



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Методи оптимізації та дослідження операцій

### Шифр та назва спеціальності

F4 – Системний аналіз та наука про дані

### Спеціалізація

### Освітня програма

Системний аналіз і управління

### Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

### Семестр

6

### Інститут

ННІ Комп'ютерних наук та інформаційних технологій

### Кафедра

Системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій

### Тип дисципліни

Обов'язкова, спеціальна

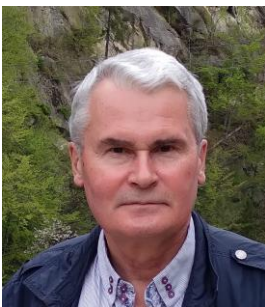
### Форма навчання

Денна

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Северин Валерій Петрович

[valerii.severyn@khpi.edu.ua](mailto:valerii.severyn@khpi.edu.ua)

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри САІТ НТУ «ХПІ»

Підготував та опублікував понад 200 наукових та навчально-методичних праць

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=Nv0Mc00AAAAJ>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2969-6780>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8287183900>.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна спрямована на освоєння сучасних методів безумовної оптимізації та дослідження операцій з застосуванням інформаційних комп'ютерних технологій.

### Мета та цілі дисципліни

Мета дисципліни – вивчення студентами основних понять теорії оптимізації та дослідження операцій, засвоєння сучасних числових методів оптимізації та дослідження операцій, оволодіння навичками розв'язання задач оптимізації та дослідження операцій за допомогою числових методів та інформаційних комп'ютерних технологій.

### Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

## Компетентності

ЗК1 – здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК 2 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК 4 – знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

СК 5 – здатність формулювати задачі оптимізації при проектуванні систем управління та прийняття рішень, а саме: математичні моделі, критерії оптимальності, обмеження, цілі управління; обирати раціональні методи та алгоритми розв'язання задач оптимізації та оптимального керування;

СК 6 – здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби моделювання, прийняття рішень, оптимізації, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних;

СК8 – здатність організовувати роботу з аналізу та проектування складних систем, створення відповідних інформаційних технологій та програмного забезпечення;

СК 10 – здатність розробляти експериментальні та спостережувальні дослідження і аналізувати дані, отримані в них.

## Результати навчання

РН 7 – знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем;

РН 8 – володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів процедур і операцій;

РН 9 – вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 32 год., самостійна робота – 86 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного вивчення дисципліни необхідно мати знання та практичні навички з дисциплін «Алгебра та геометрія», «Математичний аналіз», «Алгоритмізація та програмування», «Чисельні методи».

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Застосовуються активні форми проведення занять: лекційне опитування, практичні заняття, консультації. На заняттях використовується компетентністний підхід до навчання.

## Програма навчальної дисципліни

### Навчальні заняття

#### Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
<b>Тема 1.</b> Вступ до методів оптимізації Предмет методів оптимізації та дослідження операцій. Поняття теорії оптимізації. Приклади задач оптимізації. Класифікація методів оптимізації.	2
<b>Тема 2.</b> Основи методів одновимірного пошуку Екстремум функції однієї змінної. Унімодальні функції. Інтервал невизначеності. Пошук інтервалу невизначеності методом Свенна. Метод адаптації кроку.	2

