



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Процеси та апарати хімічної технології

Шифр та назва спеціальності  
133 Галузеве машинобудування

Інститут  
ННІ Хімічних технологій та інженерії

Освітня програма  
Галузеве машинобудування

Кафедра  
Інтегрованих технологій, процесів і апаратів  
191

Рівень освіти  
Бакалавр

Тип дисципліни  
Вибіркова

Семестр  
4, 5

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



### Рябова Ірина Борисівна

[iryna.riabova@kmpi.edu.ua](mailto:iryna.riabova@kmpi.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри інтегрованих технологій, процесів і апаратів НТУ "ХПІ".

Автор та співавтор понад 80 публікацій у наукових фахових виданнях України та у закордонних наукових виданнях, що індексуються наукометричними базами Scopus та Web of Science. Співавтор 15 методичних посібників та 5 підручників (у тому числі, 3 – з грифом МОН України); автор двох авторських курсів.

Член Української асоціації хімічної та харчової інженерії (CFE-UA), яка є структурною складовою Європейської федерації хімічної інженерії EFCE.

Має сертифікат, який підтверджує володіння англійською мовою на рівні B2 (Upper-Intermediate level).

Провідний лектор з дисциплін: "Прикладна гідрогазодинаміка в інженерії", "Процеси та апарати хімічної технології"; "Термодинаміка".

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна формує уявлення про фізичну сутність основних процесів переробної та хімічної промисловості з метою узагальнення уявлення про їх математичний опис, та є ключовою для вивчення провідних прикладних інженерних дисциплін. Формує навички щодо використання інженерних методик для проектування та розрахунків розмірів та потужності технологічного обладнання, надає базові знання для моделювання технологічних процесів.

## Мета та цілі дисципліни

Набуття знань в галузі розрахунків матеріальних та енергетичних балансів процесів хімічної технології, визначенні параметрів роботи та розмірів апаратів.

## Формат занять

4 семестр : Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, самостійна робота, індивідуальні завдання - курсовий проект. Підсумковий контроль – іспит.

5 семестр: Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, самостійна робота, індивідуальні завдання - розрахункове завдання. Підсумковий контроль – іспит.

## Компетентності

Здатність проводити аналіз фізичної сутності основних процесів, що протікають у обладнанні. Володіти інженерними методиками розрахунків апаратів, де відбуваються основні процеси хімічної технології.

## Результати навчання

Знати основні рівняння, що описують процеси в тепло- та масообмінному обладнанні. Вміти проводити гідравлічні, теплові та масообмінні розрахунки апаратів.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни

4 семестр : 180 год (6 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., лабораторні роботи – 32 год., самостійна робота – 100 год;

5 семестр: 180 год (6 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 100 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Вища математика», «Фізика», «Хімія», «Основи хімічної термодинаміки та теплотехніки».

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Увесь курс подано з використанням системного підходу задля формування системних знань, цілісних уявлень про дисципліну, порівняння і узагальнення інформації.

### Лекції

Передбачають розкриття у словесній формі сутності явищ, наукових понять, процесів, які знаходяться між собою у логічному зв'язку і об'єднані загальною темою з наголосом на їх важливості і використання у майбутній спеціальності. Супроводжуються використанням мультимедійного обладнання для надання наочності ілюстративним матеріалам, демонстрацією фізичних явищ з метою формування пізнавальних інтересів студентів, а також активних методів навчання, таких як складання проблемних ситуацій.

### Лабораторні роботи

Дозволяють студентам систематизувати інформацію щодо уявлення про фізичну природу процесів, що розглядаються, математичного опису цих процесів, узагальнення результатів теоретичних та експериментальних досліджень в розрахункові рівняння, що складають основу інженерних методик розрахунку.

### Практичні заняття

Дають можливість студентам розв'язувати задачі визначення основних параметрів робочого процесу, а також основних розмірів апаратів, у яких ці процеси відбуваються, використовуючи узагальнений досвід, наведений в інженерних методиках розрахунків.

### Самостійна робота з інформацією

Передбачає самостійне вивчення окремих тем курсу з наступним їх аналізом з метою навчання самостійно мислити, практично аналізувати та використовувати опанований матеріал.

Ця робота спрямована на досягнення завершального етапу процесу пізнання. Вони сприяють формуванню умінь і навичок, логічному завершенню ланки пізнавального процесу стосовно конкретного розділу, теми.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

#### 4 семестр

**Вступ. Предмет і задачі курсу «Процеси та апарати хімічних виробництв».**

Класифікація основних процесів. Розмірності, системи одиниць вимірювань.

