

(Ф 03.02 – 110)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»  
Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій  
Кафедра авіоніки та систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Декан

Роман ОДАРЧЕНКО  
2026 р.



Система менеджменту якості

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**навчальної дисципліни**  
**" Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів "**


Освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»  
Галузь знань: 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»  
Спеціальність: 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Форма навчання	Сем.	Усього (год./кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР.З	Л.З	СРС	ДЗ / РГР /К.р	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна:	6, 7	210/7,0	52	-	52	106	ДЗ (2) – 6, 7 сем.	-	Диф.залік 6с Екзамен 7с
Заочна									

Індекс: № РБ-2-174-1/25-2.1.19

КАІ РП 1.22.05 - 01-2026

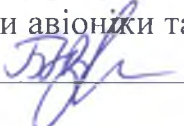
*Степан*  
18.03.26

	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
		Стор. 2 із 17	

Робочу програму навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів" розроблено на основі освітньо-професійної програми «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика», навчального та розрахункового робочого навчального плану № НБ/РБ-2-174-1/25 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив:

доцент кафедри авіоніки та систем управління, к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_

Наталія БІЛАК

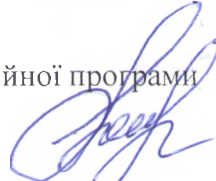
Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика», спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» – кафедри авіоніки та систем управління, протокол № 5 від « 09 » 03 2026 р

Гарант освітньо-професійної програми



Олена АБРАМОВИЧ

Завідувач кафедри



Олена ТАЧИНІНА

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій, протокол № 03 від « 16 » 03 2026 р.

Голова НМРР \_\_\_\_\_




Олександр КРИВОНОСЕНКО

Рівень документа – 3б


Плановий термін між ревізіями – 1 рік

**Контрольний примірник**

 <small>КАІ</small> <small>КАТЕДРА ІНТЕГРАЦІЙНИХ СИСТЕМ</small>	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
		Стор. 3 із 17	

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b>		4
<b>1. Пояснювальна записка</b>		4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни		4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти	навчальна дисципліна	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути	навчальна дисципліна	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки		5
<b>2. Програма навчальної дисципліни</b>		6
2.1. Зміст навчальної дисципліни		6
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля		6
2.3. Тематичний план		10
2.4. Завдання на домашнє завдання		13
2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену		13
<b>3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни</b>		
3.1. Методи навчання		13
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна)		13
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет		14
<b>4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом</b>	<b>знань та вмінь</b>	
		15

	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
		Стор. 4 із 17	

## ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів» розробляється на основі «Методичних рекомендацій до розроблення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», та відповідних нормативних документів.

### 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

#### 1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

**Місце** даної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця: дана навчальна дисципліна є теоретичною основою для набуття студентами певної сукупності знань та вмінь, які формують необхідні професійні якості фахівця в області ефективного управління рухомими об'єктами.

Дисципліна спрямована на формування у студентів обсягу знань та вмінь з вирішення проблем, пов'язаних з побудовою математичних моделей технічних динамічних систем і з подальшим використанням їх для аналізу і синтезу систем, з використанням моделюючих програм і комплексів для дослідження отриманих моделей, на оволодіння методами системного підходу і дослідження явищ у різних областях науки і техніки, у тому числі при управлінні літальними апаратами та рухомими об'єктами.


**Метою** навчальної дисципліни є формування у студентів теоретичних та практичних навичок з моделювання систем та об'єктів керування, є вивчення загальних питань теорії моделювання, методів побудови математичних моделей складних процесів і систем, їх використання для проведення обчислювальних експериментів і рішення оптимізаційних завдань; формування систематизованих знань про основні етапи та методи математичного опису об'єктів й систем керування для моделювання процесів їх функціонування засобами обчислювальних систем.

