

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНЕ НЕКОМЕРЦІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО
 Державний університет «Київський авіаційний інститут»
 Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій
 Кафедра авіоніки та систем управління

ЗАТВЕРДЖЕНО

Декан ФАЕТ

Роман ОДАРЧЕНКО

02

2025 р.



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

" Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів "

Освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»
 Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»
 Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Форма навчання	Семестр	Усього (годин/кредитів ECTS)	Лекції	Практ. заняття	Лабораторні	Самостійна робота	ДЗ / РГР / К	КР / КПр	Форма сем. контролю
Денна:	8	120/4.0	24	-	36	60	(1)ДЗ 8 с		Екзамен 8 с
Заочна	-	-	-	--	-	-	-	--	-

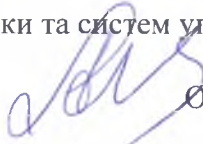
Індекс: НБ - 2 - 151 - 1 / 24 – 2.1.22

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни « Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів »	Шифр документа	СМЯ КАІ РП 22.01..08 – 01-2025
		Стор. 2 із 11	

Робочу програму навчальної дисципліни «Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика», навчальних та робочих навчальних планів НБ-2-151-1/22, РБ-2-151-1/24 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив
доценти кафедри авіоніки та систем управління:

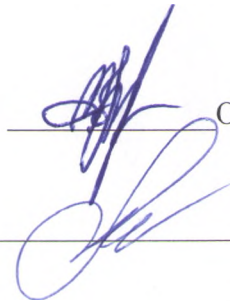
к.т.н., доцент



Олександр КРИВОНОСЕНКО

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика», спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» – кафедри авіоніки та систем управління, протокол № від « » _____ 2025 р

Гарант
освітньо-професійної програми



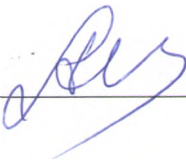
Олена АБРАМОВИЧ

Завідувач кафедри

Олена ТАЧИНІНА

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій. протокол № 2 від «18» _____ 2025 р.

Голова НМРР



Олександр КРИВОНОСЕНКО

Рівень документа – 36

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни « Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів »	Шифр документа	СМЯ КАІ РП 22.01..08 – 01-2025
		Стор. 3 із 11	

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Пояснювальна записка	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.....	4
1.4. Міждисциплінарні зв'язки.....	4
2. Програма навчальної дисципліни	5
2.1. Зміст навчальної дисципліни.....	5
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля.....	5
2.3. Тематичний план.....	7
2.4. Домашнє завдання	7
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	7
3.1. Методи навчання.....	7
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна).....	7
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет.....	9
4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь	9

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни « Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів »	Шифр документа	СМЯ КАІ РП 22.01..08 – 01-2025
		Стор. 4 із 11	

ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 № 249/од, та відповідних нормативних документів.

1. Пояснювальна записка

1.1. Заплановані результати.

Місце даної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця: Дана навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль фахівця в галузі систем управління рухомими об'єктами.

Метою викладання дисципліни є розкриття основних сучасних наукових концепцій, понять, методів та технологій моделювання динамічних процесів управління рухомими об'єктами різної фізичної природи у взаємодії з навколишнім середовищем на основі широкого застосування обчислювальної техніки.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- оволодіння методами та технологіями математичного моделювання динаміки об'єктів різної фізичної природи в термінах структурних схем, передавальних функцій, опису в просторі станів, а також систем автоматичного формування статичних і динамічних характеристик стійкості та керованості;

- оволодіння методикою розрахунку і проектування систем автоматичного управління вихідними координатами динамічних об'єктів;

- набуття практичних навичок користування сучасним математичним забезпеченням для проектування САУ, в тому числі з використанням програми MATLAB SIMULINK.

- оволодіння методами системного підходу і дослідження явищ у різних областях науки і техніки, у тому числі при управлінні літальними апаратами.

Отримані знання дозволяють вирішувати питання проектування, виготовлення, випробування та експлуатації сучасних систем автоматичного управління.

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 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.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни « Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів »	Шифр документа	СМЯ КАІ РП 22.01..08 – 01-2025
		Стор. 5 із 11	

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.

ФК3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

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.

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.

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 «Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів» базується на таких дисциплінах як: «Вища математика», «Фізика», «Комп'ютерні технології та програми», «Спецрозділи математики», «Теорія автоматичного управління», «Теорія систем та системний аналіз», «Оптимальні системи керування літальними апаратами та рухомими об'єктами» і в свою чергу є базою для вивчення таких дисциплін як, «Штучний інтелект в аерокосмічних системах управління», «Функціональна побудова пілотажно-навігаційних комплексів».

