

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



## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Методи керування динамічними системами**

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

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2021/2022</b>
Семестр	<b>5</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>3</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит</b>

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

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

**КИЇВ – 2020**

Розробник:

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

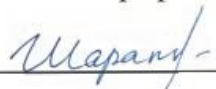
ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри моделювання складних систем

 (Черній Д.І.)

Протокол № 1 від «28» серпня 2020 р.

Схвалено Гарантом освітньо-професійної програми першого рівня вищої освіти

«Системний аналіз»  М.М. Шарапов

«28» серпня 2020 року

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

Протокол від «28» серпня 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії  (Омельчук Л.Л.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«28» серпня 2020 року

**1. Мета дисципліни** – засвоєння основних теоретичних положень керування динамічними системами, 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 «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.
6. Математичний аналіз.

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 – 24 год., практичні заняття – 16 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 «Методи керування динамічними системами» є базовою 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 працювати в команді;
- визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків;
- здатність приймати обґрунтовані рішення;
- здатність математично формулювати задачі оптимального керування;
- здатність аналізувати предметні області, ідентифікувати, класифікувати та формулювати вимоги;
- здатність застосовувати методи оптимального керування складними системами;
- здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

**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			10%

	в командах.			
РН3.2	Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень зі спеціалістами та суспільством загалом	Лекції, практичні заняття, самостійна робота, опрацювання рекомендованої літератури, виконання домашніх завдань		10 %
РН4.1	Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу			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
<b>ПР01.</b> Знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, аналітичну геометрію, лінійну алгебру та векторний аналіз		+	+	+	+	+		+	
<b>ПР04.</b> 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.		+			+		+		+
<b>ПР07.</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

#### 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:
  - набрав не менше ніж 36 балів;
  - виконав і вчасно здав мінімум 2 (дві) самостійні роботи із переліку запропонованих робіт;

### 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 контрольної роботи у визначений викладачем термін.

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

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

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

№ лекції	Назва лекції (теми)	Кількість годин		
		Лекції	Практичн і заняття	Самост. робота
<b>Частина 1. Математичні задачі побудови та якісного аналізу траєкторій в</b>				

<b>системах керування.</b>				
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 оптимального керування. Задача про цілком керованість лінійною системою. <i>Самостійна робота:</i> Дослідження якісних характеристик динамічних систем методами теорії стійкості.	2		4
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.	1	2	4
Контрольна робота 1		1		
<b>Частина 2. Метод динамічного програмування та дослідження динаміки в системах керування.</b>				
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	2	2	4

	неперервним часом. Застосування методу динамічного програмування до розв'язування задач з побудови оптимального процесу. <i>Самостійна робота:</i> Ланцюг Маркова.			
11	Тема 11. Задача про аналітичне конструювання оптимального регулятора для лінійної системи. <i>Самостійна робота:</i> Стійкість в системах керування.	2	2	4
12	Тема 12. Модальне керування динамічними системами. <i>Самостійна робота:</i> Теорія Ляпунова та її застосування в задачах керування.	2	2	4
Контрольна робота 2			1	
ВСЬОГО		24	16	48

Загальний обсяг 90 годин, в тому числі:

Лекцій – 24 год.,

Практичні – 16 год.

Самостійна робота – 48 год.

Консультації – 2 год.

## 9. Рекомендовані джерела

### Основні:

1. Бублик Б.Н., Кириченко Н.Ф. Основы теории управления. – К.: Вища школа, 1975. – 328 с.
2. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1980.- 520 с.
3. Моисеев Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. – М.: Наука, 1975.-538 с.
4. Флеминг У., Ришел Р. Оптимальное управление детерминированными и стохастическими системами. – М.: Мир, 1978.-320 с.
5. Острем К. Введение в стохастическую теорию оптимального управления. – М.: Мир, 1973.-324 с.
6. 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.
7. Атанс М., Фалб П. Оптимальное управление. –М.: Машиностроение, 1968.-764 с.
8. Брайсон А., Хо Ю-ши. Прикладная теория оптимального управления. Оптимизация, оценки, управление. –М.: Мир, 1972.-544 с.
9. Сейдж З.П., Уайт, Ш Ч.С. Оптимальное управление системами. –М.: Радио и связь, 1982.-392 с.

### Додаткові:

10. Кирич Н.Е. Вычислительные методы теории оптимального управления. –Л.: изд. ЛГУ, 1968.-144с.
11. Зубов В.И. Лекции по управлению. – М.: Наука, 1975.-496 с.