

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний авіаційний університет

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра аерокосмічних систем управління



УЗГОДЖЕНО

Декан АКФ

«21» 12

М. Кулик

2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

«25» 12

2023 р.



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

«Робототехнічні системи та комплекси»

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма: «Енергетичний менеджмент»

Форма навчання	Се м.	Усього (год. / кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР.З	Л.З	СРС	ДЗ / РГР / К.р	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна	6	120/4,0	34	–	17	69	–	–	Диф.залік 6 с
Заочна	–	–/–	–	–	–	–	–	–	–

Індекс: НБ-1-141-1/21-3.10

Індекс: –



Система менеджменту якості.
Робоча програма
навчальної дисципліни
«Робототехнічні системи та комплекси»

Шифр
документа

СМЯ НАУ
РП 22.01.08-01-2023

Стор. 2 із 12

Робочу програму навчальної дисципліни «Робототехнічні системи та комплекси» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент», навчальних та робочих навчальних планів №НБ-1-141-1/21, №РБ-1-141-1/23 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив


доцент кафедри аерокосмічних систем управління, к.т.н.:

_____  Ю. Безкоровайний

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні кафедри аерокосмічних систем управління, протокол № 21 від « 11 » 12 2023 р.

Завідувач кафедри _____  Ю. Мельник

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент» - кафедри автоматизації та енергоменеджменту, протокол № 21 від « 11 » 12 2023 р.

Гарант освітньо-професійної програми _____  С. Ільєнко

Завідувач кафедри _____  В. Захарченко.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій, протокол № 8 від « 18 » 12 2023 р.

Голова НМРР _____  О. Кривоносенко

Рівень документа – 3б


Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник



ЗМІСТ

	сторінка
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	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки	5
2. Програма навчальної дисципліни	6
2.1. Зміст навчальної дисципліни	6
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля	6
2.3. Тематичний план	8
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	9
3.1. Методи навчання	9
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна)	9
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет	9
4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь	10

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Робототехнічні системи та комплекси»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.01.08–01–2023
		Стор. 4 із 12	

ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Робототехнічні системи та комплекси» 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. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

Місце: дана навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль фахівця в галузі побудови робототехнічних систем зі спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», ОПП «Енергетичний менеджмент» та «Електротехнічні системи електроспоживання».

Метою навчальної дисципліни є: формування у студентів теоретичних знань про принципи будови робототехнічних систем та комплексів, алгоритмів обробки даних та формування сигналів для виконавчих пристроїв робототехнічних систем та практичних навичок з їх застосування.


Завданнями навчальної дисципліни є:

- освоєння методів створення математичних моделей робототехнічних систем, їх аналізу та застосування для задач розробки цифрових систем керування;
- набуття практичних навичок користування сучасним програмним математичним забезпеченням для вирішення задач розробки алгоритмів та проектування цифрових систем управління робототехнічними системами;
- оволодіння методами системного підходу і дослідження явищ у різних областях науки і техніки.

Отримані знання дозволяють вирішувати питання проектування, виготовлення, випробування та експлуатації сучасних цифрових систем керування робототехнічними системами.

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

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні мати здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Робототехнічні системи та комплекси»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.01.08–01–2023
		Стор. 5 із 12	

Програмні результати:

ПР3. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР8. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.

ІК Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та.

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК11. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК13. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ФК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.


ФК5. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

ФК10. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

1.4. Міждисциплінарні зв'язки.

Дана дисципліна базується на знаннях таких дисциплін, як «Вища математика», «Загальна фізика», «Теорія автоматичного регулювання», загальні та фахові знання у сфері авіації, електротехніки, комп'ютерних технологій.

Знання з дисципліни можуть бути використані у дисциплінах «Надійність та діагностика електрообладнання», «Системи автоматизованого проектування», а також при написанні бакалаврської роботи.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Робототехнічні системи та комплекси»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.01.08–01–2023
		Стор. 6 із 12	

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з 2 навчальних модулів, а саме: – навчального модуля № 1 «Математичні основи робототехнічних систем»; – навчального модуля № 2 «Обчислювальні методи робототехнічних систем», кожен з яких є логічною 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 «Математичні основи робототехнічних систем»

Інтегровані вимоги модуля №1:

Знати:

- будову і особливості конструкцій робототехнічних систем;
- математичний опис кінематики компонентів робототехнічних систем;
- формулювати задачу прямої та зворотної кінематики робототехнічної систем.

Вміти:

- складати кінематичну схему робототехнічної системи для вирішення заданої задачі;
- створювати математичний опис окремих компонентів робототехнічної системи та системи в цілому та вирішувати задачу прямої кінематики;
- за математичним описом прямої кінематики вирішувати задачу зворотної кінематики.

Тема 1. Будова робототехнічних систем.

Історія розвитку робототехнічних систем. Типові конструкції роботів. Рухомі та нерухомі робототехнічні системи.

Тема 2. Гомогенні перетворення.


Математичний опис рухів в просторі. Обертальний рух. Лінійний рух. Складання матриць гомогенних перетворень. Математичний опис виконавчих пристроїв за допомогою матриці гомогенного перетворення.

Тема 3. Задача прямої кінематики.

Постановка задачі прямої кінематики. Ступені вільності робототехнічної системи. Складання векторно-матричного рівняння руху робототехнічної системи.

Тема 4. Задача зворотної кінематики.

Постановка задачі зворотної кінематики. Зв'язок між узагальненими координатами та параметрами робототехнічної системи. Методи та підходи до вирішення задачі зворотної кінематики.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Робототехнічні системи та комплекси»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.01.08–01–2023
		Стор. 7 із 12	

Модуль № 2 «Обчислювальні методи робототехнічних систем»

Інтегровані вимоги модуля №2:

Знати:

- типові різновиди траєкторій рухів виконавчих пристроїв;
- поняття про функціональний простір;
- пошук оптимальної траєкторії руху у функціональному просторі;
- вплив динамічних характеристик компонентів робототехнічної системи на їх рух.

