



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# Методи оптимізації та дослідження операцій



**Шифр та назва спеціальності**  
124 – Системний аналіз

**Інститут**  
ННІ Комп'ютерних наук та інформаційних технологій

**Освітня програма**  
Системний аналіз і управління

**Кафедра**  
Системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій

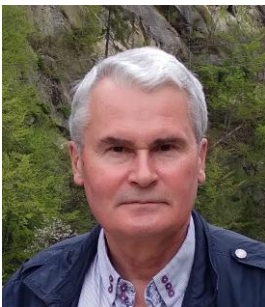
**Рівень освіти**  
Бакалавр

**Тип дисципліни**  
Спеціальна (фахова), Обов'язкова

**Семестр**  
6

**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 системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 40 років. Автор понад 200 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Диференціальні та різницеві рівняння», «Методи оптимізації та дослідження операцій», «Теорія прийняття рішень»

[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, практичні заняття, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

### Компетентності

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;

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

СК 12 – здатність аналізувати результати розв’язання задач оптимізації та прийняття оптимальних рішень, а саме: виконання обмежень, досягнення оптимального значення цільової функції, доцільність використання обраних методів оптимізації;

СК 14 – здатність формалізувати задачі прийняття оптимальних рішень при багатьох критеріях на основі теорії Парето оптимальності з використанням згортки, мінімаксу, умовної оптимізації та ієрархії критеріїв, виконувати комп’ютерну реалізацію прийняття оптимальних рішень.

## 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;

РН8 – 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 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 48 год., практичні заняття – 16 год., лабораторні роботи – 32 год., самостійна робота – 84 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 з використанням мультимедійних технологій. Навчальні матеріали доступні студентам через OneDrive кафедри.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

#### Тема 1. Вступ до методів оптимізації

Предмет методів оптимізації та дослідження операцій. Поняття теорії оптимізації. Приклади задач оптимізації. Класифікація методів оптимізації.

#### Тема 2. Основи методів одновимірного пошуку

Екстремум функції однієї змінної. Унімодальні функції. Інтервал невизначеності. Пошук інтервалу невизначеності методом Свенна. Метод адаптації кроку.

#### Тема 3. 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.

#### Тема 4. 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.

#### **Тема 5. 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.

#### **Тема 6. 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.

#### **Тема 7. Методи спряжених напрямків**

Властивості квадратичної функції. Спряжені вектори. Теорема методів спряжених напрямків. Метод Пауелла. Методи спряжених градієнтів. Метод Флетчера – Рівса. Метод Полака – Ріб'єра.

#### **Тема 8. Квазіньютонівські методи**

Основи квазіньютонівських методів. Метод Бroyдена. Властивості методу Бroyдена. Метод Девідона – Флетчера – Пауелла (ДФП). Властивості методу ДФП. Метод Бroyдена – Флетчера – Гольдфарба – Шанно (БФГШ). Модифікований метод БФГШ. Порівняння методів безумовної оптимізації.

#### **Тема 9. Методи прямого пошуку**

Метод пошуку за зразком Бокса. Метод симплексного пошуку. Метод Нелдера – Міда. Метод Хука – Дживса.

#### **Тема 10. Методи мінімізації суми квадратів**

Загальна задача найменших квадратів. Метод Гауса – Ньютона. Реалізація методу Гауса – Ньютона. Метод Левенберга – Марквардта.

#### **Тема 11. Методи глобального пошуку**

Методи набросу. Метод Вейля. Метод золотого набросу. Реалізація методу Вейля. Методи випадкового пошуку.

#### **Тема 12. 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.

#### **Тема 13. 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. 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 14. Лінійне програмування**

Задачі лінійного програмування (ЛП). Задача про оптимальність використання ресурсів. Задача про складання оптимального раціону. Транспортна задача. 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. Методи розв'язання транспортних задач. Особливості транспортних задач. Метод потенціалів. Методи розв'язання задач лінійного програмування високої розмірності.

### **Теми практичних занять**

#### **Тема 1. Вступ до методів оптимізації**

Предмет методів оптимізації та дослідження операцій. Поняття теорії оптимізації. Приклади задач оптимізації. Класифікація методів оптимізації.

