



# [FOMPV3.1] ФІЗИЧНА ОРГАНІЧНА ХІМІЯ



## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	16 - Хімічна інженерія та біоінженерія
Спеціальність	161 - Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Всі ОП
Статус дисципліни	Вибіркова (Ф-каталог)
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	Доступно для вибору починаючи з 1-го курсу, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 36 год, Практик. 18 год, Лаб. 0 год, СРС. 66 год )
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	<a href="https://rozklad.kpi.ua">https://rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: <a href="#">Пономарьов М. Є.</a> , Практ.: <a href="#">Пономарьов М. Є.</a> , СРС.: <a href="#">Пономарьов М. Є.</a>
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2328">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2328</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

Вивчення законів і закономірностей перебігу органічних реакцій є необхідним для глибокого розуміння суті процесів, умілого керування органічними реакціями в технологічних процесах тонкого органічного синтезу та для оптимізації уже існуючих процесів. Вивчення законів і закономірностей перебігу органічних реакцій передбачене на сучасному рівні з використанням відкриттів останніх років. Особлива увага відведена ролі середовища у перебігу реакцій та каталітичній дії добавок (солей, основ, кислот та ін.) і використанню досягнень фотохімії та механохімії.

**Предмет освітньої компоненти:** Закони та закономірності органічних реакцій, які використовуються у хіміко-технологічних процесах та методи вибору оптимальних умов перебігу таких реакцій.

**Метою** освітньої компоненти є формування у студентів здатностей:

- розуміти фізичні закономірності органічних реакцій, які використовують у хіміко-технологічних процесах та обирати оптимальні умови проведення таких реакцій;
- досліджувати, науково обґрунтовувати і створювати оптимальні режими і процеси для виробництв сучасних косметичних продуктів і харчових добавок.

Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій.

Знання методів підготовки кінетичних рівнянь та експериментальних даних для розрахунків робочих об'ємів реакторів, сучасних методів комп'ютерних розрахунків для хімічних виробництв органічних речовин, основ хімічної термодинаміки та законів хімічної кінетики

**знання:**

- основних закономірностей перебігу хімічних процесів, типів інтермедіатів, основних класифікацій механізмів органічних реакцій ;
- факторів, що впливають на напрямок процесу для кожного з розглянутих механізмів реакцій та забезпечують потрібну селективність процесу ;

**уміння:**

- визначати тип механізму реакції за наявною інформацією та визначати, яку інформацію необхідно додатково мати для такого визначення
- мінімізувати вплив побічних реакцій на основний процес ;
- забезпечувати при необхідності потрібну стереоселективність реакцій синтезу.

**досвід:**

- отримання інформації про механізм реакції з експериментальних даних та з літературних джерел ;
- використання інформації про деталі механізмів основної та побічних реакцій для вибору оптимальних умов проведення технологічного процесу (температура, тиск, розчинник, концентрації реагентів) .

...

**2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Постреквізити:

Виконання магістерської дисертації	Знання факторів, що впливають на напрямок процесу для кожного з розглянутих механізмів реакцій та забезпечують потрібну селективність процесу. Уміння мінімізувати вплив побічних реакцій на основний процес та забезпечити потрібну стереоселективність реакцій синтезу. Досвід використання інформації про деталі механізмів основної та побічних реакцій для вибору оптимальних умов проведення технологічного процесу (температура, тиск, розчинник, концентрації реагентів).
------------------------------------	---

...

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### *Тема 1. Хімічний зв'язок.*

*Теорія молекулярних орбіталей (МО). Енергії зв'язків, довжини зв'язків, кратність зв'язку, полярність зв'язків. Ефективний заряд. Іонні зв'язки, електростатичні взаємодії. Міжмолекулярні сили: сили Ван-дер-Ваальса, водневі зв'язки. Поверхні потенціальної енергії.*

#### *Тема 2. Основи термодинаміки та кінетики органічних реакцій.*

##### *Термодинаміка органічних реакцій.*

*Ентальпії утворення органічних сполук. Термохімічна інформація щодо стійкості сполук та конформацій. Роль ентропії в органічних реакціях. Фактори, що вносять вклад у зміну ентропії в реакціях. Енергія Гіббса та хімічна рівновага. Умови термодинамічного контролю складу продуктів реакції.*