**Завданнями** навчальної дисципліни є:

- підготовка до самостійного розв'язання математичних задач, пов'язаних з інженерною практикою проектування, розробки та моделювання систем автоматичного управління динамічними об'єктами;
- оволодіння методами системного підходу і дослідження явищ у різних областях науки і техніки, у тому числі при управлінні рухомими об'єктами;
- формування знання про основні етапи побудови математичних моделей технічних об'єктів та процесів керування;
- вивчення способів математичного опису об'єктів і систем управління, які використовуються для комп'ютерного моделювання процесів їх функціонування;
- придбання вміння складати моделюючи алгоритми для імітації процесів функціонування об'єктів і систем управління і досліджувати властивості комп'ютерних моделей;
- придбання навичок використання різних схем реалізації математичного опису об'єктів і систем управління для комп'ютерного моделювання процесів їх функціонування;
- засвоєння студентами основних понять і визначень теорії моделювання, класифікацій моделей та видів моделювання, особливостей застосування різних моделей і математичного моделювання, алгоритмів побудови моделей, основ побудови і дослідження однофакторних та багатфакторних регресійних моделей;
- оволодіти математичним апаратом опису дискретних систем керування та їх елементів за допомогою теорії автоматів та сіток Петрі.

#### 1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна:

**ПРН6.** Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та

	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
		Стор. 5 із 17	

систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

**ПРН13.** Вміти враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень. Вміти використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

**ПРН16.** Вміти складати моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів та здійснювати аналіз процесів, що виникають при керуванні їх рухом.

**ПРН18.** Вміти проводити аналіз функціонування систем автоматичного керування, визначати їх якість із застосуванням інтегральних показників ефективності в перехідному та усталеному режимах при різних типах вхідних дій та збурювальних впливів, використовуючи математичні моделі об'єктів та систем управління, аналітичні методи та методи, орієнтовані на використання прикладних програмних пакетів.

**ПРН20.** Уміння проводити математичне моделювання процесів, що відбуваються під час функціонування пристроїв та систем автоматичного керування з метою покращення їх характеристик.

**ПРН26.** Уміння використовувати методи та технології математичного моделювання під час розробки і проектуванні комп'ютеризованих систем керування та систем автоматизації.

### **1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна:**

**ІК.** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

**ФК1.** Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

**ФК4.** Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

**ФК10.** Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень.

**ФК13.** Здатність використовувати знання та вміння математичного моделювання процесів, що відбуваються під час функціонування пристроїв та систем управління; математичного моделювання інформаційно-обчислювальних систем та бортових систем керування.


**ФК18.** Здатність проводити аналіз динамічних процесів, що виникають при управлінні рухом літального апарату; розуміння основних законів функціонування та керування кутовим положенням та рухом центру мас літального апарату; розуміння впливу його основних аеродинамічних характеристик на стійкість та керованість.

**ФК19.** Здатність аргументувати вибір методів розв'язання спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.

**ФК20.** Здатність до застосування методів та технологій математичного моделювання, що відбуваються у комп'ютеризованих системах керування з метою їх подальшого вдосконалення

### **1.4. Міждисциплінарні зв'язки.**

Навчальна дисципліна «Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів» продовжує дисципліну «Оптимальні системи керування літальними апаратами та рухомими об'єктами». Є базою для вивчення дисципліни «Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів».

	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
	Стор. 6 із 18		

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з трьох навчальних модулів, а саме:

–навчального модуля №1 «Системи та процеси управління як об'єкт математичного моделювання»;

–навчального модуля №2 «Аналіз методів моделювання систем управління складними об'єктами»;

- навчального модуля №3 «Дискретні, дискретно-детерміновані та дискретно-стохастичні математичні моделі систем керування»,

- кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

### 2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля

**Модуль №1. «Системи та процеси управління як об'єкт математичного моделювання».**

**Інтегровані вимоги модуля №1:**

*знати:*

- визначення, основні особливості та різновиди математичних моделей систем;
- існуючу класифікацію моделей і видів моделювання;
- основні положення теорії подібності;
- етапи математичного моделювання, принципи побудови і основні вимоги до математичних моделей систем керування;
- цілі і завдання дослідження математичних моделей систем, загальних схем розробки математичних моделей;
- формалізацію процесу функціонування системи керування;
- форми представлення математичних моделей; методів дослідження моделей систем та процесів;

*вміти:*

- виділяти елементи та складові математичних моделей систем та складати якісні моделі;
- складати математичні моделі неперервних лінійних стаціонарних систем;
- виконувати перехід між різними типами моделей лінійних стаціонарних систем;
- проводити оцінку адекватності результатів обчислювальних експериментів;
- складати математичні моделі електричних систем за їх структурними схемами.