<b>Тема 3.</b> Методи виключення інтервалів Рівномірний пошук. Метод бісекції. Метод дихотомії. Метод поділу інтервалу навпіл. Числа Фібоначчі. Метод Фібоначчі. Золотий перетин. Метод золотого перетину. Порівняння методів виключення інтервалів.	2
<b>Тема 4.</b> Методи поліноміальної інтерполяції Методи квадратичної інтерполяції. Метод квадратичної інтерполяції з трьома точками. Метод квадратичної інтерполяції з двома точками. Метод січних. Метод Ньютона. Методи кубічної інтерполяції. Метод кубічної інтерполяції з чотирма точками. Метод кубічної інтерполяції з трьома точками. Метод кубічної інтерполяції з двома точками. Порівняння методів поліноміальної інтерполяції.	2
<b>Тема 5.</b> Основи методів багатовимірної безумовної оптимізації Екстремум функції багатьох змінних. Умови оптимальності першого порядку. Умови оптимальності другого порядку. Метод циклічного покоординатного спуску. Методи спуску. Метод найшвидшого спуску. Обчислення градієнта.	2
<b>Тема 6.</b> Метод Ньютона та його модифікації Метод Ньютона. Метод Ньютона з одновимірним пошуком. Метод Ньютона з напрямком спуску. Метод Марквардта. Метод Марквардта з одновимірним пошуком. Обчислення матриці Гессе.	2
<b>Тема 7.</b> Методи спряжених напрямків Властивості квадратичної функції. Спряжені вектори. Теорема методів спряжених напрямків. Метод Пауелла. Методи спряжених градієнтів. Метод Флетчера – Рівса. Метод Полака – Ріб'єра.	2
<b>Тема 8.</b> Квазіньютонівські методи Основи квазіньютонівських методів. Метод Бройдена. Властивості методу Бройдена. Метод Девідона – Флетчера – Пауелла (ДФП). Властивості методу ДФП. Метод Бройдена – Флетчера – Гольдфарба – Шанно (БФГШ). Модифікований метод БФГШ. Порівняння методів безумовної оптимізації.	2
<b>Тема 9.</b> Методи прямого пошуку Метод пошуку за зразком Бокса. Метод симплексного пошуку. Метод Нелдера – Міда. Метод Хука – Дживса.	2
<b>Тема 10.</b> Методи мінімізації суми квадратів Загальна задача найменших квадратів. Метод Гауса – Ньютона. Реалізація методу Гауса – Ньютона. Метод Левенберга – Марквардта.	2
<b>Тема 11.</b> Методи глобального пошуку Методи набросу. Метод Вейля. Метод золотого набросу. Реалізація методу Вейля. Методи випадкового пошуку.	2
<b>Тема 12.</b> Генетичні алгоритми Генетичні алгоритми (ГА). Методологічні принципи ГА. Кодування і декодування спадкової інформації в генетичних алгоритмах. Моделювання популяції в генетичних алгоритмах. Принципи селекції в генетичних алгоритмах. Генетичні оператори. Бінарний генетичний алгоритм. Безперервний генетичний алгоритм.	2
<b>Тема 13.</b> Методи умовної оптимізації Загальна задача нелінійного програмування (ЗНП). Метод Лагранжа. Умови оптимальності другого порядку розв'язку ЗНП з обмеженнями-рівностями. Умови оптимальності Куна – Таккера. Умови оптимальності другого порядку розв'язку ЗНП з обмеженнями-нерівностями. Умови оптимальності розв'язку загальної ЗНП. Умови оптимальності другого порядку розв'язку загальної ЗНП.	2
<b>Тема 14.</b> Методи нелінійного програмування	2

Методи штрафних функцій. Метод нескінченних бар'єрів. Внутрішні штрафні функції. Зовнішні штрафні функції. Методи внутрішньої точки. Методи зовнішньої точки. Комбіновані методи штрафних функцій. Методи опуклого програмування. Задачі опуклого програмування. Методи можливих напрямків. Методи квадратичного програмування.

**Тема 15. Лінійне програмування** 2

Задачі лінійного програмування (ЛП). Задача про оптимальність використання ресурсів. Задача про складання оптимального раціону. Канонічний вигляд задачі ЛП. Основи методів ЛП. Графічне розв'язання задач ЛП. Подвійність задач ЛП. Загальні та базисні розв'язки системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Симплекс-метод розв'язання задач ЛП. Формування початкового опорного плану. Перехід до нового опорного плану. Використання штучних змінних для початку симплекс-метода. Симплекс-метод.

**Тема 16. Транспортні задачі** 2

Транспортна задача. Методи розв'язання транспортних задач. Особливості транспортних задач. Метод потенціалів. Методи розв'язання задач лінійного програмування високої розмірності.