#### **Тема 2. Основи методів одновимірного пошуку**

Екстремум функції однієї змінної. Унімодальні функції. Інтервал невизначеності. Пошук інтервалу невизначеності методом Свенна. Метод адаптації кроку.

### Тема 3. 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.

### Тема 4. 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.

### Тема 5. Основи методів багатовимірної безумовної оптимізації

Екстремум функції багатьох змінних. Умови оптимальності першого порядку. Умови оптимальності другого порядку. Обчислення градієнта. Обчислення матриці Гессе. Властивості квадратичної функції. Спряжені вектори.

### Тема 6. Методи умовної оптимізації

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.

### Тема 7. Лінійне програмування

Графічне розв'язання задач ЛП. Симплекс-метод розв'язання задач ЛП. Формування початкового опорного плану. Перехід до нового опорного плану. Використання штучних змінних для початку симплекс-метода.

## Теми лабораторних робіт

### Тема 1. Основи методів одновимірного пошуку

Пошук інтервалу невизначеності методом Свенна. Метод адаптації кроку.

### Тема 2. 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.

### Тема 3. 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.

### Тема 4. Основи методів багатовимірної безумовної оптимізації

Метод циклічного покоординатного спуску. Метод найшвидшого спуску. Обчислення градієнта.

### Тема 5. 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.

### Тема 6. Методи спряжених напрямків

Метод Пауелла. Метод Флетчера – Рівса. Метод Полака – Ріб'єра.

### Тема 7. Квазіньютонівські методи

Метод Бройдена. Метод Девідона – Флетчера – Пауелла (ДФП). Метод Бройдена – Флетчера – Гольдфарба – Шанно (БФГШ). Модифікований метод БФГШ. Порівняння методів безумовної оптимізації.

### Тема 8. Методи прямого пошуку

Метод пошуку за зразком Бокса. Метод симплексного пошуку. Метод Нелдера – Міда. Метод Хука – Дживса.

### Тема 9. Методи мінімізації суми квадратів

Загальна задача найменших квадратів. Метод Гауса – Ньютона. Реалізація методу Гауса – Ньютона. Метод Левенберга – Марквардта.

### Тема 10. Методи глобального пошуку

Реалізація методу Вейля. Методи випадкового пошуку. Бінарний генетичний алгоритм. Безперервний генетичний алгоритм.

#### **Тема 11. Методи умовної оптимізації**

Метод нескінченних бар'єрів. Методи внутрішньої точки. Методи зовнішньої точки. Комбіновані методи штрафних функцій. Методи можливих напрямків. Методи квадратичного програмування.

#### **Тема 14. Лінійне програмування**

Симплекс-метод розв'язання задач ЛП. Методи розв'язання транспортних задач. Метод потенціалів. Методи розв'язання задач лінійного програмування високої розмірності.

### **Самостійна робота**

Студентам рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу.

## **Література та навчальні матеріали**

### **Основна 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.

### **Додаткова література**

1. Luenberger D. G. Yinyu Y. Linear and nonlinear programming. – 3-d edition. – USA, New York: Springer, 2008. – 546 p.
2. Fletcher R. Practical Methods of Optimization. Second Edition. – Chichester: John Wiley & Sons. – 451 p.
3. Sun W. Yuan Y.X. Optimization theory and methods. Nonlinear programming. – USA, New York: Springer, 2006. – 687 p.
4. Boyd S., Vandenberghe L. Convex Optimization. – United Kingdom, Cambridge: Cambridge University Press, 2008. – 730 p.
5. 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.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100 % підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді підсумкового іспиту (40 %) та поточного оцінювання (60 %).

Іспит: письмове завдання (два запитання з теорії + розв'язання двох практичних завдань) та усна доповідь. Поточне оцінювання: дві контрольні роботи (по 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 «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-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

25.08.2023

Завідувач кафедри  
Юрій ДОРОФЄЄВ

25.08.2023

Гарант ОП  
Юрій ДОРОФЄЄВ