##### *Кінетика органічних реакцій*

*Формальна кінетика. Кінетичні підстави для визначення механізму процесу. Кінетичні ізотопні ефекти. Активаційні параметри реакції. Рівняння Арреніуса. Енергія активації. Величини енергій активації для різних типів реакцій. Постулат Хеммонда.*

*Рівняння Ейрінга – Поляні. Теорія перехідного стану. Поняття про перехідний стан та інтермедіати. Поверхні потенціальної енергії. Принцип найменших змін. Принцип мікроскопічної зворотності. Реактивність та селективність. Використання величин ентальпії та ентропії активації для верифікації механізму реакції. Активаційний об'єм. Використання даних про термодинамічний та кінетичний контроль реакції для оптимізації умов процесу та виходу цільових продуктів.*

#### *Тема 3. Кислоти і основи.*

*Роль кислотності і основності у перебігу органічних реакцій. Електрофільність та нуклеофільність реагентів.*

*Теорії кислотності-основності Арреніуса, Брьонстеда, Льюїса. Електрофільність та нуклеофільність реагентів. Кількісні показники кислотності та основності, електрофільності та нуклеофільності, їхнє використання для передбачення реактивності і напрямку перебігу процесів. Принцип ЖМКО. Теорія жорстких і м'яких кислот і основ Пірсона (ЖМКО). Зарядовий та орбітальний контроль реакцій. Рівняння Клопмана – Салема.*

#### *Тема 4. Каталіз в органічних реакціях*

##### *Кисотно-основний каталіз*

*Специфічний і загальний каталіз. Нуклеофільний та електрофільний каталіз. Каталітична роль розчинників. Приклади каталітичних реакцій.*

##### *Каталіз добавками солей.*

*Сольові ефекти в органічних реакціях. Класифікація сольових ефектів. Роль добавок солей у процесах епімеризації та ізомеризації, вплив на розподіл продуктів. Зміна механізму реакції під дією солі. Кількісна оцінка ефективності дії солей. Рівняння Вінштейна. Моделювання сольових ефектів.*

## Тема 5. Зв'язок між структурою і реакційною здатністю

Принцип лінійності вільних енергій (ЛВЕ).

Рівняння лінійності вільних енергій. Рівняння Гаммета. Константи замісників. Багатопараметрові кореляції ЛВЕ.

## Тема 6. Сольватаційні ефекти.

Вплив природи розчинника на перебіг реакцій різних типів.

Специфічна та неспецифічна сольватація. Чутливість реакційної здатності до впливу природи розчинника для різних типів реакцій. Кількісна оцінка впливу природи розчинника загалом та окремих його властивостей на реакційну здатність. Рівняння Грюнвальда - Вінстейна, Коппеля - Пальма, Камлета - Тафта. Кореляції реакційної здатності з сольватохромними параметрами Діброта - Райхардта  $E_T$  та Косовера  $Z$ . Міжсубстратні кореляції.

## Тема 7. Стеричні і конформаційні ефекти в органічних реакціях

Види стеричних перешкод і напружень та їхній вплив на перебіг реакцій.

Ван-дер-Ваальсівські радіуси атомів. Класифікація напружень у циклах. Конформації і конформаційні бар'єри. Термодинаміка процесів циклізації: роль ентропії та ентальпії.

## Тема 8. Органічна фотохімія

Збуджені стани. Спінова множинність: синглетні та триплетні стани. Сенсibilізація і гасіння збудження. Приклади фотохімічних реакцій. Фотохімічні перициклічні процеси.

Вільнорадикальні процеси. Реакційна здатність радикалів та її кількісна оцінка.

...

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри фізичної хімії. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали - факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

### Базова:

1. Пивоваренко В.Г. Механізми органічних реакцій у розчинах. К.: ВПЦ «Київський університет», 2019. - 303 с.
2. Isaacs N.S. *Physical organic chemistry*. Harlow: Longman scientific & technical, 1992. - 828 p.

### Додаткова

1. Maskill H. *The physical basis of organic chemistry*. Oxford - New York: Oxford university press, 1993.- 490 p.

...

