

**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**

**МОДЕЛІ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМ  
для студентів**

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

Форма навчання **денна**  
Навчальний рік **2024/2025**  
Семестр **6**  
Кількість кредитів ECTS **5**  
Мова викладання,  
навчання та оцінювання **українська**  
Форма заключного контролю **залік**

Викладачі: професор, д.ф.-м.н. Євген ІВОХІН  
ст. н. сп., д.ф.-м.н. Олена КАПУСТЯН

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

**Розробники:** професор **Євген ІВОХІН**, д.ф.-м.н., професор кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень,  
старший науковий співробітник **Олена КАПУСТЯН**, д.ф.-м.н., 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:** засвоєння теоретичних знань і набуття практичних навичок з використання теорії і практики оптимізації керованих систем, нечітких систем, математичного моделювання систем керування та оптимізації на основі хмарних технологій.

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

Для вивчення дисципліни «Моделі оптимізації систем» студент повинен знати базові поняття математичного аналізу, алгебри, диференціальних рівнянь, обчислювальної математики, дослідження операцій, системного аналізу.

3. **Анотація навчальної дисципліни:** Моделі оптимізації систем – це наукова дисципліна, у якій викладаються принципи математичного моделювання систем керування (соціальних груп, суспільних рухів, масових процесів), методи розв'язання задач керування, постановки та методи розв'язання нечітких задач лінійного програмування (задачі лінійного програмування з нечіткою функцією цілі, нечіткими ресурсними обмеженнями і технологічними коефіцієнтами, багатоіндексні задачі розподілу ресурсів, оптимального розподілу часового ресурсу), алгоритми оптимізації на основі хмарних технологій.

4. **Завдання (навчальні цілі):**

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен опанувати:

**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.

**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.

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 керування та оптимізації нечітких систем	Лекція	Контр. робота 1, 60% правильних відповідей Контр. робота 2, 60% правильних відповідей	20%
РН 1.2	Знати основні постановки нечітких задач лінійного програмування та моделей керованих систем в умовах визначеності й невизначеності	Лекція		20%
РН 1.3	Знати основні методи розв'язання нечітких задач лінійного програмування та задач оптимального керування	Лекція		20%
РН 2.1	Вміти застосовувати основні методи розв'язання задач оптимального керування та нечітких задач	Самостійна робота	Поточне оцінювання	20%
РН 2.2	Вміти застосовувати основи теорії нечітких систем та теорії керування на практиці	Самостійна робота		20%

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

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 2.1	РН 2.2
<b>Програмні результати навчання</b>					
<b>ПРСАПР 1.</b> Вміти застосовувати на практиці моделі та методи системного аналізу в умовах визначеності, невизначеності та конфлікту				+	+
ПР06. Знати і вміти застосовувати основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів	+				
ПР07. Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем		+			
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 у семестрі складається з 2-х частин. При виставленні балів за кожну частину враховується:

Контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2, РН1.3 – 25 балів/15 балів.

Контрольна робота 2: РН1.1, РН1.2, РН1.3 – 25 балів/15 балів.

Робота студентів на заняттях: РН2.1, РН2.2 – 20 балів/12 балів.

Виконання самостійної роботи: РН 2.1, РН 2.2 – 30 балів/18 балів.

**Підсумковий контроль** проводиться у формі заліку – 100 балів. Залік виставляється за результатами роботи студента уздовж всього семестру і не передбачає додаткових заходів оцінювання для успішних студентів..

*Підсумкова оцінка*  $100=2*(25+10+15)$ .

Залік вважається не зданим, якщо сумарна кількість балів з дисципліни складає менше 60 балів.