**Загальна кількість годин** 32

**Практичні заняття**

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені

**Лабораторні заняття**

Теми лабораторних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти $a$
<b>Тема 1.</b> Основи методів одновимірного пошуку Пошук інтервалу невизначеності методом Свенна. Метод адаптації кроку.	2	1,0
<b>Тема 2.</b> Методи виключення інтервалів Рівномірний пошук. Метод бісекції. Метод дихотомії. Метод поділу інтервалу навпіл. Числа Фібоначчі. Метод Фібоначчі. Золотий перетин. Метод золотого перетину. Порівняння методів виключення інтервалів.	4	1,0
<b>Тема 3.</b> Методи поліноміальної інтерполяції Метод квадратичної інтерполяції з трьома точками. Метод квадратичної інтерполяції з двома точками. Метод січних. Метод Ньютона. Метод кубічної інтерполяції з чотирма точками. Метод кубічної інтерполяції з трьома точками. Метод кубічної інтерполяції з двома точками. Порівняння методів поліноміальної інтерполяції.	4	1,0
<b>Тема 4.</b> Основи методів багатовимірної безумовної оптимізації Метод циклічного покоординатного спуску. Метод найшвидшого спуску. Обчислення градієнта.	2	1,0
<b>Тема 5.</b> Метод Ньютона та його модифікації Метод Ньютона. Метод Ньютона з одновимірним пошуком. Метод Ньютона з напрямком спуску. Метод Марквардта.	4	1,0

Метод Марквардта з одновимірним пошуком. Обчислення матриці Гессе.

<b>Тема 6.</b> Методи спряжених напрямків Метод Пауелла. Метод Флетчера – Рівса. Метод Полака – Ріб'єра.	2	1,0
<b>Тема 7.</b> Квазіньютонівські методи Метод Бройдена. Метод Девідона – Флетчера – Пауелла (ДФП). Метод Бройдена – Флетчера – Гольдфарба – Шанно (БФГШ). Модифікований метод БФГШ. Порівняння методів безумовної оптимізації.	4	1,0
<b>Тема 8.</b> Методи прямого пошуку Метод пошуку за зразком Бокса. Метод симплексного пошуку. Метод Нелдера – Міда. Метод Хука – Дживса.	2	1,0
<b>Тема 9.</b> Методи мінімізації суми квадратів Загальна задача найменших квадратів. Метод Гауса – Ньютона. Реалізація методу Гауса – Ньютона. Метод Левенберга – Марквардта.	2	1,0
<b>Тема 10.</b> Методи глобального пошуку Реалізація методу Вейля. Методи випадкового пошуку. Бінарний генетичний алгоритм. Безперервний генетичний алгоритм.	2	1,0
<b>Тема 11.</b> Методи умовної оптимізації Метод нескінченних бар'єрів. Методи внутрішньої точки. Методи зовнішньої точки. Комбіновані методи штрафних функцій. Методи можливих напрямків. Методи квадратичного програмування..	4	1,0
<b>Тема 12.</b> Лінійне програмування Симплекс-метод розв'язання задач ЛП. Методи розв'язання транспортних задач. Метод потенціалів. Методи розв'язання задач лінійного програмування високої розмірності.	4	1,0
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>32</b>	$\sum_{i=1}^n a_i$

## Контрольні роботи

Теми контрольних робіт

Вагові  
коефіцієнти  $b$

<b>Тема 1. Методи оптимізації</b> Методи одновимірної та багатовимірної безумовної оптимізації	1,0
<b>Тема 2. Методи дослідження операцій</b> Методи умовної оптимізації. Методи нелінійного програмування. Методи лінійного програмування.	1,0
<b>Загалом</b>	$\sum_{i=1}^m b_i$

## Самостійна робота

### Опрацювання теоретичного матеріалу

<b>Тема 1. Основні поняття дослідження операцій</b>	10
Вивчення принципу системності, принципу інтеграції, принципу трирівневого розглядання та принципу формалізації. Змістовні задачі дослідження операцій: оптимальне планування асортименту продукції підприємства ІТ індустрії; оптимальне використання ресурсів підприємства ІТ індустрії; оптимальна закупівля обчислювальної техніки підприємством ІТ індустрії; задачі про дешеву дієту, про дешевий раціон харчування тварин, про дешеву технологічну суміш та інші.	
<b>Тема 2. Методи глобального пошуку</b>	10
Метод рою часток. Метод мурашиних колоній. Метод імітації віджигу. Модифікації генетичних алгоритмів.	
<b>Тема 3. Цілочислове програмування</b>	12
Характеристика задач цілочислового програмування. Характеристика методів розв'язування задач цілочислового програмування. Постановка задачі цілочислового лінійного програмування. Нерівність Гоморі. Метод Гоморі. Метод гілок і меж. Адитивний алгоритм для задач з булевими змінними.	
<b>Тема 4. Динамічне програмування</b>	12
Предмет динамічного програмування. Постановка задачі динамічного програмування. Метод динамічного програмування. Принцип оптимальності Беллмана. Класи задач динамічного програмування.	
<b>Тема 5. Основи теорії ігор</b>	12
Предмет теорії ігор. Термінологія та класифікація ігор. Матрична гра і поняття сідлової точки. Змішані стратегії ігор. Розв'язування матричної гри методами лінійного програмування.	
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>56</b>