## Навчальний контент

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

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням студентами домашніх робіт та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу на практичних заняттях. При читанні лекцій застосовуються ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі MOODLE. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	1 тиждень	Тема 1. Хімічний зв'язок. Теорія молекулярних орбіталей (МО). Енергії зв'язків, довжини зв'язків, кратність зв'язку, полярність зв'язків. Ефективний заряд.
2	2 тиждень	Продовження теми 1: Іонні зв'язки, електростатичні взаємодії. Міжмолекулярні сили: сили Ван-дер-Ваальса, водневі зв'язки. Поверхні потенціальної енергії.
3	3 тиждень	Тема 2. Основи термодинаміки та кінетики органічних реакцій. Термодинаміка органічних реакцій. Ентальпії утворення органічних сполук. Термохімічна інформація щодо стійкості сполук та конформацій.
4	4 тиждень	Продовження теми 2: Роль ентропії в органічних реакціях. Фактори, що вносять вклад у зміну ентропії в реакціях. Енергія Гіббса та хімічна рівновага. Умови термодинамічного контролю складу продуктів реакції.
5	5 тиждень	Продовження теми 2: Кінетика органічних реакцій Формальна кінетика. Кінетичні підстави для визначення механізму процесу. Кінетичні ізотопні ефекти.
6	6 тиждень	Продовження теми 2: Активаційні параметри реакції. Рівняння Арреніуса. Енергія активації. Величини енергій активації для різних типів реакцій. Постулат Хеммонда. Рівняння Ейрінга – Поляні. Теорія перехідного стану. Поняття про перехідний стан та інтермедіати. Поверхні потенціальної енергії.
7	7 тиждень	Продовження теми 2: Принцип найменших змін. Принцип мікроскопічної зворотності. Реактивність та селективність. Використання величин ентальпії та ентропії активації для верифікації механізму реакції. Активаційний об'єм. Використання даних про термодинамічний та кінетичний контроль реакції для оптимізації умов процесу та виходу цільових продуктів.
8	8 тиждень	Тема 3. Кислоти і основи. Роль кислотності і основності у перебігу органічних реакцій. Теорії кислотності-основності Арреніуса, Брьонстеда, Льюїса
9	9 тиждень	Продовження теми 3: Електрофільність та нуклеофільність реагентів. Кількісні показники кислотності та основності, електрофільності та нуклеофільності, їхнє використання для передбачення реактивності і напрямку перебігу процесів.
10	10 тиждень	Продовження теми 3: Принцип ЖМКО. Теорія жорстких і м'яких кислот і основ Пірсона (ЖМКО). Зарядовий та орбітальний контроль реакцій. Рівняння Клопмана – Салема.
11	11 тиждень	Тема 4. Каталіз в органічних реакціях Кислотно-основний каталіз. Специфічний і загальний каталіз. Нуклеофільний та електрофільний каталіз. Каталітична роль розчинників. Приклади каталітичних реакцій..
12	12 тиждень	Продовження теми 4: Каталіз добавками солей. Сольові ефекти в органічних реакціях. Класифікація сольових ефектів. Роль добавок солей у процесах епімеризації та ізомеризації, вплив на розподіл продуктів. : Зміна механізму реакції під дією солі. Кількісна оцінка ефективності дії солей. Рівняння Вінштейна. Моделювання сольових ефектів.
13	13 тиждень	Тема 5. Зв'язок між структурою і реакційною здатністю Принцип лінійності вільних енергій (ЛВЕ). Рівняння лінійності вільних енергій. Рівняння Гаммета. Константи замісників. Багатопараметрові кореляції ЛВЕ.

14	14 тиждень	Тема 6. Сольватаційні ефекти. Вплив природи розчинника на перебіг реакцій різних типів. Специфічна та неспецифічна сольватація. Чутливість реакційної здатності до впливу природи розчинника для різних типів реакцій
15	15 тиждень	Продовження теми 6: Кількісна оцінка впливу природи розчинника загалом та окремих його властивостей на реакційну здатність. Рівняння Грюнвальда - Вінштейна, Коппеля - Пальма, Камлета - Тафта.
16	16 тиждень	Продовження теми 6: Кореляції реакційної здатності з сольватохромними параметрами Діброта - Райхардта $E_T$ та Косовера $Z$ . Міжсубстратні кореляції.
17	17 тиждень	Тема 7. Стеричні і конформаційні ефекти в органічних реакціях Види стеричних перешкод і напружень та їхній вплив на перебіг реакцій. Ван-дер-Ваальсівські радіуси атомів. Класифікація напружень у циклах. Конформації і конформаційні бар'єри. Термодинаміка процесів циклізації: роль ентропії та ентальпії.
18	18 тиждень	Тема 8. Органічна фотохімія Збуджені стани. Спінова множинність: синглетні та триплетні стани. Сенсибілізація і гасіння збудження. Приклади фотохімічних реакцій. Фотохімічні перциклічні процеси. Вільнорадикальні процеси. Реакційна здатність радикалів та її кількісна оцінка.

