

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ  
кафедра системного аналізу та теорії прийняття рішень**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ Кашпур О.Ф.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМ ВЕЛИКОЇ РОЗМІРНОСТІ  
для студентів**

галузі знань **12 – "Інформаційні технології"**  
спеціальність **124 – "Системний аналіз"**  
освітній рівень **бакалавр**  
освітня програма **"Системний аналіз"**  
спеціалізація **"Системний аналіз та прийняття рішень"**  
вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання **денна**  
Навчальний рік **2020/2021**  
Семестр **7**  
Кількість кредитів ECTS **5**  
Мова викладання,  
навчання та оцінювання **українська**  
Форма заключного контролю **іспит**

Викладачі: доцент, к.ф.-м.н. Зінько П.М., доцент кафедри САТР

Пролонговано: на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.  
на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.

Розробник: доцент Зінько П.М., к.ф.-м.н., доцент кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри «Системного аналізу та теорії прийняття рішень»

\_\_\_\_\_ Наконечний О.Г.

Протокол № \_\_\_\_ від «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Схвалено. Гарант освітньо-професійної програми першого рівня вищої освіти «Системний аналіз» \_\_\_\_\_ М.М. Шарапов

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ Омельчук Л.Л.  
(підпис)

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

- 1. Мета дисципліни:** засвоєння базових знань по алгоритмах та методах оптимізації систем великої розмірності. Оволодіння базовими навичками розв'язання типових задач теорії оптимізації систем великої розмірності.
- 2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни**  
Знати базові поняття математичного аналізу, алгебри та геометрії, дискретної математики, теорії ймовірностей, дослідження операцій.  
Вміти розв'язувати типові задачі з цих курсів.
- 3. Анотація навчальної дисципліни:** Предметом навчальної дисципліни «Методи оптимізації систем великої розмірності» є вивчення застосовуваних в теорії оптимізації систем великої розмірності алгоритмів та методів при різноманітних умовах та різних способах задавання цілі. Дисципліна «Методи оптимізації систем великої розмірності» є базовою для вивчення таких спеціальних дисциплін як „Задачі прикладного системного аналізу”, «Сучасні проблеми оптимізації та ідентифікації», «Прикладні проблеми теорії прийняття рішень та системного аналізу» і є логічним продовженням такої дисципліни, як "Дослідження операцій".
- 4. Завдання (навчальні цілі):**  
В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен опанувати:

**ФКСАПР 2.** Здатність будувати моделі та використовувати на практиці методи та алгоритми розв'язання задач оптимізації та оптимального керування, які виникають при проектуванні систем управління та прийняття рішень.

**К21.** 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.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)	Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)		Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Знати основні поняття теорії оптимізації систем великої розмірності	Лекція	Контрольна робота, 60% правильних відповідей, іспит	18%
РН 1.2	Знати основні постановки задач	Лекція		18%
РН 1.3	Знати основні методи розв'язання задач	Лекція		18%
РН 2.1	Вміти застосовувати основні методи постановки та розв'язання задач	Семінарське заняття, самостійна робота	Робота на семінарських заняттях, іспит	18%
РН 2.2	Вміти застосовувати основи теорії оптимізації систем великої розмірності на практиці	Семінарське заняття, самостійна робота		18%
РН 4.1	Організувати свою самостійну роботу для досягнення результату	Семінарське заняття, самостійна робота	Поточне оцінювання, Робота на семінарських заняттях	6%
РН 4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість	Семінарське заняття, самостійна робота	Поточне оцінювання, Робота на семінарських заняттях	4%

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 2.1	РН 2.2	РН 4.1	РН 4.2
ПРСАПР 2. Вміти розробляти алгоритмічне забезпечення для систем підтримки прийняття рішень та розв'язування задач системного аналізу				+	+	+	+
ПР9. Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень	+	+	+				

## 7. Схема формування оцінки.

**7.1 Форми оцінювання студентів:** Контроль знань студентів здійснюється за модульно-рейтинговою системою. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою.

