

**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

\_\_\_\_\_ Людмила ОМЕЛЬЧУК

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ  
для студентів**

галузі знань	<b>12 – «Інформаційні технології»</b>
спеціальність	<b>124 – «Системний аналіз»</b>
освітній рівень	<b>бакалавр</b>
освітня програма	<b>«Системний аналіз»</b>
вид дисципліни	<b>обов'язкова</b>

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2024/2025</b>
Семестр	<b>5</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>5</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит</b>

Викладачі: доцент, к.ф.-м.н. Галина ДОЛЕНКО

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

**Розробник:** доцент, к.ф.-м.н. Галина ДОЛЕНКО, доцент кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри «Системного аналізу та теорії прийняття рішень»

\_\_\_\_\_ Олена КАПУСТЯН

Протокол № від « » червня 20 року

Схвалено. Гарант освітньо-професійної програми першого рівня вищої освіти "Системний аналіз"

\_\_\_\_\_ Михайло ШАРАПОВ

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

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ Тетяна КАРНАУХ

(підпис)

## 1. Мета дисципліни:

одержання студентами базових знань по теорії системної оптимізації, вмінь працювати з основними моделями та методами цілеспрямованого скоординованого управління змінами багаторівневих та багатокритеріальних складних організаційних систем, навичок застосування отриманих знань до практичних задач системної оптимізації.

## 2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни

*Знати* базові поняття математичного аналізу, алгебри, дискретної математики, теорії ймовірностей, дослідження операцій.

*Вміти* розв'язувати типові задачі з цих курсів.

*Володіти елементарними навичками:* розв'язувати задачі з дослідження операцій.

Для доступу до дисципліни «Системна оптимізація» освітньо-професійної програми «Системний аналіз» студент повинен опанувати компетентності та результати навчання, які надають дисципліни «Диференціальні рівняння», «Алгебра та геометрія». Дисципліна «Системна оптимізація» є базовою для засвоєння дисциплін «Інформаційні технології управління», «Прикладні проблеми теорії прийняття рішень та системного аналізу», «Методи оптимізації систем великої розмірності», «Математичні моделі системного аналізу економіки», «Прийняття рішень в кризових ситуаціях», та ін.

**3. Анотація навчальної дисципліни:** навчальна дисципліна «Системна оптимізація» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти *галузі знань* 12 „Інформаційні технології” зі *спеціальності* 124 – “Системний аналіз”, *освітньо-професійної програми* – «Системний аналіз». Дана дисципліна є обов'язковою навчальною дисципліною за програмою «Системний аналіз». Викладається у 5 семестрі 3 курсу в обсязі – 150 год. (5 кредитів ECTS), зокрема: лекції – 30 год., лабораторні роботи – 40 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 78 год. У курсі передбачено 2 частини та 1 контрольна робота. Завершується дисципліна – іспитом в 5 семестрі.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**знати:** постановки задач координації багаторівневих систем, задач системної оптимізації, основні визначення, формули, поняття та положення методології системної оптимізації та теорії ієрархічних систем, підходи до дослідження багаторівневих та багатокритеріальних складних організаційних систем, що змінюються.

**вміти:** знаходити оптимальні розв'язки задач координації методами ітераційної та бізітераційної координації; знаходити рішення задач системної оптимізації при різних способах завдання моделі напряму розвитку системи та математичної моделі системи.

## 4. Завдання (навчальні цілі):

набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) відповідно до освітньої кваліфікації бакалавра з системного аналізу. Зокрема, розвивати:

**ЗК 2.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ФКСАПР2.** 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.

## 4. Завдання (навчальні цілі)

набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) відповідно до освітньої кваліфікації бакалавра з системного аналізу. Зокрема, розвивати:

**ЗК 2.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ФК5.** 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	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Знати основні визначення, формули, поняття, постановки задач координації та методи ітераційної координації	Лекція	Контрольна робота 1. Звіти по лабораторним роботам, поточне оцінювання	20%
РН 1.2	Знати основні визначення, формули, поняття, постановки задач без ітераційної координації та методи їх розв'язування	Лекція		20%
РН 1.3	Знати основні визначення, формули, поняття, постановки задач системної оптимізації та методи їх розв'язування для лінійних систем	Лекція		20%
РН 2.1	Вміти застосовувати основи теорії координації, системної оптимізації та на практиці знаходити оптимальні ефективні розв'язки для задачі розподілу замовлення в корпорації	Лабораторна робота, самостійна робота	Контрольна робота 2. Звіти по лабораторним роботам, поточне оцінювання, іспит	10%
РН 2.2	Вміти застосовувати основи теорії координації, системної оптимізації для задачі розподілу прибутку в корпорації	Лабораторна робота, самостійна робота		10%
РН 2.3	Вміти застосовувати основи теорії координації, системної оптимізації для задачі побудови найкращого принципу управління корпорацією в залежності від податкової системи	Лабораторна робота, самостійна робота		20%