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Зміст навчальної дисципліни

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

- навчального модуля №1 «Моделі динаміки літальних апаратів»,
- навчального модуля №2 «Сучасні методи моделювання та оптимізації керування», кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни « Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів »	Шифр документа	СМЯ КАІ РП 22.01..08 – 01-2025
		Стор. 6 із 11	

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 «Моделі динаміки літальних апаратів».

Інтегровані вимоги модуля №1:

Студент повинен знати:

- основи математичного моделювання руху ЛА та рухомих об'єктів
- основні рівняння руху в різних системах координат
- методи врахування аеродинамічних сил та моментів
- особливості зовнішніх збурень та їх вплив на рух

Студент повинен вміти:

- формулювати рівняння руху ЛА та інших об'єктів
- використовувати чисельні методи для розв'язання рівнянь руху
- реалізовувати моделі в MATLAB/Simulink

Тема 1. Вступ до динаміки руху літальних апаратів. Основні поняття та визначення. Класифікація літальних апаратів. Фізичні основи руху. Рівняння руху. Основи аеродинаміки.

Тема 2. Рівняння руху літальних апаратів. Диференціальні рівняння руху. Методи їхнього розв'язання. Спрощені моделі руху. Вплив зовнішніх факторів.

Тема 3. Стабільність та керованість. Поняття статичної та динамічної стабільності. Критерії стабільності. Керованість у поздовжньому та поперечному каналах.

Тема 4. Моделювання аеродинамічних сил та моментів. Аеродинамічні коефіцієнти. Методи розрахунку сил та моментів. Експериментальні та чисельні методи визначення характеристик.

Тема 5. Методи аналізу динаміки польоту. Лінеаризація рівнянь руху. Частотний та часовий аналіз. Передавальні функції. Модальні методи аналізу.

Тема 6. Системи управління польотом. Основні принципи керування. Типи автопілотів. Характеристики систем керування. Адаптивні та робастні методи керування.

Модуль №2: «Сучасні методи моделювання та оптимізації керування»

Інтегровані вимоги:

Студент повинен знати:

- розширені математичні моделі руху ЛА;
- методи нелінійного аналізу динамічних систем;
- алгоритми автоматичного керування;
- принципи побудови цифрових регуляторів.

Студент повинен уміти:

- виконувати нелінійний аналіз моделей;
- використовувати методи оптимізації керування;
- розробляти та тестувати регулятори в MATLAB;
- виконувати моделювання складних збурень.

Тема 1. Основи чисельного моделювання. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь. Методи апроксимації. Програмні засоби для моделювання.

Тема 2. Моделювання впливу зовнішніх факторів. Турбулентність і моделі турбулентності. Вплив вітру. Моделювання збурень. Корекція управління.

Тема 3. Оптимізація траєкторії польоту. Методи оптимізації. Критерії оптимізації. Застосування теорії оптимального керування.

Тема 4. Системи автоматичного керування. Принципи побудови. Структури систем керування. Використання адаптивних алгоритмів.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни « Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів »	Шифр документа	СМЯ КАІ РП 22.01..08 – 01-2025
		Стор. 7 із 11	

Тема 5. Адаптивні та інтелектуальні методи керування. Нейронні мережі. Fuzzy-логіка. Еволюційні алгоритми. Робастні методи керування.

Тема 6. Сучасні тенденції в моделюванні та керуванні. Використання штучного інтелекту. Автономні системи. Перспективи розвитку безпілотних літальних апаратів.

2.3. Тематичний план.

№ п/п	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)								
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання				
		Усього	Лекції	Лаборатор. заняття	СРС	Усього	Лекції	Лаборатор. заняття	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Модуль №1 «Моделі динаміки літальних апаратів»										
		8 семестр				8 семестр				
1.1	Вступ до динаміки руху літальних апаратів.	6	2	2	2					
1.2	Рівняння руху літальних апаратів.	10	2	2 2	4					
1.3	Стабільність та керуваність.	6	2	2	2					
1.4	Моделювання аеродинамічних сил та моментів.	12	2	2 2	6					
1.5	Методи аналізу динаміки польоту.	8	2	2	4					
1.6	Системи управління польотом.	8	2	2	4					
1.7	Модульна контрольна робота №1	6	-	2	4					
Усього за модулем №1		56	12	18	26					
Модуль №2 «Сучасні методи моделювання та оптимізації керування»										
		8 семестр				8 семестр				
2.1	Основи чисельного моделювання.	8	2	2 2	2					
2.2	Моделювання впливу зовнішніх факторів.	10	2	2 2	4					
2.3	Оптимізація траєкторії польоту.	12	2	2 2	6					
2.4	Системи автоматичного керування.	12	2	2 2	6					
2.5	Адаптивні та інтелектуальні методи керування.	4	2	-	2					
2.6	Сучасні тенденції в моделюванні та керуванні.	4	2	-	2					
2.7	Домашнє завдання	8	-	-	8					
2.8	Модульна контрольна робота №2	6	-	2	4					
Усього за модулем №2		64	12	18	34					
Усього за 8 семестр		120	24	36	60					
Усього за навчальною дисципліною		120	24	36	60					