**Тема 1. Основи гідравліки. Гідростатика. Гідродинаміка.**

Основні властивості рідини (газів). Диференційне рівняння гідростатики (д.р. Ейлера). Основне рівняння гідростатики, закон Паскаля. Витрата рідини. Режими руху рідини, критерій Рейнольдса. Диференційне рівняння руху ідеальної та реальної рідини (Наве-Стокса). Теорія подібності.

Рівняння Бернуллі. Гідравлічні опори трубопроводів. Апарати: манометри, гідравлічний прес

**Тема 2. Переміщення рідин.**

Основні характеристики насосів. Напор насосу, висота всмоктування. Робоча точка відцентрового насосу. Апарати: відцентровий, поршневий, плунжерний, струйний, шестеренчастий насоси.

**Тема 3. Переміщення та стиснення газів.**

Ступінь стиснення. Термодинамічні основи стиснення, потужність на стиснення. P-V діаграма роботи поршневого компресора. Апарати: поршневий компресор, відцентровий вентилятор.

**Тема 4. Розділення неоднорідних систем. Перемішування рідин.**

Класифікація неоднорідних систем. Методи розділення неоднорідних систем. Матеріальний баланс процесів розділення. Осідання, кінетика осідання, розрахунок відстійників. Фільтрування, види фільтрування, швидкість фільтрування, основне диференційне рівняння фільтрування, константи фільтрування. Центрифугування: відстійні та фільтруючі центрифуги. Циклони.

Електричне очищення. Вологе очищення. Перемішування, види перемішування, типи мішалок.

Апарати: відстійники різних конструкцій, фільтри: нутч-фільтр, стрічковий та рукавний фільтр, відстійна та фільтруюча центрифуга, циклон, електрофільтр, апарати вологої очистки, мішалки різних типів

**Тема 5. Основи теплопередачі в хімічній апаратурі.**

Основні теплові властивості речовин. Види (способи) розповсюдження тепла. Теплові баланси. Закон теплопровідності Фур'є, диференційне рівняння теплопровідності, теплопровідність плоскої стінки. Конвекційний теплообмін, тепловіддача. Закон Н'ютона-Ріхмана, диференційне рівняння конвективного теплообміну. Теплова подібність, розрахунок коефіцієнту тепловіддачі.

Основне рівняння теплопередачі. Розрахунок середньої різниці температур. Передача тепла випромінюванням, закони променистого теплообміну. Нагрівання та охолодження в хімічній промисловості. Апарати: теплообмінник «труба в трубі», кожухотрубчасті, пластинчасті, спіральні теплообмінники, градирня, барометричний конденсатор, калорифер.

#### 5 семестр.

**Тема 1. Випарювання.**

Види випарювання. Принцип роботи однокорпусного ВА, матеріальний і тепловий баланс.

Розрахунок поверхні нагріву ВА, рушійна сила випарювання – корисна різниця температур.

Втрати корисної різниці температур (температурні депресії). Багатокорпусне випарювання, БКВУ, принцип дії, типові схеми, матеріальний і тепловий баланс. Розподіл корисної різниці температур БКВУ по корпусах. Апарати: випарний апарат із винесеною та соосною гріючою камерою із природною та вимушеною циркуляцією розчину. Прямоточна та протиточна схеми БКВУ.

Апарати: випарний апарат із винесеною та соосною гріючою камерою із природною та вимушеною циркуляцією розчину. Прямоточна та протиточна схеми БКВУ.

**Тема 2. Основи масопередачі.**

Класифікація масообмінних процесів. Способи (види) розповсюдження речовини. Способи вираження концентрацій. Рівновага у процесах масообміну. Масообмінна колона – основна конструкція масообмінних апаратів. Класифікація колон. Тарільчасті, насадкові, плівкові, розпилювальні колони. Устрій, принцип їх дії. Види тарілок та насадок. Матеріальний баланс.

Робоча лінія. Молекулярна дифузія, закон Фіка. Конвективна дифузія, масовіддача, механізм процесу. Диференційне рівняння конвективної дифузії. Подібність масообмінних процесів.

Розрахунок коефіцієнту масовіддачі. Основне рівняння масопередачі. Коефіцієнт масопередачі.

Рушійна сила процесу – різниця концентрацій. Розрахунок рушійної сили  $\Delta Y_{ср.і} \Delta X_{ср}$  якщо ліня рівноваги пряма та крива. Розрахунок основних розмірів масообмінних апаратів: діаметра та висоти колон для насадкових та тарільчастих апаратів. ВЕП та ЧЕП. Апарати: тарільчаста, насадкова, плівкова та розпилювальна масообмінна колона, види тарілок та насадок.

