монокристалів.

Фізичні основи методу. Історія розвитку рентгенівської дифрактометрії. Сучасний рентгенівський дифрактометр. Типова процедура визначення структури молекули з використанням дифрактометрів сучасного покоління. Особливості інтерпретації структури. Вимоги до монокристалів, визначення їх якості. Сучасні методи вирощування монокристалів для РСД. Явище поліморфізму.

#### Тема 3.1. Двовимірна спектроскопія ЯМР – сучасні методи та їх застосування.

Двовимірна спектроскопія ЯМР (ДСЯМР): в чому її переваги. Типи та призначення ДСЯМР. Гомо- та гетероядерна ДСЯМР. Прямі та інверсні методи гетероядерної ДСЯМР. Двовимірні методи, що базуються на явищі ядерного ефекту Оверхаузера. Градієнтні варіанти імпульсних методик, їх переваги та технічна реалізація.

### Тема 3.2. Менш традиційні методи в спектроскопії ЯМР органічних сполук.

ЯМР на ядрах, відмінних від найбільш широко вживаних, таких як  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ . Інверсне детектування ядер з низьким гіромагнітним співвідношенням: версії 1D та 2D. Спін-спінова взаємодія  $^{13}\text{C}$ - $^{13}\text{C}$ : одновимірні та двовимірні методики INADEQUATE. Визначення коефіцієнтів дифузії градієнтними методами - метод DOSY. Релаксометрія та її застосування в хімії. Динамічний ЯМР. Вибір та використання внутрішніх та зовнішніх стандартів.

### Тема 3.3. Спектроскопія ЯМР твердофазних зразків.

Особливості та межі застосування спектроскопії ЯМР порошкоподібних зразків. Спектри широких ліній – особливості будови датчика та радіочастотної частини спектрометра. Обертання під магнітним кутом – метод звуження сигналів. Спектри ЯМР  $^1\text{H}$  та  $^{19}\text{F}$  сполук у твердому стані. Спектри ЯМР  $^{13}\text{C}$  твердофазних зразків. Декаплювання та крос-поляризація. Приклади застосування двовимірної спектроскопії ЯМР зразків у твердому стані.

### Тема 4. Сучасні хроматографічні методи в хімії

Характеристики «ідеального» приладу: а) функція відгуку; б) константа часу; в) чутливість; г) насичення. Газова хроматографія – задачі та мета застосування. Рідинна хроматографія – задачі та мета застосування. Порівняння та огляд обох методів. Що можна аналізувати, які об'єкти є непридатними для аналізу. Датчики хроматографа – їх види, роль та особливості. Двовимірні хроматографія: що спільного і чим відрізняється від двовимірного ЯМР.

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, наявні в бібліотеках, у вигляді електронних копій та в інтернеті. Як основна література так і інші джерела призначені для розширеного вивчення матеріалу.