### Питання для підготовки до контрольної роботи 1

1. Загальна характеристика систем керування
2. Математичні моделі систем керування.
3. Математичний опис керованих систем. Основні вимоги до математичних моделей.
4. Перетворення Лапласа.
5. Передавальні функції відкритої та закритої систем керування.
6. Керованість.
7. Спостережуваність.
8. Задачі оптимального керування динамічними системами.
9. Принцип максимуму.
10. Метод динамічного програмування Беллмана.
11. Задача про максимальну швидкодію.
12. Принцип максимуму в задачі про максимальну швидкодію
13. Оптимальне керування об'єктом другого порядку.
14. Синтез регуляторів за жорстко заданою структури.

15. Синтез регуляторів методом варіаційного числення.
16. Аналітичне конструювання регуляторів методом динамічного програмування.
17. Аналітичне конструювання регуляторів за принципом максимуму.
18. Параметрична оптимізація.
19. Адаптивне керування
20. Алгоритми керування для замкнутих систем.
21. Системи керування в умовах невизначеності.
22. Інтелектуальні системи керування.

### **Питання для підготовки до контрольної роботи 2**

1. Загальна постановка нечітких задач лінійного програмування.
2. Задачі лінійного програмування з нечіткою функцією цілі.
3. Задачі лінійного програмування з нечіткими ресурсними обмеженнями у правій частині.
4. Задачі лінійного програмування з нечіткими технологічними коефіцієнтами.
5. Нечіткі багатоіндексні задачі розподілу ресурсів.
6. Нечіткі транспортні задачі.
7. Застосування структурованих нечітких чисел для опису способу вимірювання темпів плину часу.
8. Нечітка задача про рюкзак як засіб розподілу часового ресурсу з нечітко заданими термінами виконання.
9. Задачі оптимального розподілу часового ресурсу як задачі теорії складання розкладів
10. Реалізація жадібного підходу до розв'язування задач розподілу ресурсів.
11. Застосування економічних стратегій для розв'язання задач розподілу ресурсів.
12. Застосування алгоритму Орліна для знаходження розв'язку нечіткої задачі пошуку максимальних потоків.
13. Хмарні технології для моделювання та оптимізації систем.
14. Моделі та методи накопичення даних.
15. Міграція додатків у хмару.
16. Основи хмарних обчислень на прикладі Docker
17. Основи технології Spring Cloud Foundry.
18. Технології Big Data у хмарі.
19. Принципи GRID – обчислень.
20. Кластерні обчислення на IBM Cloud.

## **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».

Студент має право здавати самостійну роботу після закінчення визначеного для них терміну, але з втратою одного балу за кожен тиждень, який пройшов з моменту закінчення терміну її здачі.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

### 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план занять

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин		
		лекції		Самостійна робота
<b>Частина 1. Моделювання та оптимізація систем керування</b>				
1	<b>Тема 1.</b> Загальна характеристика систем керування <i>Самостійна робота:</i> Класифікація систем керування. Етапи проектування систем керування	4		2
2	<b>Тема 2.</b> Математичні моделі систем керування. <i>Самостійна робота:</i> Моделювання неперервних та дискретних динамічних систем.	4		2
3	<b>Тема 3.</b> Математичний опис керованих систем. Вступ до аналізу керованих систем. Приклади обчислення передавальних функцій різних систем керування. <i>Самостійна робота:</i> Обчислення передавальних функцій систем керування.	2		2
4	<b>Тема 4.</b> Математичні моделі систем керування із заданим станом. Керованість. <i>Самостійна робота:</i> Керування стаціонарним об'єктом. Керування вимірюваним об'єктом в замкнутій системі	2		2
5	<b>Тема 5.</b> Математичні моделі систем керування із заданим станом. Спостережуваність. <i>Самостійна робота:</i> Керування за допомогою спостерігача в замкнутій системі	2		2
6	<b>Тема 6.</b> Оптимальне керування з повною інформацією про об'єкт. Розв'язання задач оптимального керування за допомогою принципу максимуму. <i>Самостійна робота:</i> Варіаційні методи розв'язання задач оптимального керування.	2		2
7	<b>Тема 7.</b> Динамічне програмування. <i>Самостійна робота:</i> Застосування методу динамічного програмування	2		3
8	<b>Тема 8.</b> Задача про оптимальну швидкодію. Динамічне програмування в задачі про максимальну швидкодію. <i>Самостійна робота:</i> Принцип максимуму в задачі про максимальну швидкодію	2		3
9	<b>Тема 9.</b> Задачі аналітичного конструювання регуляторів. <i>Самостійна робота:</i> Синтез регуляторів за жорстко заданої структури. Синтез регуляторів методом варіаційного числення.	2		2
10	<b>Тема 10.</b> Аналітичне конструювання регуляторів методом динамічного програмування та за принципом максимуму. <i>Самостійна робота:</i> Приклади побудови аналітичних	2		3