Вміти:

- розраховувати параметри траєкторії руху виконавчого пристрою;
- будувати функціональний простір робототехнічної системи;
- знаходити оптимальну траєкторію рухів виконавчих пристроїв в залежності від показника якості;
- враховувати динаміку виконавчих пристроїв при моделюванні руху робототехнічної системи.

Тема 1. Методи планування траєкторій рухів виконавчого пристрою.

Поняття про траєкторію руху виконавчого пристрою. Найкоротша траєкторія. Траєкторія руху з обмеженнями параметрів. Безривкова траєкторія руху. Кускова траєкторія руху.

Тема 2. Планування траєкторії руху у функціональному просторі.

Поняття про функціональний простір. Зв'язок функціонального простору з фізичним простором. Побудова функціонального простору з використанням кінематичної схеми робототехнічної системи. Вплив колізій та зіткнень на конфігурацію функціонального простору.

Тема 3. Пошук оптимальної траєкторії руху графовими методами.

Поняття про графові методи пошуку оптимальних траєкторій. Хвильовий алгоритм пошуку найкоротшої траєкторії. Алгоритм Дейкстри. Алгоритм A*. Градієнтні методи пошуку шляху.

Тема 4. Динаміка робототехнічних систем.

Вплив динамічних характеристик виконавчих пристроїв на характер руху робототехнічної системи. Врахування динамічних характеристик при плануванні траєкторії руху робототехнічної системи.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Робототехнічні системи та комплекси»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.01.08–01–2023
		Стор. 8 із 12	

2.3. Тематичний план.

№ пор	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	Лаб./прак. заняття	СРС	Усього	Лекції	Лаб./прак. заняття	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Модуль №1 «Математичні основи робототехнічних систем»									
1.1	Будова робототехнічних систем	6 семестр				–			
		12	2	2	8				
1.2	Гомогенні перетворення	14	2	2	8				
1.3	Задача прямої кінематики	14	2	2	8				
1.4	Задача зворотної кінематики	14	2	2	8				
1.5	Модульна контрольна робота №1	4	2		2				
Усього за модулем №1		58	16	8	34				
Модуль №2 «Обчислювальні методи робототехнічних систем»									
2.1	Методи планування траєкторій рухів виконавчого пристрою	6 семестр				–			
		14	2	2	8				
2.2	Планування траєкторії руху у функціональному просторі	14	2	2	8				
2.3	Пошук оптимальної траєкторії руху графовими методами	14	2	2	8				
2.4	Динаміка робототехнічних систем	15	2	2	8				
2.5	Модульна контрольна робота №2	5	2	-	3				
Усього за модулем №2		62	18	9	35				
Усього за навчальною дисципліною		120	34	17	69				

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Робототехнічні системи та комплекси»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.01.08–01–2023
		Стор. 9 із 12	

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, метод проблемного викладання, репродуктивний метод, дослідницький метод.

3.2. Рекомендована література

Базова література

3.2.1. Михайлов Є. П., Лінгур В. М. Навчальний посібник з дисципліни Маніпулятори та промислові роботи. Одеса: ОНПУ, 2019. 233 с.

3.2.2. Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control / Kevin M. Lynch and Frank C. Park, Cambridge University Press, 2017, 624 p.

3.2.3. Robot Modeling and Control / Mark W. Spong, Seth Hutchinson, and M. Vidyasagar, John Wiley & Sons, inc., 2005, 496 p.

Допоміжна література

3.2.4. Робототехнічні системи: проектування і моделювання [Електронний ресурс]: навч. Посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» / М. М. Поліщук, М.М. Ткач; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 41,6 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 112 с.

3.2.5. Springer Handbook of Robotics / Bruno Siciliano, Oussama Khatib (Eds), Springer, 2008, 1612 p.

3.3.6. Проектування промислових роботів та маніпуляторів: навчальний посібник/ С. О. Кошель, Ю. Ковальов, О. П. Манойленко.–Центр навчальної літератури, 2019. –256с.

3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет

3.3.1 <https://robotics.ua/>

3.3.2. <https://lib.nau.edu.ua/>

3.3.3. <https://innotech.ua/uk/conf/robotics>

3.3.4. <https://winthropdc.wordpress.com/robotics-portal/>

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Робототехнічні системи та комплекси»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.01.08–01–2023
		Стор. 10 із 12	

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ

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 навч-ня		Денна форма навч-ня	Заочна форма навч-ня
6 семестр					
Модуль № 1 «Математичні основи робототехнічних систем»			Модуль № 2 «Обчислювальні методи робототехнічних систем»		
Види навчальної роботи	бали	бали	Види навчальної роботи	бали	бали
Лабораторні/практичні/виконання окремих завдань	4x10	–	Лабораторні/практичні/виконання окремих завдань	4x10	–
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	24	–	<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i>	24	–
Виконання модульної контрольної роботи №1	10	–	Виконання модульної контрольної роботи №2	10	–
Усього за модулем №1	50	–	Усього за модулем №2	50	–
Усього за модулями №1, №2				100	100
Усього за дисципліною				100	

Залікова рейтингова оцінка визначається (в балах та за національною шкалою) за результатами виконання всіх видів навчальної роботи протягом семестру.

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.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Робототехнічні системи та комплекси»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.01.08–01–2023
		Стор. 11 із 12	

4.4. Сума поточних модульних контрольних рейтингових оцінок, у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (Додаток 4).

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./E** тощо.

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

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Робототехнічні системи та комплекси»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.01.08–01–2023
		Стор. 12 із 12	

(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

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

(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				