**Семестрове оцінювання.** Робота в семестрі складається з 2-х частин. При виставленні балів за кожну частину враховується:

оцінка за модульну контрольну роботу: РН1.1, РН1.2, РН1.3 – 15 балів/9 балів.,  
робота студентів на семінарських заняттях: РН2.1, РН2.2, РН4.1, РН4.2 – 10 балів/6 балів,  
виконання самостійної роботи – 5 балів/3 бали.

**Підсумковий контроль** проводиться у формі іспиту – 40 балів/24 бали..

*Результати навчання* які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН2.2.

*Форма проведення* і види завдань: письмова робота.

*Види завдань:* 3 теоретичних питання та 1 задача.

*Підсумкова оцінка*  $100=2*(15+10+5)+40$ .

### Критерії оцінювання на екзамені

Завдання	Види завдань	Максимальний відсоток від 40 балів	Всього відсотків
Завдання 1,2,3	Теоретичні питання	3x23,3%=70%	100%
Завдання 4	Задача	30%	

### Запитання для підготовки до іспиту

1. Приклади типових задач оптимізації. Числові методи розв'язування систем рівнянь великої розмірності.
2. Необхідна умова мінімуму диференційованої функції.
3. Умови оптимальності для задач оптимізації з обмеженнями.
4. Теорема Каруша-Куна-Такера для задач опуклої оптимізації.
5. Методи штрафів для задач оптимізації з обмеженнями.
6. Метод мінорант.
7. Методи наближено повного перебору.
8. Методи цілеспрямованого перебору.
9. Методи Монте-Карло.
10. Прискорені методи оптимізації.
11. Методи оптимізації з розтягуванням простору.
12. Методи оптимізації другого порядку.

13. Задачі варіаційного числення.
14. Методи Холеського.
15. Алгоритм Гібса .
16. Стрічкові та профільні методи.
17. Профільне упорядкування .
18. Метод фактор-дерев.
19. Евристичний алгоритм побудови фактор-дерев.
20. Прямі методи для розріджених несиметричних лінійних систем.
21. Стратегія Марковиця та її модифікації.
22. Гаусове виключення.
23. Ітераційне уточнення. Метод бар'єру.
24. Методи Ньютона. Модифіковані методи Ньютона.
25. Дискретні методи Ньютона.
26. Дискретні методи Ньютона для функцій із розрідженими матрицями Гессе
27. Задачі оптимального керування: Понтрягіна, Лагранжа, Майєра, Больця та задачі математичного програмування
28. Скінчено-різницевий метод у задачах оптимального керування.
29. Теорема про збіжність скінчено-різницевого методу.
30. Дискретні задачі оптимального керування.
31. Дискретний принцип максимуму.
32. Нелінійні дискретні задачі оптимального керування.
33. Методи градієнтного типу в задачах безумовної оптимізації.
34. Методи градієнтного типу в задачах умовної оптимізації.
35. Метод розкладання Данцига-Вульфа.
36. Метод розкладання для розв'язування задач лінійного програмування з блочно-діагональною матрицею.
37. Метод, що використовує узагальнений градієнтний спуск.
38. Ітераційний метод Петшиковського..
39. Ітераційний метод, що використовує модифіковану функцію Лагранжа.
40. Ітераційний метод для розв'язання двоїстих задач.

Студент допускається до складання іспиту, якщо кількість набраних ним балів за семестр становить не менше 36 балів. Іспит вважається не зданим, якщо сумарна кількість балів з дисципліни складає менше 60 балів.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою за 24 бали.

## **7.2 Організація оцінювання:**

### **Терміни проведення форм оцінювання:**

1. *Контрольна робота №1: до 7 тижня семестру.*
2. *Контрольна робота №2: до 13 тижня семестру.*

Студент має право на одне перескладання кожної контрольної роботи із можливістю отримання максимально 80% початково визначених за цю контрольну роботу балів. Термін перескладання визначається викладачем.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу”.