#### Практичні заняття

Метою практичних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти «Механізми реакцій синтезу». Матеріал практичних занять спрямований на одержання досвіду вирішення проблем хімічної технології тонкого органічного синтезу шляхом розв'язання наближених до реальних технологічних ситуацій задач.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	1	Тема 1. Хімічний зв'язок. Теорія молекулярних орбіталей (МО). Енергії зв'язків, довжини зв'язків, кратність зв'язку, полярність зв'язків. Ефективний заряд. Іонні зв'язки, електростатичні взаємодії. Міжмолекулярні сили: сили Ван-дер-Ваальса, водневі зв'язки. Поверхні потенціальної енергії.
3	2	Тема 2. Основи термодинаміки та кінетики органічних реакцій. Термодинаміка органічних реакцій. Термохімічна інформація щодо стійкості сполук та конформацій. Роль ентропії в органічних реакціях. Фактори, що вносять вклад у зміну ентропії в реакціях. Енергія Гіббса та хімічна рівновага. Умови термодинамічного контролю складу продуктів реакції. Кінетика органічних реакцій Формальна кінетика. Кінетичні підстави для визначення механізму процесу. Кінетичні ізотопні ефекти. Активаційні параметри реакції. Рівняння Ейрінґа - Поляні. Реактивність та селективність. Використання величин ентальпії та ентропії активації для верифікації механізму реакції. Використання даних про термодинамічний та кінетичний контроль реакції для оптимізації умов процесу та виходу цільових продуктів.
5	3	Тема 3. Кислоти і основи. Роль кислотності і основності у перебігу органічних реакцій. Електрофільність та нуклеофільність реагентів. Теорії кислотності-основності Арреніуса, Брьонстеда, Льюїса. Кількісні показники кислотності та основності, електрофільності та нуклеофільності, їхнє використання для передбачення реактивності і напрямку перебігу процесів. Теорія жорстких і м'яких кислот і основ Пірсона (ЖМКО). Зарядовий та орбітальний контроль реакцій. Рівняння Клопмана - Салема.

7		Модульна контрольна робота з тем 1, 2 і 3
9	4	Тема 4. Каталіз в органічних реакціях Кисотно-основний каталіз. Специфічний і загальний каталіз. Нуклеофільний та електрофільний каталіз. Каталітична роль розчинників. Каталіз добавками солей. Сольові ефекти в органічних реакціях. Класифікація сольових ефектів. Роль добавок солей у процесах епімеризації та ізомеризації, вплив на розподіл продуктів. Зміна механізму реакції під дією солі. Кількісна оцінка ефективності дії солей. Рівняння Вінштейна.
11	5,6	Тема 5. Зв'язок між структурою і реакційною здатністю Принцип лінійності вільних енергій (ЛВЕ). Рівняння лінійності вільних енергій. Рівняння Гаммета. Константи замісників. Багатопараметрові кореляції ЛВЕ. Тема 6. Сольватаційні ефекти. Вплив природи розчинника на перебіг реакцій різних типів. Специфічна та неспецифічна сольватація. Чутливість реакційної здатності до впливу природи розчинника для різних типів реакцій. Кількісна оцінка впливу природи розчинника загалом та окремих його властивостей на реакційну здатність. Рівняння Грюнвальда - Вінштейна, Коппеля - Пальма, Камлета - Тафта. Кореляції реакційної здатності з сольватохромними параметрами Діброта - Райхардта $E_T$ та Косовера $Z$ . Міжсубстратні кореляції.
13	7,8	Тема 7. Стеричні і конформаційні ефекти в органічних реакціях Види стеричних перешкод і напружень та їхній вплив на перебіг реакцій. Класифікація напружень у циклах. Конформації і конформаційні бар'єри. Термодинаміка процесів циклізації: роль ентропії та ентальпії. Тема 8. Органічна фотохімія Збуджені стани. Спінова множинність: синглетні та триплетні стани. Сенсibiliзація і гасіння збудження. Приклади фотохімічних реакцій. Вільнорадикальні процеси. Реакційна здатність радикалів та її кількісна оцінка.
15		Модульна контрольна робота з тем 4-8
17		Залік

...