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

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни					
	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3
<b>ПРСАПР 1</b> Знати та вміти застосовувати основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів.	+	+	+	+	+	+
<b>ПР5.</b> Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем.	+	+	+			

## 7. Схема формування оцінки.

**7.1 Форми оцінювання студентів:** Контроль знань студентів здійснюється за кредитно-трансферною 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:

1. Контрольна робота 1: РН1.2 – 20 балів/12 балів.
2. Лабораторні роботи 1,2: РН1.2, РН1.3 – 20 балів/12.
3. Лабораторні роботи 3,4,5: РН2.1, РН2.2 – 30 балів/18.
4. Виконання самостійної роботи – 10 балів.

*Підсумкова оцінка за семестр -  $100=3*20+10*3+10$ .*

**Підсумковий контроль** проводиться у формі іспиту – 40 балів. Іспит виставляється за результатами роботи студента уздовж всього семестру - 60 балів та на іспиті - 40 балів.

*Результати навчання які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН 2.2, РН2.3.*

**Підсумкове оцінювання :**

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: 100 балів/60 балів;
- форма проведення і види завдань: письмова.

## 7.2 Організація оцінювання:

**Терміни проведення форм оцінювання:**

1. *Контрольна робота: до 7 тижня семестру.*

Студент має право на одне перескладання 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

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59
<b>Зараховано / Passed</b>	60-100
<b>Не зараховано / Fail</b>	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план занять

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні	Самост. робота
<b>Частина 1.</b> Постановки задач багаторівневої оптимізації складної системи. Моделі, алгоритми координації та синхронізації рішень локальних задач в підсистемах складної системи.				
1	<b>Тема 1.</b> Предмет „Системна оптимізація”. Класифікація задач.	2		4
2	<b>Тема 2.</b> Постановка задачі багаторівневої оптимізації складної системи. Приклади.	2	2	4
3	<b>Тема 3.</b> Ітераційні методи координації.	2	2	4
4	<b>Тема 4.</b> Метод цільової координації.	2	2	6
5	<b>Тема 5.</b> Метод координації моделей. Змішаний метод.	2	2	6

6	<b>Тема 6.</b> Постановка задачі координації в дворівневих системах.	2	4	4
7	<b>Тема 7.</b> Безітераційні алгоритми координації.	2	2	6
8	<b>Тема 8.</b> Приклад розв'язання задач координації для лінійних систем за допомогою без ітераційного алгоритму координації.	2	4	6
Контрольна робота 1.				
<b>Частина 2.</b> Моделі та методи розв'язання задач системної оптимізації. Розподілені системи прийняття рішень.				
9	<b>Тема 9.</b> Постановка задачі прийняття багатокритеріальних рішень та три методи їх розв'язання .	2	2	4
10	<b>Тема 10.</b> Метод обмежень.	2	2	6
11	<b>Тема 11.</b> Міжкоаліційне розподілене прийняття багатокритеріальних рішень.	2	2	6
12	<b>Тема 12.</b> Загальна постановка задачі системної оптимізації.		2	4
13	<b>Тема 13.</b> Загальна схема розв'язання задачі системної оптимізації.	2	4	4
14	<b>Тема 14.</b> Алгоритми системної оптимізації для систем, що формалізуються в класі багатокритеріальних задач лінійного програмування.	2	2	6
15	<b>Тема 15.</b> Приклади задач системної оптимізації.		4	4
16	<b>Тема 16.</b> Модель розподіленої системи формування управлінських рішень на основі методології системної оптимізації.	2	2	2
17	<b>Тема 17.</b> Розподілена система інформаційної та математичної підтримки розв'язання задач системної оптимізації.	2	2	2
Контрольна робота 2.				
<b>ВСЬОГО</b>		<b>30</b>	<b>40</b>	<b>78</b>

Загальний обсяг - **150 год.<sup>1</sup>**, в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Лабораторних – **40 год.**