## **7.3 Шкала відповідності оцінок**

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план занять

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин		
		лекції	семінари	Самостійна робота
<b>Частина 1. Задачі оптимізації та оптимального керування</b>				
1	<b>Тема 1.</b> Вступ. Задачі великої розмірності зі спеціальною структурою матриці умов. Приклади типових задач оптимізації <i>Самостійна робота:</i> Динамічна модель затрати-випуск	2	2	6
2	<b>Тема 2.</b> Методи наближено повного перебору та цілеспрямованого перебору. Градієнтні алгоритми оптимізації <i>Самостійна робота:</i> Блочні задачі зі зв'язаними змінними та обмеженнями	2	2	6
3	<b>Тема 3.</b> Умови оптимальності й методи мінімізації диференційованих функцій багатьох змінних <i>Самостійна робота:</i> Методи одновимірної оптимізації. Методи Фібоначчі, золотого перерізу, Ньютона, глобального пошуку	2	2	6
4	<b>Тема 4.</b> Прискорені методи оптимізації. Умови оптимальності та методи оптимізації в задачах з обмеженнями <i>Самостійна робота:</i> Оптимізація у системах з ієрархічною структурою.	2	2	6
5	<b>Тема 5.</b> Задачі варіаційного числення та неперервного оптимального керування <i>Самостійна робота:</i> Принцип декомпозиції. Оптимальний розподіл ресурсів	2	2	6
6	<b>Тема 6.</b> Методи розв'язання типових задач неперервного оптимального керування <i>Самостійна робота:</i> Розв'язування задач лінійного програмування із великим числом стовпців з використанням процедури генерації стовпців	2	2	6
7	<b>Тема 7.</b> Числові методи побудови неперервного оптимального керування <i>Самостійна робота:</i> Релаксація. Процедура розчленування Розена	2	2	6
8	<b>Тема 8.</b> Скінчено-різницевий метод у задачах оптимального керування. Спеціальна задача нелінійного програмування <i>Самостійна робота:</i> Задачі лінійного програмування з великим числом рядків чи стовпців	2	2	6
9	<b>Тема 9.</b> Дискретні задачі оптимального керування <i>Самостійна робота:</i> Нелінійні оптимізаційні задачі зі зв'язаними змінними	2		6
	<i>Контрольна робота 1</i>		2	
	<i>Всього за частиною 1</i>	18	18	54
<b>Частина 2. Методи розв'язання оптимізаційних задач з блочно-діагональною структурою</b>				

10	<b>Тема 10.</b> Метод розкладання Данцига-Вульфа <i>Самостійна робота:</i> Процедури розчленування у нелінійному програмуванні	2	2	6
11	<b>Тема 11.</b> Ітераційні методи розв'язування оптимізаційних задач великої розмірності <i>Самостійна робота:</i> Двоїстість і декомпозиція у математичному програмуванні. Декомпозиція, що використовує механізм цін	2	2	6
12	<b>Тема 20.</b> Методи Холеського для розв'язування симетричних матричних задач <i>Самостійна робота:</i> Універсальні розріджені методи. Алгоритм мінімального степеня.	2	2	6
13	<b>Тема 13.</b> Використання теорії графів для дослідження розріджених матриць великої розмірності <i>Самостійна робота:</i> Схеми зберігання розріджених матриць	2	2	6
14	<b>Тема 14.</b> Прямі методи для розріджених несиметричних матричних задач <i>Самостійна робота:</i> Числові методи, основані на редукції до задач нелінійного програмування. Застосування до диференціальних ігор	2	2	6
15	<b>Тема 15.</b> Методи Ньютона у задачах великої розмірності <i>Самостійна робота:</i> Методи регуляризації. Метод стабілізації. Метод нев'язки	2		6
	<i>Контрольна робота 2</i>		2	
	<i>Всього за частиною 2</i>	12	12	36
	<b>Всього</b>	30	30	90

**Загальний обсяг** – 150 год., в тому числі:

Лекцій - 30 год.

Семінарські заняття - 30 год.

Самостійна робота - 90 год.

Теми семінарських занять.