**Тема 1. Загальні відомості про моделювання систем та процесів.**

Організація та структура дисциплінарного курсу. Загальні відомості щодо системи керування (САУ) літальних апаратів та рухомих об'єктів. Сутність моделювання. Моделювання систем як метод наукового пізнання світу.


**Тема 2. Особливості будови систем керування рухомими об'єктами.**

Засоби моделювання систем автоматичного керування об'єктами: загальна структура та модель системи автоматичного керування; складові систем керування та їх особливості; принципи керування станом об'єкту управління; класифікація систем автоматичного керування; поняття функціональної та структурної схем. Класифікація та види математичних моделей. Різновиди задач моделювання

**Тема 3. Особливості та загальні рекомендації до процедури моделювання процесів та систем**

Класифікація задач моделювання. Етапи процесу математичного моделювання. Загальні вимоги та рекомендації щодо побудови математичних моделей динамічних об'єктів та систем. Методи розробки математичних моделей. Основні вимоги до математичної моделі.

**Тема 4. Математичне моделювання технічних систем**

	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
	Стор. 7 із 17		

Методи моделювання технічних систем. Укрупнена методика математичного моделювання систем автоматичного керування. Підходи до побудови моделей технічних систем: традиційний та системний підходи. Використання динамічних моделей для опису технічних систем. Динамічні системи (ДС): основні поняття та особливості, класифікація ДС.

#### **Тема 5. Методика формування математичних моделей динамічних систем**

Методика формування математичних моделей динамічних систем. Прийоми спрощення математичних моделей. Базові етапи математичного моделювання різних систем: формування рівнянь моделі електричних систем. Закони Кірхгофа, Максвелла; формування рівнянь моделі механічних систем. Дослідження та оптимізація динамічних характеристик керованого польоту ЛА за допомогою математичного моделювання. Літальний апарат як об'єкт керування: рульові органи ЛА; завдання САК польотом; інформація, необхідна для функціонування САК; склад та функціональна схема САК ЛА. Розробка аналітичних моделей керованого руху літального апарату (повні та часткові): лінеаризовані диференціальні рівняння поздовжнього та бічного руху літака.

#### **Тема 6. Математичні моделі зовнішніх впливів динамічних систем**

Збурене функціонування динамічних систем: основні види збурень і впливів. Математичні моделі динаміки впливів та їх особливості: детерміновані сигнали та приклади математичної реалізації цих сигналів у системах керування ЛА та РО; випадкові процеси та їх основні ймовірнісні характеристики, приклади математичної реалізації цих сигналів у системах керування ЛА та РО. Прикладні способи та підходи до моделювання випадкових стаціонарних ергодичних зовнішніх впливів ДС. Теорема Вінера-Хінчина.

**Модуль №2. «Аналіз методів моделювання систем управління складними об'єктами».**


#### **Інтегровані вимоги модуля №2:**

##### *знати:*

- особливості методу імітаційного моделювання при моделювання систем та їх елементів;
- основні етапи та особливості задача аналізу якості динамічних систем;
- основні задачі забезпечення якості систем, основні різновиди задач синтезу та особливості їх розв'язку у частотній області;
- існуючі методи і алгоритми оптимальної фільтрації, що придатні для вирішення навігаційних задач, особливості алгоритму процедури методу Вінера-Колмогорова;
- існуючі показники якості (точності) динамічних систем при детермінованих та випадкових впливах;
- методи спрощення математичних моделей; технічні і програмні засоби моделювання;
- основні принципи моделювання керуючого каналу та його елементів;

##### *вміти:*

- розробляти регулятори для управління об'єктами різної фізичної природи;
- аналізувати і підвищувати якість функціонування систем автоматизації і управління;
- виконувати аналіз якості (точності) динамічних систем при випадкових та детермінованих впливах;
- виконувати розрахунок статистичних характеристик на виході лінійних стаціонарних ДС при заданих вхідному (програмному) сигналі та завадах;
- виконувати процедури вінерівської факторизації та сепарації дробово-раціональних функцій;
- обраховувати дисперсійні інтеграли різних порядків при розв'язанні задач аналізу та синтезу динамічних систем;
- вирішувати задачі синтезу оптимального вінерівського фільтру у вимірювальній системі при випадкових впливах.

 КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ АЕРОКОСМІЧНОЇ І АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
	Стор. 8 із 17		

- використовувати математичне моделювання та системи автоматизованого проектування при створенні і вдосконаленні систем автоматизації і управління;

- виконувати етапи кореляційно-регресійного аналізу з метою побудови прогнозних моделей стану систем керування;

- моделювати засобами програми MATLAB основні канали систем управління.

**Тема 1. Задача ідентифікації як одна з базових задач моделювання:** основні поняття, визначення, основні задачі та методи ідентифікації. Задача та методи експериментальної параметричної ідентифікації. Прикладні-експериментальні методи непараметричної ідентифікації: визначення передавальної функції об'єкта керування за часовими та частотними характеристиками об'єкта.

**Тема 2. Основні задачі, що вирішуються бортовими кібернетичними комплексами (БКК).**

Задачі навігації, наведення, орієнтації і стабілізації: їх особливості та засоби реалізації. Класифікація засобів автоматизації літальних апаратів. Проблеми максимізації точності в умовах експлуатаційних збурень САК ЛА, бортових функціональних комплексів ЛА. Особливості процесів створення оптимальних бортових кібернетичних комплексів. Особливості спектральних методів синтезу оптимальних стаціонарних лінійних систем.

**Тема 3. Типовий канал автоматичного керування ЛА: структура, особливості та елементи.**

Узагальнена структурна схема каналу автоматичного управління ЛА. Автоматизоване пілотування при різних варіантах включення пілота в контур управління. Особливості взаємодії пілота з системою автоматичного управління. Математична модель пілот у контурі управління ЛА.

**Тема 4. Імітаційне моделювання технічних систем**


Імітаційне моделювання: особливості, переваги та недоліки. Побудова моделей динамічних об'єктів. Імітація замкнених динамічних систем використанням різних типів регуляторів. Методи підбору параметрів типових регуляторів.

**Тема 5. Задачі забезпечення оптимальності як одна з базових задач моделювання**

Основні задачі забезпечення якості (точності) динамічних систем та особливості їх розв'язку у частотній області. Якість функціонування динамічних систем, показники якості. Векторна-матрична модель динаміки ДС. Принципи оптимального синтезу пристроїв управління систем автоматичного управління. Особливості спектральних методів синтезу оптимальних стаціонарних лінійних систем. Аналіз якості вимірювальних трактів бортових систем літака у частотній області при випадкових впливах: реалізація процедури аналітично та у середовищі Matlab. Прикладні особливості виконання процедур вінерівської факторизації дробово-раціональних функцій та обчислення квадратичних показників якості ДС. Задача оптимізації параметрів системи керування як задача синтезу оптимального регулятора із заданою структурою. Задача синтезу оптимального фільтра Вінера у вимірювальній системі як задача синтезу системи керування у системі з недовільною структурою. Прикладні особливості виконання процедур вінерівської сепарації дробово-раціональних функцій

**Тема 6. Прогнозування особливостей (параметрів, моделей) динаміки рухомих об'єктів як одна з задач моделювання динамічних систем.**

Методи та моделі прогнозування Кореляційно-регресійний аналіз при формуванні прогнозів стану динамічних систем. Часові ряди експериментальних даних при дослідженні систем (процесів). Попередня обробка експериментальних даних для прогнозування. Методи згладжування, екстраполяції часових рядів: метод експоненційного згладжування, розробка та оцінювання прогнозних оцінок

