

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ
КАФЕДРА МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Кашпур О.Ф.

« 16 » січня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методи керування динамічними системами

галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	124 Системний аналіз
освітній рівень	бакалавр
освітня програма	Системний аналіз
спеціалізація	Системний аналіз
вид дисципліни	за вибором

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2023/2024
Семестр	7
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: **к. т. н., доцент Кулян В.Р.**

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

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» 20__ р.

КИЇВ – 2024

Розробники:

Кулян Віктор Романович, к. т. н., доцент кафедри моделювання складних систем.

Харченко Ігор Іванович, к. т. н., доцент кафедри моделювання складних систем.

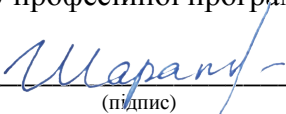
ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри моделювання складних

 Д.І. Черній

Протокол № 6 від « 04 » січня 2024 р.

Схвалено Гарантом освітньо-професійної програми «Системний аналіз»


 к.ф.-м. н., доцент Михайло ШАРАПОВ
(підпис)

«15» січня 2024 року

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

Протокол № 7 від «16» січня 2024 року

Голова науково-методичної комісії

 к.ф.-м. н., доцент Людмила ОМЕЛЬЧУК
(підпис)

«18» січня 2024 року

1. Мета дисципліни – опанування студентами конструктивних підходів до структурної та параметричної ідентифікації складних систем керування. Ознайомлення студентів із математичними методами параметричної, множинної та гарантованої множинної ідентифікації параметрів динамічних систем керування.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни. Для успішного вивчення дисципліни «Методи керування динамічними системами» студент повинен володіти такими знаннями та вміннями:

1. Успішне опанування курсів:
 1. Математичне моделювання.
 2. Методи оптимізації.
 3. Варіаційне числення.
 4. Диференціальні рівняння.
 5. Алгебра.
2. Знати:
 1. фундаментальні основи математичних методів побудови, верифікації, дослідження якісних характеристик математичних моделей .
 2. принципи дослідження стаціонарних, динамічних та комп'ютерних моделей систем керування.
3. Вміти:
 1. проводити дослідження якісних характеристик побудованих математичних моделей.
 2. формулювати математичні оптимізаційні задачі для таких моделей.
 3. застосовувати розглянуті методи для дослідження прикладних задач моделювання та оптимального керування.
4. Володіти:
 1. базовими навичками використання пакетів прикладних програм для числового аналізу MATLAB та STATISTICA.
 2. англійською мовою на рівні не нижче Intermediate.

3. Анотація навчальної дисципліни. Навчальна дисципліна «Методи керування динамічними системами» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти галузі знань 12 «Інформаційні технології» в рамках освітньо-професійної програми «Системний аналіз».

Дана дисципліна належить до переліку дисциплін за вибором, спеціалізація «Системний аналіз» та «Прикладна статистика». Викладається у 1 семестрі 3 курсу в **обсязі – 90 год., (3 кредити ECTS)** зокрема: лекції – 26 год., практичні заняття – 14 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 48 год. У курсі передбачено 2 змістових частини та 2 контрольні роботи. Завершується дисципліна – **іспитом**.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

Знати:

1. Методи побудови, аналізу та ідентифікації структури та параметрів у динамічних системах керування.
2. Аналітичні підходи до побудови оптимальних параметрів та оцінок параметрів у системах керування.

Вміти:

1. Застосовувати набуті знання для розв'язання задач параметричної оптимізації математичних моделей систем керування.
2. Кваліфіковано застосовувати на практиці математичні та комп'ютерні методи оптимізації структури математичних моделей реальних прикладних процесів.

Дисципліна «Методи керування динамічними системами» є важливою для вивчення дисципліни «Керовані випадкові процеси» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти у

галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 124 «Системний аналіз», в рамках освітньо-професійної програми «Системний аналіз».