	регуляторів.			
11	<b>Тема 11.</b> Параметрична оптимізація. <i>Самостійна робота:</i> Аналіз та класифікація задач параметричної оптимізації.	2		3
12	<b>Тема 12.</b> Адаптивне керування. Адаптація через ідентифікацію. <i>Самостійна робота:</i> Адаптація шляхом налаштування параметрів системи.	2		3
13	<b>Тема 13.</b> Система навчання на основі знань про об'єкт керування. <i>Самостійна робота:</i> Алгоритм навчання для прийняття рішень у замкненій системі.	2		3
14	<b>Тема 14.</b> Системи керування в умовах невизначеності. Типи невизначеності. <i>Самостійна робота:</i> Параметрична та непараметрична невизначеність.	2		3
15	<b>Тема 15.</b> Системи керування зі спостереженнями. Ігровий підхід до систем керування зі спостереженнями. <i>Самостійна робота:</i> Алгоритм визначення стратегії керування.	2		3
16	<b>Тема 16.</b> Інтелектуальні системи керування. Зв'язок систем керування з методами штучного інтелекту. <i>Самостійна робота:</i> Логіко-алгебраїчний метод розв'язання задач керування. Нейронні мережі у адаптивних системах.	1		2
	Контрольна робота 1	1		
	Всього за частиною 1	36		40
<b>Частина 2.</b> Оптимізація на основі хмарних технологій				
17	<b>Тема 17.</b> Прикладні задачі лінійної оптимізації з нечіткими ресурсами. Нечіткі задачі лінійного програмування. Формулювання задач оптимізації розподілу потужності каналів передачі даних. <i>Самостійна робота:</i> Використання декількох рівнів нечіткості в обмеженнях задачі. Застосування методу порівнянь для впорядкування нечітких обмежень	2		2
18	<b>Тема 18.</b> Загальна постановка нечітких задач лінійного програмування. Задачі лінійного програмування з нечіткою функцією цілі. Задачі лінійного програмування з нечіткими ресурсними обмеженнями у правій частині. Задачі лінійного програмування з нечіткими технологічними коефіцієнтами <i>Самостійна робота:</i> Розв'язання нечітких ЗЛП за наявності систем альтернативних обмежень. Використання трьохіндексної транспортної задачі для пошуку оптимального розподілу потужності каналів передачі даних	2		2
19	<b>Тема 19.</b> Нечіткі багатоіндексні задачі розподілу ресурсів. Нечіткі транспортні задачі. Транспортні задачі з проміжними пунктами. Виробнича транспортна задача, її зведення до дворівневої задачі дискретної оптимізації <i>Самостійна робота:</i> Використання моделі виробничо-транспортної задачі для пошуку оптимального розподілу потужності каналів передачі даних. Нечітка задача про рюкзаки як засіб розподілу нечітко визначеного часового	2		2