### Основна література:

1. Воловенко Ю.М. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу для хіміків/ Ю.М. Воловенко, В.Г. Карцев, И.В. Комаров, А.В.Туров, В.П. Хуля. – М.: ICSPF, 2011. – 694 с.
2. Казицина Л.А., Застосування УФ-, ІК-, ЯМР- та мас-спектроскопії в органічній хімії / Казицина Л.А., Куплетська Н.Б. – М.: МГУ, 1979. – 237 с.
3. Лисенко О.М., Основи газової хроматографії./ О.М. Лисенко, Т.В. Ковальчук, В.М. Зайцев – Київ, Київський ВПЦ університет, 2013 р. – 166 с.
4. Сільверстейн Р. Спектрометрична інтерпретація органічних сполук: пер. з англ./ Р.Сільверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл. – М.: Біном, 2011. – 557 с.
5. Преч Э. Визначення будови органічних сполук: пер. с англ./ Е.Преч, Ф. Бюльман, К. Аффольтер. – М.: Біном, 2006. - 438 с.
6. Воловенко Ю.М. Ядерний магнітний резонанс: підручник для ВНЗ/ Ю.М. Воловенко, О.В.Туров. - Ірпінь: Перун, 2007. – 480 с.
7. Майєр В. Практична високоефективна рідинна хроматографія. / В. Майєр – М.: Техносфера, 2016. – 408 с.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з проведенням практичних занять, на яких докладно розглядаються практичні та прикладні задачі. При читанні лекцій застосовується їх поширення у вигляді PDF-файлів. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з її матеріалами, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Опис заняття
1	<p><i>Вступ – Предмет вивчення і задачі дисципліни, принципи оцінювання знань.</i></p> <p><i>Тема 1.1. Мас-спектрометрія.</i></p> <p>Типи мас-спектрометрів, їх призначення та особливості застосування:</p> <p>а) хімічна іонізація при атмосферному тиску (APCI); б) електроспрей іонізація (ESI); в) фотоіонізація при атмосферном тиску (APPI); г) іонізація лазерною десорбцією при сприянні матриці (MALDI); д) електронний удар (EI); е) бомбардування швидкими атомами (FAB); є) фотоіонізація; ж) тандемний мас-спектрометр; з) часо-пролітний мас-спектрометр.</p>
2	<p><i>Тема 1.2. Практичні аспекти мас-спектрометрії.</i></p> <p>Мас-спектрометри з низькою та високою роздільною здатністю. Катіонний та аніонний режими реєстрації спектрів. Вибір типу мас-спектрометра для отримання певної хімічної інформації. Особливості мас-спектрів різних типів, їх практичне призначення. Приклади мас-спектрів та їх інтерпретація.</p>
3	<p><i>Тема 2.1. Рентгеноструктурне дослідження (РСД) монокристалів.</i></p> <p>Фізичні основи методу. Історія розвитку рентгенівської дифрактометрії. Сучасний рентгенівський дифрактометр. Типова процедура визначення структури молекули з використанням дифрактометрів сучасного покоління. Особливості інтерпретації структури. Вимоги до монокристалів, визначення їх якості. Сучасні методи вирощування монокристалів для РСД. Явище поліморфізму.</p>
4	<p><i>Тема 3.1. Двовимірна спектроскопія ЯМР – сучасні методи та їх застосування.</i></p> <p>Двовимірна спектроскопія ЯМР (ДСЯМР): в чому її переваги. Типи та призначення ДСЯМР. Гомо- та гетероядерна ДСЯМР. Прямі та інверсні методи гетероядерної ДСЯМР. Двовимірні методи, що базуються на явищі ядерного ефекту Оверхаузера. Градієнтні варіанти імпульсних методик, їх переваги та технічна реалізація.</p>
5	<p><i>Тема 3.2. Менш традиційні методи в спектроскопії ЯМР органічних сполук.</i></p> <p>ЯМР на ядрах, відмінних від найбільш широко вживаних, таких як <math>^1\text{H}</math>, <math>^{13}\text{C}</math>, <math>^{19}\text{F}</math>. Інверсне детектування ядер з низьким гіромагнітним співвідношенням: версії 1D та 2D. Спін-спінова взаємодія <math>^{13}\text{C}</math>-<math>^{13}\text{C}</math>: одновимірна та двовимірна методики INADEQUATE. Визначення коефіцієнтів дифузії градієнтними методами - метод DOSY. Релаксометрія</p>

	<i>та її застосування в хімії. Динамічний ЯМР. Вибір та використання внутрішніх та зовнішніх стандартів.</i>
6	<i>Тема 3.3. Спектроскопія ЯМР твердофазних зразків. Особливості та межі застосування спектроскопії ЯМР порошкоподібних зразків. Спектри широких ліній – особливості будови датчика та радіочастотної частини спектрометра. Обертання під магнічним кутом – метод звуження сигналів. Спектри ЯМР <math>^1\text{H}</math> та <math>^{19}\text{F}</math> сполук у твердому стані. Спектри ЯМР <math>^{13}\text{C}</math> твердофазних зразків. Декаплювання та крос-поляризація. Приклади застосування двовірної спектроскопії ЯМР зразків у твердому стані.</i>
7	<i>Тема 4. Сучасні хроматографічні методи в хімії Характеристики «ідеального» приладу: а) функція відгуку; б) константа часу; в) чутливість; г) насичення. Газова хроматографія – задачі та мета застосування. Рідинна хроматографія – задачі та мета застосування. Порівняння та огляд обох методів. Що можна аналізувати, які об'єкти є непридатними для аналізу. Датчики хроматографа – їх види, роль та особливості. Двовимірна хроматографія: що спільного і чим відрізняється від двовимірного ЯМР.</i>

### **Практичні заняття**

Метою практикуму є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти «Сучасні методи ідентифікації органічних сполук». Матеріал практичних занять спрямований на одержання досвіду розв'язання практичних задач при визначенні структури сполук за їх спектрами.