	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
		Стор. 9 із 17	

### Модуль 3. «Дискретні, дискретно-детерміновані та дискретно-стохастичні математичні моделі систем керування».

#### Інтегровані вимоги модуля №3:

##### *знати:*

- основні математичні моделі дискретних систем керування;
- основи дискретної математики для використання теорії автоматів;
- алгоритм синтезу релейно-контактних схем;
- особливості скінченних автоматів та галузі їх застосування;
- різновиди автоматів, що застосовуються в галузі автоматизації та їх особливості;
- формалізацію процесів функціонування дискретних систем за допомогою сіток Петрі;

##### *вміти:*

- виконувати дії з елементами дискретної математики;
- будувати релейно-контактні схеми різного призначення;
- виконувати побудову автоматів Мілі та Мура в задачах автоматизації та встановлювати між ними відповідності;
- проводити моделювання систем та процесів сітками Петрі.

#### **Тема 1. Основи дискретної математики для моделювання дискретних процесів у СК ЛА та РО.**

Основи теорії множин, відношень, графів. Алгебра логіки, алгебра булевих функцій

#### **Тема 2. Основні аспекти застосування теорії автоматів у контексті керування ЛА та РО.**

Гібридні схеми сучасного ЛА, керування режимами польоту. Моделювання логіки роботи автопілотів, систем навігації та керування Логіка бортових алгоритмів. Автоматні моделі керування групою ЛА. Моделювання відмов, безпека, побудова логіки поведінки та дискретного прийняття рішень

#### **Тема 3. Поняття скінченного автомата для моделювання логіки роботи автопілотів** **Методи задання автоматів**

Особливості дискретно-детермінованого підходу на етапі формалізації процесу функціонування систем. Скінченні автомати, ймовірнісні автомати: особливості та види. Способи (методи) задання автоматів: табличний, графічний матричний

**Тема 4. Автоматне відображення, гомоморфізм, ізоморфізм і невідрізнюваність (еквівалентність) автоматів, мінімальний автомат як шляхи спрощення моделей систем керування без втрати функціональності.** Вхідні, вихідні слова, розширена функція виходів, умови автоматності. Ознаки гомоморфізму, ізоморфізму і невідрізнюваності автоматів. Алгоритм мінімізації скінченного автомата

**Тема 5. Дві моделі скінченних автоматів: автомат Мілі та автомат Мура для реалізації логіки перемикавання режимів, діагностики та керування послідовністю дій.**


Сутність, особливості, форми задання, застосування у задачах моделювання руху БПЛА та маневруючих ЛА.

**Тема 6. Аналіз і синтез автоматів-перетворювачів та автоматів-розпізнавачів для перетворення фізичних сигналів у керуючі дії та ідентифікацію станів середовища або об'єкта**

Основні проблеми теорії автоматів.


**Тема 7. Сітки Петрі для моделювання паралельних складних систем та процесів ЛА та РО.**

Рівняння станів та властивості сіток Петрі. Структурний аналіз сіток Петрі. Формалізація процесів функціонування дискретних систем за допомогою сіток Петрі: засоби формалізації, їх різновиди та особливості. Приклади розв'язання задач керування складними об'єктами за допомогою сіток Петрі.


	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
		Стор. 10 із 17	

### 2.3. Тематичний план.


№ п/п	Назва теми (тематичного розподілу)	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	лабор. занят.	СРС	Усього	Лекції	Лабор. Занят.	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Модуль №1 «Системи та процеси управління як об'єкт математичного моделювання»</b>									
<b>6 семестр</b>									
1.1	Загальні відомості про моделювання систем та процесів. Загальні відомості щодо системи керування (САУ) літальних апаратів та рухомих об'єктів.	4	2	-	2				
1.2	Особливості будови систем керування рухомими об'єктами. Класифікація та види математичних моделей. Різновиди задач моделювання Ознайомлення з операційним середовищем Simulink та побудова найпростіших моделей систем керування	7	2	2	3				
1.3	Особливості та загальні рекомендації до процедури моделювання процесів та систем. Етапи процесу математичного моделювання. Загальні вимоги та рекомендації щодо побудови математичних моделей динамічних об'єктів та систем. Аналіз особливостей математичного моделювання на прикладі різних типів моделей електричних систем	8	2	2	4				
1.4	Математичне моделювання технічних систем. Підходи до побудови моделей технічних систем: традиційний та системний підходи. Використання динамічних моделей для опису технічних систем. Моделювання диференціальних рівнянь та передавальних функцій неперервних детермінованих лінійних динамічних систем з зосередженими параметрами	10	2	2 2	4				
1.5	Методика формування математичних моделей динамічних систем. Дослідження та оптимізація динамічних характеристик керованого польоту ЛА за допомогою математичного моделювання. Моделювання неперервних детермінованих лінійних динамічних	14	2 2	2 2	6				

 Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
	Стор. 11 із 17	

	систем у формі простору станів з метою дослідження динамічних властивостей							
1.6	Математичні моделі зовнішніх впливів динамічних систем. Моделі динаміки впливів. Реалізація алгоритмів відтворення та обробки сигналів с заданими характеристиками	14	2 2	2 2	6			
1.7	Модульна контрольна робота № 1	4	2	-	2			
<b>Усього за модулем №1</b>		<b>61</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>27</b>			
<b>Модуль №2 «Аналіз методів моделювання систем управління складними об'єктами»</b>								
2.1	Задача ідентифікації як одна з базових задач моделювання Побудова математичного опису об'єкта управління експериментальним методом: параметрична ідентифікація об'єкта управління	7	2	2	3			
2.2	Основні задачі, що вирішуються бортовими кібернетичними комплексами	3	2	-	1			
2.3	Типовий канал автоматичного керування ЛА. Автоматизоване пілотування при різних варіантах включення пілота в контур управління. Математична модель пілот у контурі управління ЛА.	7	2	2	3			
2.4	Імітаційне моделювання технічних систем. Імітація замкнених динамічних систем використанням різних типів регуляторів. Послідовні коректуючі пристрої управління – параметричний синтез та моделювання роботи регуляторів систем управління	13	2 2	2 2	5			
2.5	Задачі забезпечення оптимальності як одна з базових задач моделювання Дослідження форм та способів представлення регуляторів – П-, І-, Д-, ПІ-, ПД- в контурах управління та способів настроювання параметрів ПІД-регуляторів.	7	2	2	3			
2.6	Аналіз якості вимірювальних трактів бортових систем літака у частотній області при випадкових впливах.	7	2	2	3			
2.7	Задача оптимізації параметрів системи керування як задача синтезу оптимального регулятора із заданою структурою. Задача синтезу оптимального фільтра Вінера у вимірювальній системі як задача синтезу системи керування у системі з недовільною структурою.	7	2	2	3			

 КРАЇНА НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026		
		Стор. 12 із 17			

2.8	Прогнозування особливостей (параметрів, моделей) динаміки рухомих об'єктів як одна з задач моделювання динамічних систем. Кореляційно-регресійний аналіз при формуванні прогнозів стану динамічних систем. Методи згладжування, екстраполяції часових рядів експериментальних даних при дослідженні систем (процесів).	10	2	2 2	4				
2.9	Домашнє завдання 1	8	-	-	8				
2.10	Модульна контрольна робота №2	5	-	2	3				
<b>Усього за модулем №2</b>		<b>74</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>36</b>				
<b>Усього за бсеместр</b>		<b>135</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>63</b>				
<b>Модуль №3 «Дискретні, дискретно-детерміновані та дискретно-стохастичні математичні моделі систем керування»</b>									
		<b>7 семестр</b>				<b>7 семестр</b>			
3.1	Основи дискретної математики для моделювання дискретних процесів у системах керування літальними апаратами та рухомими об'єктами	8	2	2	4				
3.2	Основні аспекти застосування теорії автоматів у контексті керування літальними апаратами та рухомими об'єктами	8	2	2	4				
3.3	Поняття скінченного автомата для моделювання логіки роботи автопілотів. Методи задання автоматів.	8	2	2	4				
3.4	Автоматне відображення, гомоморфізм, ізоморфізм і невідрізнюваність (еквівалентність) автоматів, мінімальний автомат як шляхи спрощення моделей систем керування без втрати функціональності.	8	2	2	4				
3.5	Дві моделі скінчених автоматів: автомат Мілі та автомат Мура для реалізації логіки перемикачів режимів, діагностики та керування послідовністю дій	9	2	2	5				
3.6	Аналіз і синтез автоматів-перетворювачів та автоматів-розпізнавачів для перетворення фізичних сигналів у керуючі дії та ідентифікацію станів середовища або об'єкта	8	2	2	4				
3.7	Сітки Петрі та моделювання систем та процесів. Рівняння станів та властивості сіток Петрі. Структурний аналіз сіток Петрі	9	2	2	5				
3.8	Приклади розв'язання задач керування	5	2	-	3				

 ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНІА АБРАМОВИЧА	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
		Стор. 13 із 17	

	складними об'єктами за допомогою сіток Петрі.								
3.9	Домашнє завдання 2	8	-	-	8				
3.10	Модульна контрольна робота № 3	4	-	2	2				
<b>Усього за модулем №3</b>		<b>75</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>43</b>				
<b>Усього за 7 семестр</b>		<b>75</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>43</b>				
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>210</b>	<b>52</b>	<b>52</b>	<b>106</b>				

#### 2.4. Домашні завдання.

Домашні завдання (ДЗ) з дисципліни виконуються в шостому та сьомому семестрах, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студента з методів математичного моделювання систем та процесів управління.

Мета ДЗ1: закріплення матеріалу щодо прикладного застосування числових методів математичного моделювання, а саме, розв'язання зворотної задачі параметричної ідентифікації математичної моделі розбігу літака Ан-2 по горизонтальній злітно-посадковій смузі в стандартних умовах без збурень проведенням контрольного обчислювального експерименту ітераційними методами.

Мета ДЗ2: закріплення матеріалу щодо формалізації процесів функціонування дискретних систем, в тому числі управляючих з різними типами зв'язків за допомогою мереж (сіток) Петрі.

ДЗ виконуються відповідно до індивідуального варіанту завдань, які отримують студенти від викладача. Час, який відводиться студенту для виконання ДЗ, становить до 8 годин його самостійної роботи. Виконані роботи захищаються у викладача.

#### 2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену.

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену, розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доноситься до відома студентів.

### 3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

#### 3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання: наочні – ілюстрації, спостереження, презентації, практичні – лабораторні роботи в малих групах, усний захист виконаних робіт.

#### 3.2. Рекомендована література

##### Базова література

3.2.1. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К.: НАУ, 2019. – 392 с.


3.2.2. Оптимальні системи керування літальними апаратами та рухомими об'єктами : лабораторний практикум / уклад. О.О. Абрамович, Н.В. Білак, А.М. Кліпа. – К.: НАУ, 2024. – 52с.

3.2.3. Стефан Онисик Моделювання об'єктів керування. – Львів: Львівська політехніка, 2019. – 290 с.

3.2.4. Зайцев Д.А. Математичні моделі дискретних систем: Навч. посібник. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – 40 с..

3.2.5. 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.

3.2.6. Хусайнов Д.Я., Харченко І.І., Шатирко А.В. Введення в моделювання динамічних систем: навч. посіб. – К.: КНУ ім. Т.Шевченка, 2010. – 132 с.

	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
		Стор. 14 із 17	

3.2.7. Філяшкін М.К., Калініченко В.В., Кеменяш Ю.М., Тупіцин М.Ф. Програмне забезпечення моделювання систем цивільної авіації: Навчальний посібник – К.: «Принт-центр», 2017. – 256 с.

3.2.8. Немшилов Ю.О. Моделі систем управління літальними апаратами та методи експериментальних досліджень: Навч. посіб./ Ю.О. Немшилов. - Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.С. Жуковського "ХАІ", 2019. - 160 с.

#### **Допоміжна література**

3.2.9. Моделювання процесів і систем: комп'ютерний практикум: навч. посіб. / уклад.: В.А. Яланецький. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 134 с.