**Тематика індивідуальних завдань**

Планом передбачена курсова робота.

**Теми індивідуального завдання**

**Тема курсової роботи.** Розробка прикладної програми для знаходження мінімуму функції багатьох змінних різними багатомірними методами оптимізації.

Під час виконання розрахункового завдання необхідно спроектувати і реалізувати програму, яка дозволяє розв'язати задачу багатомірної оптимізації.

**Оцінювання**

Оцінювання проводиться за такими критеріями:

- 1) розуміння, ступінь засвоєння теорії та методології проблем, що розглядаються;
- 2) ступінь засвоєння матеріалу роботи;
- 3) реалізація програмного продукту за темою курсової роботи;
- 4) тестування та демонстрація програми, яка дозволяє розв'язати певну задачу обробки даних;
- 5) логіка, структура, стиль викладу матеріалу в письмових роботах і при виступах в аудиторії, вміння обґрунтовувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації та робити висновки. Оцінка "відмінно" ставиться за умови відповідності виконаного завдання студента або його усної відповіді до всіх п'яти зазначених критеріїв.

Відсутність тієї чи іншої складової знижує оцінку на відповідну кількість балів.

При оцінюванні увага приділяється якості та самостійності, своєчасності здачі виконаних завдань викладачу (згідно з графіком навчального процесу). Якщо якась із вимог не буде виконана, то оцінка буде знижена.

## Неформальна освіта

### Рекомендовані курси, тренінги, стажування

1. Онлайн курс: <https://ua.udemy.com/course/optimization-with-metaheuristics/> - зарахування теми 8.
2. Онлайн курс: <https://ua.udemy.com/course/operations-research-linear-programming-problem/> - зарахування теми 12.

## Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

### Основна література

1. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрік та ін. – Суми: Сумський державний університет, 2017. – 212 с. – URI: [https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/68212/1/Lavrov\\_matematychni\\_metody.pdf;jsessionid=1286A575F5F59B0567774BD5C819D42E](https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/68212/1/Lavrov_matematychni_metody.pdf;jsessionid=1286A575F5F59B0567774BD5C819D42E)
2. Синеглазов, В. М., Зеленков, О. А., Аскеров, Ш. І. (2018). Математичні методи оптимізації: Навч. посібн. Київ: Освіта України.
3. Лисенко, О. І., Алексеева, І. В. (2016). Дослідження операцій. Конспект лекцій. Київ: НТУУ «КПІ».
4. Нікуліна О. М., Северин В. П. Чисельні методи моделювання та оптимізації управління динамічними системами : навч. посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – 144 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/73689>
5. Северин В. П., Нікуліна О. М. Методи та алгоритми багатовимірної безумовної оптимізації: навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 160 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/67856>
6. Северин В. П., Нікуліна О. М. Методи та алгоритми одновимірної оптимізації: навчальний посібник з навчальної дисципліни «Дослідження операцій» для студентів напряму «Інформаційні технології». – Харків: НТУ «ХПІ», 2025. – 115 с. URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/30e90c7a-f2df-447d-aa54-e163f5b46573>
7. Nesterov Y. (2018) Lectures on Convex Optimization. Springer.
8. Mykel J., Tim A. (2019) Algorithms for Optimization. MIT Press.
9. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. (2020) Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник. Львів: Видавництво «Новий світ – 2000».