### Тема 3. Абсорбція.

Загальні відомості. Рівновага абсорбції. Матеріальний баланс, рівняння робочої лінії. Мінімальна та дійсна витрата абсорбенту. Адсорбція. Апарати. Абсорбери різних конструкцій.

### Тема 4. Сушіння.

Фізичні основи сушіння. Види сушки. Властивості вологого повітря. I-х діаграма Рамзіна волого повітря. Рівновага при сушінні. Матеріальний і тепловий баланс конвективної сушки. Розрахунок витрат повітря і тепла на сушку. Технологічні схеми сушки. Кінетика сушіння. Апарати: барабанна сушильна установка, стрічнова сушилка (многоярусна), сушилка с киплячим шаром.

### Тема 5. Перегонка та ректифікація рідин.

Загальні відомості. Рівновага системи рідина-пар. Принцип та схема простої перегонки. Матеріальний баланс простої перегонки. Принцип та схема ректифікації. Флегмове число. Матеріальний та тепловий баланс ректифікації. Зображення процесу ректифікації на x-y діаграмі, побудова робочих ліній процесу. Апарати: схема простої перегонки, схема ректифікаційної установки безперервної дії.

### Тема 6. Екстракція.

Загальні відомості. Матеріальний баланс процесу екстракції. Зображення процесу екстракції на діаграмах. Апарати: схема екстрактора.

### Тема 7. Штучне охолодження.

Загальні відомості. Способи отримання холоду. Термодинамічні основи одержання холоду. Устрій та принцип дії компресійної холодильної машини. Діаграми стану холодильних агентів. Апарати: схема компресійної холодильної машини.

### Тема 8. Подрібнення твердих матеріалів.

Загальні відомості. Фізико-механічні основи подрібнення. Розхід енергії на подрібнення твердих тіл. Машини для подрібнення. Апарати. Щокова дробарка.

## Теми практичних занять

### 4 семестр.

Тема 1. Визначення основних характеристик рідини та газів за розрахунками, таблицями та номограмами.

Тема 2. Розрахунок витрати та швидкості рідини, що рухається. Розрахунок режимів руху рідини, еквівалентного діаметру.

Тема 3. Розрахунок гідравлічних опорів трубопроводів. Опір тертя та місцеві опори. Розрахунок коефіцієнту тертя.

Тема 4. Розрахунок основних характеристик насосів: напору, продуктивності та потужності. Визначення робочої точки відцентрового насосу.

Тема 5. Розрахунок основних характеристик апаратів для стиснення та переміщення газів.

Тема 6. Розрахунок швидкості осадження та основних розмірів апаратів щодо розділення неоднорідних систем: поверхні осідання, діаметру, довжини, висоти. Розрахунок констант фільтрування та поверхні фільтра. Розрахунок відцентрової сили та фактору розділення. Розрахунок потужності на перемішування.

Тема 7. Розрахунок теплового навантаження при тепловіддачі та теплопровідності. Теплові баланси.

Тема 8. Розрахунок теплового навантаження при теплопередачі. Розрахунок середньої рушійної сили та поверхні теплообміну.

### 5 семестр.

Тема 1. Матеріальний баланс випарювання: розрахунок кінцевих концентрацій та кількості води що випарюється. Розрахунок витрати гріючого пара, рушійної сили та поверхні нагріву випарного апарата.

Тема 2. Матеріальний баланс процесів масообміну: розрахунок кінцевих концентрацій поглинача та кількості розподільчої фази. Розрахунок рушійної сили процесу. Розрахунок коефіцієнтів масопередачі та масовіддачі.

Тема 3. Розрахунок основних розмірів масообмінного апарату: висоти та діаметру абсорберу.

Розрахунок мінімальної та дійсної кількості абсорбенту.

Тема 4. Визначення параметрів вологого повітря за допомогою I-x діаграми. Визначення витрати повітря і тепла на сушку (конвективне сушіння) за допомогою I-x діаграми (Рамзіна). Розрахунок поверхні нагріву калорифера для конвективної сушки.

Тема 5. Матеріальний баланс процесу ректифікації: розрахунок флегмового числа, кількості дистилляту та кубового залишку. Розрахунок складу дистилляту та кубового залишку з використанням рівнянь робочих ліній процесу ректифікації. Розрахунок витрати пара та води у дефлегматорі. Визначення кількості теоретичних ступеней змін концентрацій.

Тема 6. Задачі на екстракцію: матеріальний баланс процесу. Зображення процесу екстракції на діаграмах.