1. Задачі великої розмірності із спеціальною структурою матриці умов. [8]
2. Нелінійні задачі із зв'язними змінними. Частково-цілочисельні задачі та проблема розміщення. [8]
3. Метод декомпозиції Данцига-Вульфа. Метод генерації стовпців. Числовий приклад використання принципу декомпозиції. [8]
4. Використання методу декомпозиції для розв'язування задач транспортного типу. Оптимальний розподіл ресурсів. [8]
5. Використання методу одночасного розв'язування прямої та двоїстої задач до координуючої задачі. [8]
6. Розв'язування задач лінійного програмування з великим числом стовпців із використанням процедури генерації стовпців. [8]
7. Задача узагальненого лінійного програмування. Нелінійний варіант принципу декомпозиції Данцига-Вульфа. [8]
8. Розчленування та релаксаційні процедури в лінійному програмуванні. [8]
9. Процедура розчленування Розена. Приклад застосування методу розчленування. [8]
10. Методи компактного обертання матриць. Приклад застосування методу врахування узагальнених двосторонніх обмежень на змінні. [8]
11. Алгоритм розчленування Розена для нелінійного програмування. [8]
12. Алгоритм розчленування Бендерса для частково-цілочисельних задач. Числовий приклад. [8]

13. Двоїстість та декомпозиція в математичному програмуванні. [8]
14. Оптимізаційні задачі для зв'язаних підсистем. Оптимальне керування дискретною по часу динамічною системою. [8]
15. Декомпозиція шляхом розподілу ресурсів. Алгоритм можливих напрямків для координуючої задачі. [8]

## **9. Рекомендовані джерела**

### **Основні:**

1. Бейко І.В., Зінько П.М., Наконечний О.Г. Задачі, методи та алгоритми оптимізації: навч. посіб. 2-ге вид., перероб. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 799 с.
2. Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи. – 3-е изд., исправл. – М.: Физматлит, 2008. – 255 с.
3. Бартіш М.Я. Методи оптимізації. Теорія і алгоритми навч. посіб. – Л.: Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006. – 223 с.
4. Васильев Ф.П., Иваницкий А.Ю. Линейное программирование: Учебное пособие. – М.: Факториал Пресс, 2008. – 328 с.
5. Зайченко О.Ю., Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: збірник задач – К.: Вид. дім «Слово», 2007. – 472 с.
6. Косолап А.И. Выпуклый анализ и многоэкстремальные задачи. – Д.: Изд-во ДНУ, 2007. – 278 с.
7. Моклячук М.П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі: підр. – К.: 2004. – 384 с.
8. Моклячук М.П. Негладкий аналіз та оптимізація: навч. посіб. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2008. – 400 с.
9. Ржевський С.В., Александрова В.М. Дослідження операцій: підручник. – К.: Академвидав, 2006. – 558 с.
10. Сергієнко І.В. Методи оптимізації та системного аналізу для задач транс обчислювальної складності. – К.: Академперіодика, 2010. – 293 с.
11. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. – 2-е изд. – М.: Физматлит, 2008. – 367 с.
12. Данилов В.Я., Зінько П.М. Числові алгоритми оптимізації: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 312 с. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/9192>
13. Лэсдон Л. Оптимизация больших систем. – М.: Наука, 1975. – 432 с.
14. Эстербью О., Златев З. Прямые методы для разреженных матриц. – М.: Мир, 1987. – 118 с.

### **Додаткові:**

15. Бейко И.В., Бублик Б.Н., Зинько П.Н. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации. – К.: Вища школа, 1983. – 512 с.
  16. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: підручник. – К.: Видавничий дім «Слово», 2006. – 816 с.
  17. Гупал А.М., Сергиенко И.В. Оптимальные процедуры распознавания. – К.: Наук. думка, 2008. – 232 с.
  18. Жалдак М.І., Триус Ю.В. Основи теорії і методів оптимізації. – Черк.: Брама-Україна, 2005.- 608 с.
  19. Джордж А., Лю Дж. Численное решение больших разреженных систем уравнений. – М.: Мир, 1984. – 333 с.
- Евтушенко Ю.Г. Методы решения экстремальных задач и их применение в системах оптимизации. – М.: Наука, 1982. – 432 с.