	ресурсу			
20	<b>Тема 20.</b> Задачі теорії розкладів з нечітким вимірюванням часу. Застосування структурованих нечітких чисел для опису способу вимірювання темпів плину часу. Нечітка задача про рюкзак як засіб розподілу часового ресурсу з нечітко заданими термінами виконання. Задачі оптимального розподілу часового ресурсу як задачі теорії складання розкладів <i>Самостійна робота:</i> Задача складання розкладу з нечітко заданими інтервалами налаштувань. Застосування методу динамічного програмування для розв'язування задач теорії розкладів	2		2
21	<b>Тема 21.</b> Методи розв'язання задач оптимізації нечітких систем. Реалізація жадібного підходу до розв'язування задач розподілу ресурсів. Застосування економічних стратегій для розв'язання задач розподілу ресурсів. Застосування алгоритму Орліна для знаходження розв'язку нечіткої задачі пошуку максимальних потоків <i>Самостійна робота:</i> Метод перетворення області допустимих розв'язків на основі оцінки близькості обмежень. Пошук рішень з використанням заданого числа обмежень	2		2
22	<b>Тема 22.</b> Хмарні технології для моделювання та оптимізації систем <i>Самостійна робота:</i> Основи технології Docker	2		2
23	<b>Тема 23.</b> Сучасні хмарні сервіси та технології. <i>Самостійна робота:</i> Основи технології Кубернетес	2		3
24	<b>Тема 24.</b> Сучасні хмарні сервіси. Моделі та методи накопичення даних. <i>Самостійна робота:</i> Програмні засоби для збору даних.	2		3
25	<b>Тема 25.</b> Сучасні хмарні сервіси. Забезпечення інформаційної безпеки <i>Самостійна робота:</i> Використання Ms Cloud App Security	2		3
26	<b>Тема 26.</b> Міграція додатків у хмару. Сервіс Heroku як приклад зручного зберігання та обробки даних у хмарі. <i>Самостійна робота:</i> Використання github-технології.	2		3
27	<b>Тема 27.</b> Основи хмарних обчислень на прикладі Docker. <i>Самостійна робота:</i> Основи системи deductor	2		3
28	<b>Тема 28.</b> Основи технології Spring Cloud Foundry <i>Самостійна робота:</i> Приклади SaaS	2		3
29	<b>Тема 29.</b> Технології Big Data у хмарі. <i>Самостійна робота:</i> Приклади PaaS	2		2
30	<b>Тема 30.</b> Принципи GRID – обчислень. <i>Самостійна робота:</i> Приклади IaaS	2		2
31	<b>Тема 31.</b> Засоби та особливості кластерних обчислень. <i>Самостійна робота:</i> Кластерні обчислення на Google Cloud	2		2
32	<b>Тема 32.</b> Кластерні обчислення на IBM Cloud. <i>Самостійна робота:</i> Основи технології Ms Azure	2		2
33	<b>Тема 33.</b> BlueMix - реалізація відкритої хмарної архітектури від IBM <i>Самостійна робота:</i> Основи паралельних обчислень	1		2
	<i>Контрольна робота 2</i>	1		
	<i>Всього за частиною 2</i>	34		40
	<b>Всього</b>	68		80

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

Лекцій - 70 год.

Самостійна робота - 80 год.