4. Завдання (навчальні цілі). Основними завданнями дисципліни «Методи керування динамічними системами» є набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) відповідно до кваліфікації «бакалавр системного аналізу». Зокрема, розвивати:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність математично формулювати задачі оптимального керування;
- здатність аналізувати предметні області, ідентифікувати, класифікувати та формулювати вимоги;
- здатність застосовувати методи оптимального керування складними системами;

5. Результати навчання за дисципліною.

Результат навчання (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			
РН1.1	Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій фундаментальної та прикладної математики.	Лекції, практичні заняття, самостійна робота, опрацювання рекомендованої літератури, виконання домашніх завдань	Модульні контрольні роботи № 1,2, іспит	10 %
РН2.1	Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод розв'язання; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами.			10 %
РН2.2	Володіти основними методами розробки дискретних і неперервних математичних моделей об'єктів та процесів, аналітичного дослідження цих моделей.			10 %
РН2.3	Володіти методами вибору раціональних методів та алгоритмів розв'язання математичних задач оптимізації.			10 %
РН2.4	Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної математики.			15 %
РН3.1	Демонструвати навички взаємодії з іншими людьми, уміння працювати в командах.			10%
РН3.2	Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень зі спеціалістами та суспільством загалом			10 %

РН4.1	Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу	робота, опрацювання рекомендованої літератури, виконання домашніх завдань			15 %
РН4.2	Демонструвати навички професійного спілкування, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні однією з офіційних мов ЄС				10 %

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання.

Програмні результати навчання	Результати вивчення дисципліни									
	РН 1.1	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 2.4	РН 3.1	РН 3.2	РН 4.1	РН 4.2	
ПР01. Знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, аналітичну геометрію, лінійну алгебру та векторний аналіз		+	+	+	+	+		+		
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.	+		+	+				+	+	
ПР03. Знати та вміти застосовувати базові методи якісного аналізу та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь і систем; диференціальних рівнянь в частинних похідних.	+	+				+	+		+	
ПР09. Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.		+				+		+	+	

7. Схема формування оцінки

7.1 Форми оцінювання студентів

Семестрове оцінювання:

Максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: **60 балів:**

1. Контрольна робота №1: РН 1.1, РН 2.1, РН 2.2, РН 2.3 – **30/18 балів.**
2. Контрольна робота № 2: РН 2.4, РН 3.1, РН 3.2, РН 4.1, РН 4.2 – **30/18 балів.**

Підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

- Максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: **40 балів.**

- Результати навчання які будуть оцінюватись: РН 1.1, РН 2.1, РН 2.2, РН 2.3, РН 2.4, РН 3.1, РН 3.2, РН 4.1, РН 4.2.
- Форма проведення: письмова.
- Види завдань: 4 письмових завдань (2 теоретичних питання та 2 практичних завдання).
- **Студент отримує загальну позитивну оцінку з дисципліни, якщо його оцінка за іспит становить не менше ніж 24 (двадцять чотири) бали.**
- **Студент допускається до іспиту, якщо протягом семестру він:**
 - o набрав не менше ніж 36 балів;
 - o виконав і вчасно здав мінімум 2 (дві) самостійні роботи із переліку запропонованих робіт;

Критерії оцінювання на екзамені

Завдання	Тема завдання	Максимальний відсоток від 40 балів	Всього балів
Завдання 1	Питання по теоретичному матеріалу курсу	25%	10
Завдання 2		25%	10
Завдання 3	Практичне завдання на основі теоретичного матеріалу курсу	25%	10
Завдання 4		25%	10

7.2 Організація оцінювання

Терміни проведення форм оцінювання:

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

Студенти мають право на одне перескладання кожної модульної контрольної роботи у визначений викладачем термін.

У випадку відсутності студентів з поважних причин відпрацювання та перескладання контрольних робіт здійснюються у відповідності до «Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу» від 1 жовтня 2010 року.