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни « Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів »	Шифр документа	СМЯ КАІ РП 22.01..08 – 01-2025
		Стор. 8 із 11	

2.4 Домашнє завдання

Домашнє завдання виконується на основі навчального матеріалу, винесеного на самостійне опрацювання студентами, і є складовою модулю №2 «Сучасні методи моделювання та оптимізації керування». Конкретна мета домашнього завдання полягає в оволодінні методами розрахунку моделі системи автоматичного управління рухом літака. Оформлення та захист домашнього завдання здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій. Час, потрібний для виконання домашнього завдання – до 8 годин самостійної роботи.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

Для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів застосовуються такі навчальні технології як робота в малих групах, семінари-дискусії, презентації.

3.2. Рекомендована література

Базова література

3.2.1. Bertin, John J., Cummings, Russell M. Aerodynamics for Engineers. 6th edition. Cambridge University Press, 2021. - 820 p.

3.2.2. Тягній В. Г., Ємець В. В. Основи аеродинаміки і динаміки польоту. Частина I. Аерогідрогазодинаміка. Хар-ків : ХНУВС, 2023. – 280 с.

3.2.3. Illia Kryvokhatko, Aerodynamics of Tandem Wing Aircraft. Springer, 2023. – 294 p.

3.2.4. Жерновий Ю.В. Імітаційні моделі надійності: практикум з використання GPSS World / Ю.В. Жерновий. - Житомир : ДП "Житомир-Poligraf", 2020. – 166с.

3.2.5. Калюжний В.Л. Комп'ютерні методи моделювання процесів виготовлення конструкцій літальних апаратів. Конспект лекцій / В. Л. Калюжний // - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 176 с.

Допоміжна література

3.2.6. Основи теорії керування польотом. Розрахунок системи автоматичного керування польотом літака: Методичні рекомендації до виконання курсової роботи / Автори: В.О. Апостолук, П.П. Троянов, М.М. Комнацька – К.: НАУ, 2015. – 36 с.

3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті

3.3.1. НМК по даній дисципліні знаходиться в ауд. 5.502.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни « Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів »	Шифр документа	СМЯ КАІ РП 22.01..08 – 01-2025
		Стор. 9 із 11	

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

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

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Мах кількість балів		Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
8 семестр					
Модуль №1 «Моделі динаміки літальних апаратів»			Модуль №2 «Сучасні методи моделювання та оптимізації керування»		
Вид навчальної роботи	бали	Бали	Вид навчальної роботи	бали	бали
Виконання та захист лабораторних робіт 4бх6	24		Виконання та захист лабораторних робіт 4б х 4	16	
Письмове опитування лекційного матеріалу (тест),	4		Виконання та захист ДЗ	10	
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати</i>	17		<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i>	22	
Виконання модульної контрольної роботи №1	12		Виконання модульної контрольної роботи №2	14	
Усього за модулем №1	40		Усього за модулем №2	40	
Усього за модулями №1, №2				80	
Екзамен				20	
Усього за 8 семестр				100	

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку. (Додаток 1)

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 рейтингових оцінок становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінку 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.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни « Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів »	Шифр документа	СМЯ КАІ РП 22.01..08 – 01-2025
		Стор. 10 із 11	

Сума підсумкової семестрової модульної та **екзаменаційної** рейтингових оцінок, у балах становить підсумкову семестрову рейтингову 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 картки та індивідуального навчального плану студента , наприклад, так: **92/Відм./А, 87/ Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.7. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатка до диплома.

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни « Моделі динаміки літальних апаратів та рухомих об'єктів »	Шифр документа	СМЯ КАІ РП 22.01..08 – 01-2025
		Стор. 11 із 11	

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайо- лення	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	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульо- ваного			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				