Тема 7. Розрахунок основних характеристик холодильного циклу з використанням діаграм стану холодильних агентів.

Тема 8. Задачі на подрібнення твердих матеріалів.

## Теми лабораторних робіт

### 4 семестр.

Тема 1. Визначення гідравлічних опорів у трубопроводах.

Тема 2. Вивчення гідравлічного опору насадкової колони.

Тема 3. Основні гідродинамічні характеристики потоку рідини у трубі.

Тема 4. Вивчення характеристик відцентрованого насоса.

Тема 5. Вивчення характеристик роботи відстойної центрифуги.

Тема 6. Вивчення процесу фільтрування на елементі нутч-фільтру.

Тема 7. Визначення характеристик роторного випарника.

Тема 8. Визначення характеристик регенеративного теплообмінного апарату з проміжним теплоносієм.

### 5 семестр.

Тема 1. Адсорбція.

Тема 2. Вивчення конструкції, роботи та характеристик шокової дробарки.

Тема 3. Вивчення кінетики сушіння.

Тема 4. Фізична модель укріплюючі частини безперервно діючої ректифікаційної колони.

Тема 5. Вивчення роботи та характеристик парової компресійної холодильної машини.

## Самостійна робота

Самостійна робота за дисципліною включає опрацювання лекційного матеріалу, підготовку до контрольних робіт, практичних та лабораторних занять, самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях, а також виконання індивідуального завдання (курсний проект та розрахункове завдання) за обраною темою згідно з індивідуальним варіантом для кожного студента. Результати розрахунків і креслення оформлюються згідно стандартів університету.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., ГОТЛИНСЬКА Г.П., ЛЕЩЕНКО В.А., НЕЧИПОРЕНКО І.О., ЧЕРНИШЕВ І.С. Процеси та апарати хімічної технології. : Підручник. В двох частинах. Частина 1,2 / Під заг. Ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО. – Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – 1016 с.

[https://drive.google.com/file/d/1vu-tSISJ\\_H4vixz4t08y-emdbWABiPFc/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1vu-tSISJ_H4vixz4t08y-emdbWABiPFc/view?usp=drive_link)

2. Процеси та апарати хімічних виробництв-1. Технічна гідравліка. Основи теплопередачі. Теплообмінне обладнання: Практикум з навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів, які навчаються за програмою підготовки бакалаврів за спеціальністю 161 - Хімічні технології та інженерія / КПІ ім. Ігоря Сікорського / Т.Б. Шилович, І.Л. Шилович – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 38 с.

[https://drive.google.com/file/d/1xknZV5ISXw3b11kcLhKor3VC44KFcVvL/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1xknZV5ISXw3b11kcLhKor3VC44KFcVvL/view?usp=drive_link)



3. Онищук О.О., Кормош Ж.О. Процеси і апарати хімічних виробництв : Курс лекцій. – Луцьк: Волинський національний університет імені Лесі Українки», 2020. – 155 с.

[https://drive.google.com/file/d/1yesenz-UaOMCgRr7C8LJsTEnPKZ815ri/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1yesenz-UaOMCgRr7C8LJsTEnPKZ815ri/view?usp=drive_link)

4. Приклади та задачі за курсом «Процеси та апарати хімічної технології» : навч. посіб. / Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, В. О. Лещенко, А. П. Готлінська, І. О. Нечипоренко та ін. ; за ред.

Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків 2024. – 480 с.

[https://drive.google.com/file/d/1Vzvey1Z8NAdhUu7yVx0qHrTIZp9klHeG/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1Vzvey1Z8NAdhUu7yVx0qHrTIZp9klHeG/view?usp=drive_link)

5. Коцаренко В.О., Гапонова О.О., Горбунов К.О. та ін. Розрахунок та проектування випарних установок.– Х.: НТУ «ХПІ», 2024.– 135 с.

[https://drive.google.com/file/d/12beMx0kHU9V9Tz3S7WiW9rzd5DplPUGx/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/12beMx0kHU9V9Tz3S7WiW9rzd5DplPUGx/view?usp=drive_link)

### **Додаткова література**

1. Коцаренко В.О., Селіхов Ю.А., Горбунов К.О. та ін. Методичні вказівки до виконання розрахункових завдань з курсу «Процеси і апарати хімічних виробництв».– Харків.– НТУ «ХПІ», 2024.– 8 с.