<b>Тиждень</b>	<b>Тема</b>	<b>Опис запланованої роботи</b>
1	<i>Тема 1.1. Мас-спектрометрія.</i>	<i>Визначення молекулярної маси та ідентифікації фрагментів у мас-спектрах. Розв'язання практичних задач за допомогою мас-спектрометрії. Призначення і використання бібліотек мас-спектрів.</i>
1	<i>Тема 1.2. Практичні аспекти мас-спектрометрії.</i>	<i>Практична інтерпретація мас-спектрів.</i>
2	<i>Тема 2.1. Рентгеноструктурне дослідження (РСД) монокристалів.</i>	<i>Ознайомлення з дифрактометром Bruker Smart Apex II (Інститут органічної хімії НАН України). Методи приготування монокристалів для рентгенівської дифрактометрії. CIF-файл, його вміст. Замовлення CIF-файла в Кембрижській базі структурних даних. Робота з програмою "Mercury": візуалізація результатів РСД, переведення даних в інший формат.</i>
2	<i>Тема 3.1. Двовимірна спектроскопія ЯМР – сучасні методи та їх застосування.</i>	<i>Розв'язок задач на інтерпретацію двовимірних спектрів ЯМР. Обробка двовірних спектрів ЯМР на персональному комп'ютері (програми ACD/Labs, NUTS, Spinworks).</i>
3	<i>Тема 3.1. Двовимірна спектроскопія ЯМР – сучасні</i>	<i>Демонстрація роботи спектрометра ЯМР Bruker Avance 400 (Інститут металофізики ім.</i>

	<i>методи та їх застосування та Тема 3.2. Менш традиційні методи в спектроскопії ЯМР органічних сполук.</i>	<i>Г.В. Курдюмова НАН України). Приготування зразка для спектроскопії ЯМР. Збереження спектрів на магнітний носій у вигляді оригінальних файлів, бінарних файлів та графічних файлів.</i>
3	<i>Тема 3.2. Менш традиційні методи в спектроскопії ЯМР органічних сполук та Тема 3.3. Спектроскопія ЯМР твердофазних зразків.</i>	<i>Особливості приготування зразків для реєстрація спектрів ЯМР на менш традиційних ядрах (<math>^{31}\text{P}</math>, <math>^{17}\text{O}</math>, <math>^{14}\text{N}/^{15}\text{N}</math>, <math>^{11}\text{B}</math>). Використання ампул для ЯМР різного типу та діаметра. Дейтерієва стабілізація резонансних умов: в яких випадках вона необхідна. Збереження спектрів на магнітному носії у вигляді оригінальних файлів, бінарних файлів та графічних файлів. Приготування зразків для реєстрації спектрів ЯМР твердофазних зразків. Реєстрація спектрів ЯМР з обертанням під магнічним кутом.</i>
4	<i>Тема 3.6. Спектроскопія ЯМР – методологічні аспекти та Тема 3.7. Менш традиційні ядра та експерименти в спектроскопії ЯМР.</i>	<i>Прикладні аспекти реєстрації спектрів ЯМР: приготування зразків, типові помилки, недоліки спектрів та шляхи їх подолання. Методи фільтрування розчинів. Спектри ЯМР <math>^{19}\text{F}</math> та <math>^{31}\text{P}</math>.</i>
4	<i>Тема 3.8. Комплексне застосування спектральних методів.</i>	<i>Розв'язок задач на визначення структури сполуки на основі мас-спектрів, одно- та двомірних спектрів ЯМР.</i>
5	<i>Тема 4. Сучасні хроматографічні методи в хімії</i>	<i>Практичні аспекти приготування зразків для хроматографічних експериментів. Демонстрація роботи газового та високоєфективного рідинного хроматографів на прикладі тестових зразків. Інтерпретація результатів хроматографічного аналізу. Спільне використання хроматографії та спектроскопії ЯМР.</i>
5		<i>Контрольна робота. Консультація перед іспитом.</i>

## Лабораторні роботи

Цикл лабораторних робіт призначений для практичного застосування основних методів, розглянутих в курсі.