## Рекомендовані джерела

### Основні:

1. Zdzislaw Bubnicki. Modern Control Theory. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. – 434 p.  
DOI <https://doi.org/10.1007/3-540-28087-1>
2. N. Hritonenko, Y. Yatsenko. Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment, Series: Springer Optimization and Its Applications, Vol. 88. – Springer Science+Business Media New York, 2013. – 296 p.
3. 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.  
DOI 10.1007/978-1-4614-9311-2\_12,
4. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.  
ISBN 978-966-402-073-9
5. Капустян О.А., Петленко Ю. В. Моделювання та керування складною освітньою системою // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: фізико-математичні науки.- 2021. - Вип. 4. - С. 110-115.  
<https://bphm.knu.ua/index.php/bphm/article/view/315>  
DOI: <https://doi.org/10.17721/1812-5409.2021/4.17>
6. Биков В. Ю. Хмарні технології, ІКТ-аутсорсинг і нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ / В. Ю. Биков // Інформаційні технології в освіті. – №10. – 2011. – С. 8-23.
7. Marks, Eric A. Executive's guide to cloud computing / Eric A. Marks, Bob Lozano. – John Wiley & Sons, Inc., 2010. – 285 p.
7. Jenhani Amor. Cloud computing in German Higher educational institutions. –Koblenz, am 20. – 2011. – 71 p.
8. Биков В.Ю. Жалдак М.І. та інші (ред.кол.) Хмарні технології в освіті. (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 21 грудня 2012 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. – 173 с.
9. Laszewski T. Cloud Native Architectures/ T. Laszewski, K.Agora, E. Farr, P. Zonooz. – Packt. Birmingham – Mumbai, 2022. – 320 p.
10. Tien Fuling. Applying interactive fuzzy multi-objective Linear programming to transportation planning decisions // Journal of information and optimization sciences. – 2006. – V.27. – №1. – P.107-126.
11. Orlin J.B. A Faster strongly polynomial minimum cost flow algorithm // Operations research. 1993. V. 41. N 2. P. 338–350.
12. Чубукова И. А. Data Mining. - Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, 2011. – 326 с.
13. Internet – ресурс <https://bug-trace.eu-gb.mybluemix.net/>
14. Internet – ресурс <https://habrahabr.ru/company/microsoft/blog/269159/>
15. Internet – ресурс <https://www.ibm.com/developerworks/develop/>
16. Internet – ресурс [https://resources.office.com/en-landing-CE-O365-CNTNT-FY18-08Aug-22-Myths-about-Moving-to-the-Cloud-eBook-in-Ukrainian-language-346369\\_v7.html](https://resources.office.com/en-landing-CE-O365-CNTNT-FY18-08Aug-22-Myths-about-Moving-to-the-Cloud-eBook-in-Ukrainian-language-346369_v7.html)
17. Internet – ресурс <https://www.e-reading.club/bookreader.php/1006899/Dropbox.html>

*Додаткові:*

18. Winston and Albright, 2001, Practical Management Science: Spreadsheet Modeling and Applications, 2nd Edition (W&A).
19. Internet – pecypc <https://fastercapital.com/topics/system-optimization:best-practices-for-system-optimization.html>
20. Kiss I.Z., Broom M. Can epidemic models describe the diffusion of topics across disciplines//Jorn.of Informetrics, vol.4.Issue1. – 2010, p.74 – 82.
21. Elamvazuthi I., Ganesan T., Vasant P., Webb J.F. Application of a fuzzy programming technique to production planning in the textile industry// International Journal of Computer Science and Information Security. 2009. V.6. №3. P.238-243.
22. Afraimovich L.G., Prilutskii M.Kh. Multiindex Resource Distributions for Hierarchical Systems// Automation and remote control. 2006. V. 67 No. 6, PP. 1007–1016.
23. Bablu Jana, Tapan Kumar Roy. Multi-Objective Fuzzy Linear Programming and Its Application in Transportation Model// Tamsui Oxford Journal of Mathematical Sciences. – 2005. – V.21. – No.2. – P.243- 268.
24. Dehghan M., Hashemi B. Iterative solution of fuzzy linear systems// Appl. Math. Comput., 2006. – 175. - P.645-674.
25. Internet – pecypc <https://bug-trace.eu-gb.mybluemix.net/>
26. Internet – pecypc <https://habrahabr.ru/company/microsoft/blog/269159/>
27. Internet – pecypc <https://www.e-reading.club/bookreader.php/1006899/Dropbox.html>
28. Internet – pecypc <https://www.ibm.com/developerworks/develop/>
29. Internet – pecypc [https://resources.office.com/en-landing-CE-O365-CNTNT-FY18-08Aug-22-Myths-about-Moving-to-the-Cloud-eBook-in-Ukrainian-language-346369\\_v7.html](https://resources.office.com/en-landing-CE-O365-CNTNT-FY18-08Aug-22-Myths-about-Moving-to-the-Cloud-eBook-in-Ukrainian-language-346369_v7.html)