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять (виконання домашніх завдань) та Модульної контрольної роботи, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу,	2 години на тиждень - всього 36 годин
Виконання домашніх завдань як частин ДКР	5 завдань по 2 години - всього 10 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	10 годин
Підготовка до заліку	10 годин

...

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та практичні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практичних занять і виконання домашніх завдань є обов'язковим.

Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасне виконання домашнього завдання без поважної причини штрафується 1 балом;
2. За творчий підхід до виконання домашніх завдань нараховується від 1 до 2 заохочувальних балів за кожне;
3. За активну роботу на лекції нараховується до 2 заохочувальних балів (але не більше 5 балів на семестр).

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)**

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

1. Поточний контроль: оцінювання домашніх завдань, активність на лекціях і практичних заняттях.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу у вигляді Модульної контрольної роботи.
3. Семестровий контроль: письмовий залік.

#### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 100 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- роботу на практичних заняттях і виконання домашніх завдань (7 тем, 5 занять);
- написання модульної контрольної роботи (МКР).

#### **2. Критерії нарахування балів:**

##### **2.1. Робота на практичних заняттях і виконання 5 домашніх завдань з ДКР:**

Ваговий бал – **20 балів** – 5 завдань, максимум по 4 бали за кожне.

- бездоганна робота – 4 бали;
- є дрібні недоліки у виконанні завдання – 3,5 бали;
- є недоліки у виконанні завдання – 3 бали.

Завдання не виконане – 0 балів.



### **Якість виконання завдання:**

- студент вчасно, вірно і повністю виконав всі надані задачі – **4 бали**;
- студент вірно виконав всі надані для захисту задачі, але допустив несуттєві неточності – 3,5 бали;
- студент при виконанні завдання допустився суттєвих помилок – 2,5 - 3 бали.
- результати завдання містять грубі помилки, відсутність виконання завдання – 0 балів.

### **2.2. Модульний контроль.** (2 контрольні роботи по 40 балів кожна)

Ваговий бал – **80 балів**. Контрольна робота складається з 2 питань і 2 задач, кожне питання або задача оцінюється у 10 балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 36 – 40 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 30 – 35 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 24 – 29 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 48[1] = 24$  балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 96[2] = 48$  балів.

**4. Умови допуску до заліку:** необхідною умовою допуску до заліку є зарахування обох контрольних робіт.

Якщо студент отримав позитивну оцінку семестрового рейтингу і вона його влаштовує, то вона стає оцінкою рейтингу кредитного модуля:  $r_c = R$ .

Якщо студент має незадовільну оцінку його роботи у семестрі, але допущений до заліку ( $50 < r_c < 60$ ), або хоче покращити позитивну оцінку, він пише залік на заліковому тижні семестру. Залікове завдання складається з п'яти завдань (питань і задач), кожне вагою 10 балів. У цьому випадку сумарний рейтинг за курс виставляється за формулою:

$$R = 0,5r_c + 0,5r_z,$$

Де  $r_z$  – сума балів, отриманих на заліковій роботі,  $R$  – підсумкова оцінка за курс.

**На заліку** студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три теоретичних запитання (завдання) і два практичних. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

Кожне питання оцінюється у 10 балів.

Система оцінювання питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9 – 10 балів;

- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 7,5 – 8,9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 6 – 7,4 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

---

[1] Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

[2] Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.

...

**Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою**

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
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

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

...

**Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни**

Силабус дисципліни, платформа дистанційного навчання Сікорський (MOODLE); доступ за запрошенням викладача <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2328>

---

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено** Пономарьов М. Є.;

**Ухвалено** кафедрою ФХ (протокол № 14 від 22-06-2023 )

**Погоджено** методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 9 від 25-05-2023 )