[https://drive.google.com/file/d/1twebuhXDxD3tDr0i6zs47ed3jKzddD6X/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1twebuhXDxD3tDr0i6zs47ed3jKzddD6X/view?usp=drive_link)

2. Рябова І.Б., Горбунов К.О., Биканов С.М., Зінченко М.Г., Горбунова О.В. Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи «Визначення характеристик регенеративного теплообмінного апарату з проміжним теплоносієм» за курсом «Процеси та апарати хімічних та харчових виробництв» для студентів хіміко-технологічних спеціальностей та галузевого машинобудування всіх форм навчання.– Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – 16 с.

[https://drive.google.com/file/d/1cD7jxH00QzJuNsO3qv3eda5qdgLeLXu\\_/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1cD7jxH00QzJuNsO3qv3eda5qdgLeLXu_/view?usp=drive_link)

3. Соловей В.М., Горбунов К.О., Рябова І.Б., Гапонова О.О., Пономаренко Г.В. Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи «Основні гідродинамічні характеристики потоку рідини у трубі» за курсом «Процеси та апарати хімічних виробництв» та «Гідрогазодинаміка, типові технологічні об'єкти і процеси виробництв» для студентів хіміко-технологічних спеціальностей та галузевого машинобудування всіх форм навчання.– Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 16 с.

[https://drive.google.com/file/d/1Zskd7-jcP4xNBQpyvElsXAVIpdvvpZdv/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1Zskd7-jcP4xNBQpyvElsXAVIpdvvpZdv/view?usp=drive_link)

4. Горбунов К.О., Рябова І.Б., Соловей В.М., Гапонова О.О., Биканов С.М. Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи «Визначення гідравлічних опорів у трубопроводах» за курсом «Процеси та апарати хімічних виробництв» та «Гідрогазодинаміка, типові технологічні об'єкти і процеси виробництв» для студентів хіміко-технологічних спеціальностей всіх форм навчання.– Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 12 с.

[https://drive.google.com/file/d/1Lh5fXhnJETfoRvGOCGoBd69K3jBXjPu1/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1Lh5fXhnJETfoRvGOCGoBd69K3jBXjPu1/view?usp=drive_link)

5. Пономаренко Г.В., Горбунов К.О., Биканов С.М., Соловей В.М. Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи «Вивчення характеристик відцентрового насоса» з курсу «Процеси та апарати хімічних виробництв» для студентів хіміко-технологічних спеціальностей усіх форм навчання.– Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 16 с.

[https://drive.google.com/file/d/1GsRhUgRWERNQoRBxMF7Hq\\_NIRUffXez/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1GsRhUgRWERNQoRBxMF7Hq_NIRUffXez/view?usp=drive_link)

6. Биканов С.М., Гапонова О.О., Горбунов К.О., Пономаренко Г.В., Рябова І.Б., Селіхов Ю.А. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Процес розділення неоднорідної системи за допомогою нутч-фільтра» з курсу «Процеси та апарати хімічних виробництв» для студентів хіміко-технологічних спеціальностей усіх форм навчання.– Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 12 с.

[https://drive.google.com/file/d/1cMK5RBsDKB7ZbGxX2n06lZjRLTkF1n4V/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1cMK5RBsDKB7ZbGxX2n06lZjRLTkF1n4V/view?usp=drive_link)

7. Биканов С.М., Гапонова О.О., Горбунов К.О., Пономаренко Г.В., Рябова І.Б., Селіхов Ю.А. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи "Розділення тонкодисперсної суспензії в лабораторній центрифугі" з курсу "Процеси та апарати хімічних виробництв" для студентів хіміко-технологічних спеціальностей усіх форм навчання. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 8 с.

[https://drive.google.com/file/d/1b9NE-jg4hJ-ooViUjnTs7m2XBhQMhPIh/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1b9NE-jg4hJ-ooViUjnTs7m2XBhQMhPIh/view?usp=drive_link)

8. Биканов С.М., Гапонова О.О., Горбунов К.О., Пономаренко Г.В., Рябова І.Б., Селіхов Ю.А. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи "Вивчення будови та принципу дії одноступінчастого поршневого компресора" для студентів хіміко-технологічних спеціальностей усіх форм навчання. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 12 с.

[https://drive.google.com/file/d/1bxNdVTJlIDp2UBRBcOh0lNztueeTNpUR/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1bxNdVTJlIDp2UBRBcOh0lNztueeTNpUR/view?usp=drive_link)

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (10%) та поточного оцінювання (90%).  
Екзамен: письмове завдання та усна відповідь.  
Поточне оцінювання: дві контрольні роботи (15%), лабораторні роботи (30%), індивідуальне завдання (30%).

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХП»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХП» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

01.09.2023 р

В.о. завідувача кафедри  
Антон МИРОНОВ

01.08.2023 р.

Гарант ОП  
Ірина ТИНЬЯНОВА