У випадку встановлення фактів порушення студентами академічної доброчесності, передбачених пунктом 9.8.2 «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка», що діє від 07.05.2018, вони будуть притягнуті до відповідальності передбаченої пунктом 9.8.3 цього положення.

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 ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва лекції (теми)	Кількість годин
---	---------------------	-----------------

лекції		Лекції	Практичн і заняття	Самост. робота
Змістовий модуль 1. Задачі про оптимізацію структури та параметрів математичної моделі системи керування.				
1	Тема 1. Предмет математичного моделювання динамічних систем керування. Приклади побудови моделей систем керування. <i>Самостійна робота:</i> Системи диференціальних рівнянь: однорідні та неоднорідні; лінійні та нелінійні.	2		4
2	Тема 2. Причинно-наслідкові залежності між елементами. Вибір гіпотез про причинно-наслідкові залежності і зв'язки між елементами керованої системи. <i>Самостійна робота:</i> Приклади детермінованих та стохастичних систем керування	2		4
3	Тема 3. Алгебраїчні, інтегро-диференціальні і стохастичні математичні моделі систем керування. <i>Самостійна робота:</i> Методи побудови статичних моделей.	2	2	4
4	Тема 4. Поняття адекватності та адекватність математичних моделей. <i>Самостійна робота:</i> Формальні математичні критерії адекватності моделей систем керування.	2	2	4
5	Тема 5. Імітаційне моделювання на основі натурних спостережень та математичні методи самоорганізації моделі. <i>Самостійна робота:</i> Приклади застосування імітаційного моделювання та самоорганізації моделі.	2	2	4
6	Тема 6. Ідентифікація параметрів математичних моделей. <i>Самостійна робота:</i> Критерії, які можуть бути застосовані при параметричній ідентифікації математичної моделі системи керування.	2		4
7	Тема 7. Структурно - параметрична ідентифікація в системах керування. <i>Самостійна робота:</i> Приклади визначення оптимальної структури математичної моделі системи керування.	2	2	4
Контрольна робота 1		1		
Змістовий модуль 2. Задачі про побудову та дослідження якісних характеристик математичних моделей керованих систем.				
8	Тема 8. Математичні моделі з неповними даними. <i>Самостійна робота:</i> Методи інтерполяції та	2		4

	екстраполяції функції.			
9	Тема 9. Моделі з геометричною та ймовірнісною невизначеністю. <i>Самостійна робота: Модель Іто.</i>	2	2	4
10	Тема 10. Математичне моделювання ієрархічно-керованих процесів. <i>Самостійна робота: Математичні методи керування складними системами.</i>	2	2	4
11	Тема 11. Застосування методів Ляпунова при дослідженні стійкості керованих систем. <i>Самостійна робота: Задача про модальне керування для динамічної системи.</i>	2	1	4
12	Тема 12. Математична задача про гарантоване керування динамічною системою. <i>Самостійна робота: Фільтр Калмана – Б'юсі. Рівняння Ріккати</i>	2	1	4
Контрольна робота 2		1		
ВСЬОГО		26	14	48

Загальний обсяг 90 годин, в тому числі:

Лекцій – 26 год.,

Практичні – 14 год.

Самостійна робота – 48 год.

Консультації – 2 год.

9. Рекомендовані літературні джерела:

1. Лєвошич О.Л., Крак Ю.В. Елементи теорії керування. Навчально-методичний осібник для студентів факультету кібернетики спеціальності "Прикладна математика". – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2002. – 81 с.

2. Ross, Isaac (2015). *A primer on Pontryagin's principle in optimal control*. San Francisco: Collegiate Publishers. ISBN 978-0-9843571-0-9. OCLC 625106088.

3. Luenberger, David G. (2019). *"Optimal Control"*. Introduction to Dynamic Systems. New York: John Wiley & Sons. pp. 393–435. ISBN 0-471-02594-1.

4. Kamien, Morton I. (2020). *Dynamic Optimization : the Calculus of Variations and Optimal Control in Economics and Management*. Dover Publications. ISBN 978-1-306-39299-0.