Консультації – **2 год.**

Самостійна робота – **78 год.**

### **Теми, що винесені на самостійне навчання**

<sup>1</sup> Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

1. Декомпозиційно - координатні методи в нелінійному програмуванні. ([1]: №2.1.).-4год.
2. Врахування нелінійних зв'язків між підсистемами.([1]:№2.3.5.).  
Економічна інтерпретація.([1]: №2.3.6.). -4 год.
3. Градієнтна координація. ([1]: №2.4.1.).-4 год.
4. Розв'язання задачі управління організацією методом цільової координації.([1]: № 2.3.7.).  
-6 год.
5. Розв'язання задачі управління організацією методом координації моделей.([1]: № 2.3.7.).  
-6 год.
6. Розв'язання задачі управління організацією змішаним методом.([1]: № 2.3.7.).-4 год.
7. Інформаційні технології управління функціонуванням в енергетиці. ([4]: №3.).-6 год.
8. Розв'язання задачі координації для нелінійних систем за допомогою без ітераційного алгоритму координації. ([1]). -6 год.
9. Постановки задач прийняття багатокритеріальних управлінських рішень вищим навчальним закладом. ([5,6]). -4 год.
10. Розв'язання прикладу методом обмежень. ([5]). -6 год.
11. Інформаційна технологія розподіленого управління розвитком вищим навчальним закладом.([5,8]). -6 год.
12. Специфічні особливості задачі системної оптимізації.([5,6]). -4 год.
13. Прикладні задачі системної оптимізації. ([6]). -4 год.
14. Алгоритми системної оптимізації для організаційних систем з моделлю цільових установок в просторі рішень. ([5,6]). -4 год.
15. Алгоритми системної оптимізації для організаційних систем з моделлю цільових установок в просторі критеріїв.([5,6]). -4 год.
16. Алгоритми системної оптимізації для організаційних систем з моделлю цільових установок у виді інтервалів в просторі критеріїв.([5,6]). -4 год.
17. Принцип функціонування багаторівневої розподіленої системи формування управлінських рішень. Принципи організації взаємодії моделей та задач при розв'язанні комплексної задачі управління. Характеристика інформаційних систем управління в залежності від типу підприємства.([2].) -4 год.

## **Контрольні запитання та завдання**

### **Контрольні запитання до частини I.**

1. Постановка задачі багаторівневої оптимізації складної системи
2. Принцип ієрархічної оптимізації в ітераційних методах координації
3. Порівняння ітераційних алгоритмів координації (метод цільової координації, метод координації моделей, змішаний метод) за розподілом процедур між координатором та під задачами
4. Метод цільової координації
5. Метод координації моделей
6. Змішаний метод
7. Постановка задачі координації в дворівневих організаційних системах
8. Загальна схема без ітераційних алгоритмів координації
9. Постановка задачі координації в дворівневих лінійних системах
10. Механізм розподілу замовлення між підприємствами (задача 1)
11. Механізм розподілу замовлення та прибутків на основі внутрішньої оцінки (задача 2)
12. Механізм управління – правильний, узгоджений, чесної гри

### **Контрольні запитання до частини II.**

1. Постановка задачі прийняття управлінських рішень в термінах багатокритеріальної оптимізації
2. Додаткова інформація в задачах прийняття управлінських рішень
3. 3 способи визначення множини ефективних альтернатив
4. Метод обмежень
5. Ітераційний процес у методі обмежень
6. Геометрична інтерпретація методу обмежень
7. Метод обмежень для багатокритеріальної задачі лінійного програмування
8. Постановка задачі між коаліційного прийняття управлінських рішень
9. Загальна схема розв'язання задачі між коаліційного прийняття рішень
10. Об'єкт дослідження – підприємство з матричною структурою
11. Інтерпретація задачі системної оптимізації
12. Загальна постановка задачі системної оптимізації
13. Загальна схема рішення задачі системної оптимізації
14. Постановка задачі системної оптимізації для організаційних систем, що формалізуються в класі багатокритеріальних задач лінійного програмування
15. Алгоритм рішення задачі системної оптимізації з моделлю цільових установок у просторі рішень
16. Прості механізми оподаткування (задача 3)
17. Протівитратні механізми оподаткування (задача 4)
18. Задача розподілу прибутку між підприємствами фірми, які утворюють послідовні технологічні ланцюги (задача 5)

### ЗАВДАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ 1

1. Розв'язати задачу координації лінійної системи за допомогою без ітераційного алгоритму координації:

$$\begin{aligned}
 f_{11} = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max & & f_{21} = y_1 + y_2 \rightarrow \max & & H_0 = x_1 + 3x_2 + y_1 + y_2 \rightarrow \max \\
 f_{12} = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max & & f_{22} = 4y_1 + y_2 \rightarrow \max & & H_1 = 3x_1 + x_2 + 4y_1 + y_2 \geq 20 \\
 X = \left\{ \begin{array}{l} x_1 + x_2 \leq 3, \\ x_1 - x_2 \leq 1, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{array} \right. & & Y = \left\{ \begin{array}{l} 3y_1 + y_2 \leq 12, \\ y_1 - y_2 \leq 0, \\ 3y_1 - y_2 \geq -6, \\ y_1, y_2 \geq 0. \end{array} \right. & & a_0 = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, a_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

### ЗАВДАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ 2

1. Фірма, що складається з двох підприємств виготовляє вимірювальні прилади по ціні  $C = 3000$  грн. отримала замовлення на виготовлення  $R = 180$  одиниць продукції. Витрати на виробництво першого підприємства складають  $Z(x_1) = 15x_1^2$ , а другого  $Z(x_2) = 10x_2^2$ . Визначити вигідні плани підприємств, оптимальний для фірми план розподілу замовлення, максимальний прибуток фірми та величину втрат прибутку фірми від недосконалого механізму керування фірмою (у випадку коли підприємства повідомляють максимальні оцінки  $s_1 = s_2 = 81$ ).

2. Нехай компанія виготовляє канцелярські набори по ціні  $C = 840$  грн., а витрати на виробництво  $x$  одиниць продукції складають  $Z(x) = 8x^2$ . Визначити скільки одиниць продукції потрібно виготовити для отримання прибутку  $\Pi = 21\,600$  грн.

3. Нехай в прогресивній податковій системі:

$$P_0 = 30/8; \quad k = 1/15.$$

При якому рівні рентабельності  $R$  монополіст діятиме за принципом “дешево - дорого”?

4. Лімітна ціна  $L=1\ 000\ 000$  грн. Собівартість  $C_{\min}=100\ 000$  грн. Податковий механізм  $\mu=P/(2\eta)$ , де  $\eta=0,3\varepsilon$ ,  $\varepsilon$  — максимальна рентабельність. Знайти ціну  $C$  та прибуток  $\Pi$ . Як зміниться прибуток при зниженні собівартості на  $1\ 000$  грн?

### **Назви лабораторних робіт та детальні умови їх виконання:**

**Лабораторна робота №1.** Ітераційні алгоритми координації [1].

**Лабораторна робота №2.** Системна оптимізація [2-7].

**Лабораторна робота №3.** Алгоритм розподілу замовлення між підприємствами [4].

**Лабораторна робота №4.** Алгоритм розподілу прибутків на основі внутрішньої оцінки [4].

**Лабораторна робота №5.** Механізми моделювання системи оподаткування. Управління корпорацією в залежності від податкової системи [4].

### **РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА**

#### **Основні:**

1. Доленко Г.О. Прикладні проблеми теорії прийняття рішень. К.:ВПЦ «Київський університет», 2023.-99с.
2. Глушков В. М. Основи безпаперової інформатики. 1982.- 552с.
3. Доленко Г. О. Системна оптимізація. Прикладні задачі. Навч.-мет.. К.: ВПЦ «Київський університет», 2014.-67 с.
4. Чаплінський Ю. Економічні технології розвитку фірми.-Видавництво НВФ «Українські технології», 2003.- 680с.
5. Dolenko G. A. A Partial inverse linear quadratic optimization problem /Khusainov D. Ya., Dolenko G. A. // Cybernetic and System Analysis. –2005.– №3. – vol. 41, PP. 473-487.
6. Доленко Г.О. Процедури прийняття рішень при управлінні інноваціями. К.:ВПЦ «Київський університет», 2009.-56с.
7. Dolenko G. A. Inverse Optimization Problem. Proceedings of the International Eugene Lawler Ph.D. School on Scientific Computing, June 2-5, 2009, Waterford, Ireland, p.5-25.

#### **Додаткові:**

8. Бронін С.В. Моделі та інформаційна технологія управління розвитком розподілених ієрархічних систем(на прикладі вищого навчального закладу) .-НТУ «ХПІ» .-Харків.-2007
9. Dolenko G. Fuzzy sets and statistics: application to evaluation of economic development efficiency/ Dolenko G., Konareva E., Manovytska D.// Model Assisted Statistics and Applications. IOS Press. – 2012. – № 6. – PP. 1–11.
10. Dolenko G., Lobach S. System and statistical approach of analysis and forecasting terrorist activity / Dolenko G., Lobach S. // Model Assisted Statistics and Applications. IOS Press, – 2014.– № 9. – PP.267–275.