### Додаткова література

1. Сікора Я.Б. Методи оптимізації: навч.-метод. посібник. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2012. – 82 с.
2. Нефьодов Ю.М., Балицька Т.Ю. Методи оптимізації в прикладах і задачах: навч. посіб. – К. : Кондор, 2011. – 324 с.
3. Основи математичних методів дослідження операцій / Лавров Є.А., Клименко Н.А., Перхун Л.П., Попрозман Н.А., Сергієнко В.А. / За ред Н.А. Клименко. – К. : ЦК «Компринт», 2015. – 452 с.
4. Задачин В.М., Конюшенко І.Г. Чисельні методи: навчальний посібник. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с.
5. Кочевський О.М., Гусак О.Г. Конспект лекцій з дисципліни «Моделі і методи оптимізації». – Суми: Вид. СУМДУ, 2005. – 74 с.
6. Жалдак М.І., Триус Ю.В. Основи теорії і методів оптимізації. – Черкаси: БРАМА-УКРАЇНА, 2005. – 306 с.

7. Северин В. П., Нікуліна О. М. Методи одновимірного пошуку: лабораторний практикум з курсу «Методи оптимізації». – Харків: НТУ «ХПІ», 2013. – 124 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/60830e57-de66-4227-b015-b6cf52c9ac65>
8. Северин В. П., Нікуліна О. М. Методичні вказівки до самостійної роботи за темою «Методи та алгоритми прямого пошуку» з дисципліни «Дослідження операцій» для студентів галузі знань 12 «Інформаційні технології». – Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – 32 с. URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/bfde628c-6e22-4d83-945a-f0d165335676>
9. Luenberger D. G. Yinyu Y. Linear and nonlinear programming. – 3-d edition. – USA, New York: Springer, 2008. – 546 p.
10. Fletcher R. Practical Methods of Optimization. Second Edition. – Chichester: John Wiley & Sons. – 451 p.
11. Sun W. Yuan Y.X. Optimization theory and methods. Nonlinear programming. – USA, New York: Springer, 2006. – 687 p.
12. Boyd S., Vandenberghe L. Convex Optimization. – United Kingdom, Cambridge: Cambridge University Press, 2008. – 730 p.
13. Bazaraa M.S. Sherali H.D., Shetty C.M. Nonlinear programming: theory and algorithms. – 3-d edition. – USA, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2006. – 853 p.
14. Нікуліна О. М., Северин В. П., Коцюба Н. В. Розробка інформаційної технології оптимізації управління складними динамічними системами // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – № 2 (4). – С. 63–69. – ISSN 2079-0023. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/50285> (дата звернення: 20.08.2025).

## Інформаційні ресурси

1. МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/fc12de96-2f86-4500-b615-1056c0d6e00e/content> (дата звернення: 20.08.2025).
2. Основи теорії і методів оптимізації URL: [https://shron1.chtyvo.org.ua/Zhaldak\\_Myrosлав/Osnovy\\_teorii\\_i\\_metodiv\\_optymizatsii.pdf](https://shron1.chtyvo.org.ua/Zhaldak_Myrosлав/Osnovy_teorii_i_metodiv_optymizatsii.pdf) (дата звернення: 20.08.2025).
3. Методики розв'язання задач лінійного програмування з використанням сучасних комп'ютерних технологій URL: <http://infotech-soccult.knukim.edu.ua/article/view/155665> (дата звернення: 20.08.2025).

## Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників  $k$ :

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), $k_1$	Контрольні роботи (за наявності), $k_2$	Індивідуальне завдання (за наявності), $k_3$	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), $k_4$
0,6	0,2	0,1	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю:  $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$ . Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4$$

де:  $П$  – середньозважена середня оцінка за поточний контроль  
 $I$  – оцінка за виконання індивідуального завдання  
 $K$  – середньозважена оцінка за контрольні роботи  
 $Пк$  – оцінка за підсумковий контроль

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де:  $a_i$  - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де:  $b_i$  - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову ( $\Pi$ ,  $K$ ,  $I$ , ...) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої  $O$  з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

### 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

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: 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 «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrocheshnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

28.08.2025

**Завідувачка кафедри**  
Тетяна АЛЕКСАНДРОВА

28.08.2025

**Гарант ОП**  
Юрій ДОРОФЄЄВ