Основні завдання циклу лабораторних занять полягають у підтвердженні окремих теоретичних положень, набуття умінь роботи з обладнанням та обробки отриманих результатів.

Приблизний перелік лабораторних робіт:

1. Синтез 1-бромдіамантану ( 8 год.)
2. Синтез суміші 1- та 4-діамтанолів (10 год.)
3. Синтез адамантанкарбонової кислоти (8 год)

#### 4. Синтез етилового естеру адамантанкарбонової кислоти (10 год)

### 6. Самостійна робота здобувача вищої освіти рівня PhD

Самостійна робота здобувача вищої освіти рівня PhD (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, вирішення задач на практичних заняттях, підготовка до захисту практичних завдань, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до практичних занять та до контрольних робіт: повторення лекційного матеріалу, самостійна інтерпретація спектрів, які розглядалися на лекції.	1-2 години на тиждень
Самостійне розв'язання спектральних задач на визначення структури органічних сполук за їх спектрами	1-2 години на тиждень
Підготовка до екзамену	8 години
Разом	150 год

## - Політика та контроль

### 7. Політика освітнього компоненти

Лекції проводяться в навчальних аудиторіях. Практичні заняття проводяться в аудиторії чи з виїздом в лабораторію, що має необхідне обладнання. Відвідування лекцій та практичних занять є обов'язковим. Перед початком чергової теми лектор проводить опитування за результатами попередніх лекцій з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та активації уваги здобувачів вищої освіти рівня PhD.

#### Правила поведінки на практичних заняттях:

1. Здобувачі вищої освіти рівня PhD повинні активно відповідати на питання та брати участь у вирішенні завдань, які ставить перед ними викладач.
2. Здобувачі вищої освіти рівня PhD вирішують задачі або на дошці, або в режимі онлайн. В останньому випадку відповіді на вирішені задачі студенти надсилають в електронному варіанті у чат чи на електронну пошту.
3. Після перевірки рішення викладачем здобувачу вищої освіти рівня PhD зараховується вирішення задачі на практичному занятті.
4. Відмова вирішувати задачу без поважної причини штрафується відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. За активну роботу на лекції та практичному занятті нараховується 1 заохочувальний бал.
2. За відмову відповідати чи демонстрацію повної відсутності знань для відповіді на питання нараховується штрафний бал (-1 бал).

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського.



Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з освітньої згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	РР	Семестровий контроль
4	8	240	36	18	36	150	1	-	екзамен

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на практичних заняттях.
2. Контроль самостійного виконання комплексних спектральних задач – протягом семестру.
3. Семестровий контроль: екзамен

Для перевірки засвоєння студентами матеріалу кредитного модуля «Сучасні методи ідентифікації органічних сполук» рекомендується після вивчення кожного розділу проводити письмове опитування. Всього за семестр необхідно провести три контрольні роботи (КР), наприкінці проводиться модульна контрольна робота (МКР) та письмовий екзамен.

### Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. *Рейтинг здобувача вищої освіти магістерського рівня з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за: – виконання лабораторних робіт (3\*5); – написання контрольних робіт (КР) – (5\*3) балів, – написання модульної контрольної роботи (МКР) – 10 балів, – виконання лабораторних робіт – 10 балів;*

2. *Критерії нарахування балів:*

2.1. *Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт:*

*Ваговий бал – 2 бали. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:*

- ☞ 2 бали: *Гарна робота, правильно оформлений протокол роботи та безпомилкове вирішення усіх завдань під час захисту роботи при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних знань з органічної хімії при вирішенні контрольних завдань;*
- ☞ 1 бал: *Незначні помилки при виконанні лабораторної роботи або неправильно оформлений протокол та під час захисту роботи вірне вирішення розрахункових вправ (але не менше 50 %); наявність принципових помилок у відповідях*
- ☞ 0 балів: *Робота не виконана або не захищена;*

## 2.2. Контрольна робота

☞ Кількість завдань цього виду – 3.