3.2.10. Теоретичні основи автоматики. Практикум: навчальне видання / О. І. Лобода, О. М. Тодоріко, С. В. Дубініна. – Мелітополь: ФОП Однорог Т. В., 2020. – 158 с.

3.2.11. Моделювання об'єктів та систем керування засобами MatLab: навч. посіб. / М. В. Коржик. – Київ : НТУУ "КПІ", 2016. – 174 с.

3.2.12. Швець В.І., Шостачук В.М. Виконавчі механізми, регулювальні органи і пристрої. Житомир: Видавництво ЖДТУ, 2007. 211 с.


3.2.13. Мокін, Б. І. Математичні методи ідентифікації динамічних систем : навчальний посібник / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 260 с.

3.2.14. Боровська Т.М. Моделювання та оптимізація систем автоматичного управління : навч. посіб. для студ. напрямку "Системна інженерія" вищ. навч. закл. / Т. М. Боровська, А. С. Васюра, В. А. Северілов ; Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2009. - 132 с.

3.2.15. Трохимчук Р.М., Нікітченко М.С. Дискретна математика в прикладах та задачах / Р. М. Трохимчук. – Навчальний посібник. – К.: ВПЦ "Київ. ун-т", 2017. – 248 с.

### **3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті**

3.3.1. НМК по даній дисципліні знаходиться в ауд. 5.513.

	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
		Стор. 15 із 18	


#### 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл.4.1. та 4.2

Таблиця 4.2

Вид навчальної роботи	Мах кількість балів		Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навч-ня		Денна форма навч-ня	Заочна форма навч-ня
<b>6 семестр</b>					
Модуль № 1			Модуль № 2		
Види навчальної роботи	бали	бали	Види навчальної роботи	бали	бали
Виконання та захист лабораторних робіт	76 x 5=35		Виконання та захист лабораторних робіт	46 x 7=28	
			Виконання домашнього завдання 1	10	
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	20	-	<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i>	18	-
Виконання модульної контрольної роботи №1	15	-	Виконання модульної контрольної роботи №2	12	-
<b>Усього за модулем №1</b>	50	--	<b>Усього за модулем №2</b>	50	
<b>Усього за модулями №1, №2</b>				<b>100</b>	
<b>Усього за 6 семестр</b>				<b>100</b>	

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
<b>7 семестр</b>		
Модуль №3		
Види навчальної роботи	бали	бали
Виконання та захист лабораторних робіт	56 x 7=35	
Виконання домашнього завдання 2	15	
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №3 студент має набрати не менше</i>	30 балів	
Виконання модульної контрольної роботи №1	30	
<b>Усього за модулем №3</b>	<b>80</b>	
<b>Семестровий екзамен</b>	<b>20</b>	
<b>Усього за 7 семестр</b>	<b>100</b>	

	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
		Стор. 16 із 18	

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (Додаток 3).

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума поточної модульної та контрольної рейтингової оцінок становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (Додаток 2).


4.5. **Екзаменаційна рейтингова** оцінка складається з балів за результатами виконання екзаменаційних завдань, затверджених кафедрою в установленому порядку.

Сума підсумкової семестрової модульної та **екзаменаційної рейтингової** оцінок, у балах становить підсумкову семестрову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

4.6 Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної карти та індивідуального навчального плану студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./Е** тощо.

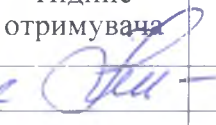
4.7. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни визначається як середньоарифметична оцінка з підсумкових семестрових рейтингових оцінок у балах (з цієї дисципліни – за *шостий та сьомий* семестри) з наступним її переведенням в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.

 Державний авіаційний інститут	Робоча програма навчальної дисципліни "Математичне моделювання систем керування літальних апаратів та рухомих об'єктів"	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 1.22.05 – 01-2026
		Стор. 17 із 17	

(Ф 03.02 – 01)

## АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки
1	3302	18.03.26	Філардо Мекіше		

(Ф 03.02 – 02)

## АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

## АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

## АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

## УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				