

**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.

« 10 » січня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія керування

галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	124 Системний аналіз
освітній рівень	бакалавр
освітня програма	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 2024 /2025 н. р. _____ (_____) «__» 20__ р.

КИЇВ – 2024

Розробник:

Кулян Віктор Романович, 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 – засвоєння основних теоретичних положень теорії керування, принципів і методів розв’язання проблем, пов’язаних з керуванням складними системами та оволодіння практичними навичками розв’язування задач керування.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни. Для успішного вивчення дисципліни «Теорія керування» рівень знань та умінь студента повинен задовольняти таким вимогам:

1. Успішне опанування курсів:
 1. Математичне моделювання.
 2. Варіаційне числення.
 3. Диференціальні рівняння.
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. Формулювати математичні оптимізаційні задачі для таких моделей.
 2. 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 “Теорія керування” 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 7 семестрі 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 дослідження якісних характеристик систем керування .
2. Аналітичні підходи до побудови оптимальних керувань складними системами.

Вміти:

1. Застосовувати набуті знання для розв’язання задач оптимального керування динамічними системами.
2. За допомогою аналітичних методів аналізу систем керування досліджувати якісні характеристики таких систем.

Дисципліна «Теорія керування» є важливою при вивченні 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 «Теорія керування» є набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) відповідно до кваліфікації «бакалавр системного аналізу». Зокрема, розвивати:

- 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			
RH1.1	Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій фундаментальної та прикладної математики.	Лекції, практичні заняття, самостійна робота, опрацювання рекомендованої літератури, виконання домашніх завдань	контрольні роботи № 1,2, іспит	10 %
RH2.1	Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.			10 %
RH2.2	Володіти основними методами розробки дискретних і неперервних математичних моделей об'єктів та процесів, аналітичного дослідження цих моделей.			10 %
RH2.3	Володіти методами вибору раціональних методів та алгоритмів розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, прийняття рішень, аналізу даних.			10 %
RH2.4	Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної математики.			15 %
RH3.1	Демонструвати навички взаємодії з іншими людьми, уміння працювати в командах.			10%
RH3.2	Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень зі спеціалістами та суспільством загалом			10 %
RH4.1	Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу			15 %
RH4.2	Демонструвати навички професійного спілкування,			10 %

включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні однією з офіційних мов ЄС	домашніх завдань		
---	------------------	--	--

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, ряди та інтеграл Фур'є, аналітичну геометрію, лінійну алгебру та векторний аналіз		+	+	+	+	+		+	
ПР04. Знати та вміти застосовувати базові методи якісного аналізу та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь і систем, диференціальних рівнянь в частинних похідних, в тому числі рівнянь математичної фізики.		+			+		+		+
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.	+	+		+		+		+	

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 бали.**

Студент допускається до іспиту, якщо протягом семестру він набрав не менше ніж 36 балів;

Критерії оцінювання на іспиті

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 перездачі 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. ТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

№ лекції	Назва лекції (теми)	Кількість годин		
		Лекції	Практичн і заняття	Самост. робота
Частина 1. Математичні задачі побудови та якісного аналізу траєкторій в системах керування.				
1	Тема 1. Основні поняття та положення дисципліни «Теорія керування». Еволюція задач математичного моделювання та задача керування динамічною системою. <i>Самостійна робота:</i> Системи диференціальних рівнянь: однорідні та неоднорідні; лінійні та нелінійні.	2		4
2	Тема 2. Класичні постановки задач	2		4

	оптимального керування. Задача про цілком керованість лінійною системою. <i>Самостійна робота:</i> Дослідження якісних характеристик динамічних систем методами теорії стійкості.			
3	Тема 3. Задача про ідентифікацію структури та параметрів системи керування. <i>Самостійна робота:</i> Структурна та параметрична ідентифікація динамічних систем.	2	2	4
4	Тема 4. Задача про гарантоване множинне оцінювання параметрів математичних моделей систем керування. <i>Самостійна робота:</i> Методи побудови множинної оцінки параметрів математичних моделей.	2	2	4
5	Тема 5. Спостережність в лінійних системах. Зв'язок між спостережністю та керованістю. <i>Самостійна робота:</i> Фільтрація в системах керування.	2	2	4
6	Тема 6. Принцип максимуму Понтрягіна для систем з неперервним часом. <i>Самостійна робота:</i> Методи оптимізації нелінійних задач.	2		4
7	Тема 7. Лінійна оптимальна швидкодія.	2	2	4
Контрольна робота 1		1		
Частина 2. Метод динамічного програмування та дослідження динаміки в системах керування.				
8	Тема 8. Основні положення варіаційного числення. Зв'язок між принципом максимуму та класичним варіаційним численням. <i>Самостійна робота:</i> Векторне поле: власне та центральне.	2		4
9	Тема 9. Метод динамічного програмування. Принцип Белмана для систем з дискретним часом. <i>Самостійна робота:</i> Принцип Белмана для систем з неперервним часом.	2	2	4
10	Тема 10. Рівняння Белмана для систем з неперервним часом. Застосування методу динамічного програмування до розв'язування задач з побудови оптимального процесу. <i>Самостійна робота:</i> Ланцюг Маркова.	2	2	4
11	Тема 11. Задача про аналітичне конструювання оптимального регулятора для лінійної системи. <i>Самостійна робота:</i> Стійкість в системах	2	1	4

	керування.			
12	Тема 12. Модальне керування динамічними системами. <i>Самостійна робота:</i> Теорія Ляпунова та її застосування в задачах керування.	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 джерела

Основні:

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. V. Kulian, M. Korobova, O. Yunkova Optimal Stock Portfolio Diversification Under Market Constraints. Системні дослідження та інформаційні технології. -№ 1. – 2020. -с. 90-97.
3. Гаращенко Ф.Г., Кулян В.Р., Юнькова О.О. Про двокритеріальну оптимізацію портфеля акцій. Системні дослідження і інформаційні технології. - №. 3. - 2017. - С. 12-21.
4. Кулян В.Р. Методи оптимального керування в задачах диверсифікації портфеля інвестицій. //Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. С.: кібернетика. - вип. 1(15). - 2015. - с. 18-32.
5. Levine, William S., ed. (1996). The Control Handbook. New York: CRC Press. ISBN 978-0-8493-8570-4.
6. Karl J. Åström; Richard M. Murray (2008). *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers (PDF)*. Princeton University Press. ISBN 978-0-691-13576-2.
7. Goodwin, Graham (2001). Control System Design. Prentice Hall. ISBN 978-0-13-958653-8.

Додаткові:

1. Ross, Isaac (2015). A primer on Pontryagin's principle in optimal control. San Francisco: Collegiate Publishers. ISBN 978-0-9843571-0-9. OCLC 625106088.
2. Luenberger, David G. (1979). "Optimal Control". *Introduction to Dynamic Systems*. New York: John Wiley & Sons. pp. 393–435. ISBN 0-471-02594-1.