☞ контрольна робота оцінюється в 5 балів.

### **Критерії оцінювання контрольної роботи:**

- ☞ 5 балів: «відмінно» – безпомилкове вирішення усіх завдань при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних знань з органічної хімії при вирішенні контрольних завдань;
  - ☞ 4 бали: «добре» – вирішення усіх завдань з незначними, непринциповими помилками; наявність 1-2 помилок та 1-2 зауважень щодо вміння застосовувати фундаментальні знання з органічної хімії при вирішенні контрольних завдань та відповіді на теоретичні питання;
  - ☞ 3 бали: «задовільно» – вирішення усіх розрахункових вправ з двома – трьома досить суттєвими помилками; наявність суттєвих зауважень до теоретичних викладок, помилки у формулах;
  - ☞ 2 бали: «достатньо» – вірне вирішення розрахункових вправ (але не менше 50 %); наявність принципових помилок у відповідях.
- 0-1 балів: відповідь принципово невірна або відсутня.

### **Критерії оцінювання модульної контрольної роботи:**

- ☞ 10-9 балів: «відмінно» – безпомилкове вирішення усіх завдань при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних знань з органічної хімії при вирішенні контрольних завдань;
  - ☞ 8-7 балів: «добре» – вирішення усіх завдань з незначними, непринциповими помилками; наявність 1-2 помилок та 1-2 зауважень щодо вміння застосовувати фундаментальні знання з органічної хімії при вирішенні контрольних завдань та відповіді на теоретичні питання;
  - ☞ 6-5 балів: «задовільно» – вирішення усіх розрахункових вправ з двома – трьома досить суттєвими помилками; наявність суттєвих зауважень до теоретичних викладок, помилки у формулах;
  - ☞ 4-3 балів: «достатньо» – вірне вирішення розрахункових вправ (але не менше 50 %); наявність принципових помилок у відповідях.
- ☞ 0 балів: відповідь принципово невірна або відсутня.

☞

### **☞ ШТРАФНІ ТА ЗАОХОЧУВАЛЬНІ БАЛИ**

- ☞ За несвоєчасне виконання лабораторної роботи (без поважної причини) знімається - 2 бали.
- ☞ Заохочувальні бали додаються :
- ☞ за якість виконання лабораторних робіт, творчий підхід та пропозиції нових методик синтезу - 3 бали.

Здобувачі, що набрали суму балів за семестр 36 і більше (0.6 рейтингу за роботу протягом семестру) можуть складати екзамен. Якщо семестровий рейтинг менше 36 балів потрібно додаткове опрацювання матеріалу з метою підвищення рейтингу (виконання необхідної кількості індивідуальних завдань).

Здобувачі отримують позитивні атестації у семестрі, якщо поточна сума набраних балів відповідає 0,5 і більше від максимально можливої кількості балів на момент проведення атестації.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

$$RC = r_{\text{лаб}} + r_{\text{МКР}} + r_3 = 50 + 10 = 60 \text{ балів}$$

Умовою допуску до екзамену є виконання лабораторних робіт, написання МКР та кількість рейтингових балів не менше 36.



**4. На екзамені** здобувачі відповідають на 5 питань. Кожне питання оцінюється у 8 балів. Система оцінювання:

8-7 балів: «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації);

6-5 балів: «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);

4-3 балів: «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);

0 балів: «незадовільно» – незадовільна відповідь.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

#### **1. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

Перелік питань до МКР та екзамену наведені у Електронному кампусі.

У випадку проходження дистанційних чи онлайн курсів за темою освітньої компоненти зараховуються сертифікати, отримані у неформальній освіті. Відповідність сертифікату програмі ОК визначає лектор. Загальна кількість перерахованих годин не має перевищувати 25%.

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено доц. каф. ОХ та ТОР, д.х.н., Роженко Олександр Борисович

Ухвалено кафедрою ОХ та ТОР (протокол № 14 від 23.06.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024)