

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



Олена ГАВРИЛЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« 26 » серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ДИСТАНЦІЙНО-КЕРОВАНІ ПРИВОДИ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітня програма: «Інженерія мобільних додатків»

Форма навчання: денна

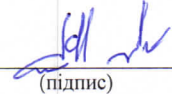
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник:

к.т.н., доцент Немшилов Ю.О., доцент кафедри Систем управління літальних апаратів

«23» серпня 2024 р.



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів

Протокол № 1 від “ 26 ” серпня 2024 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., доцент



(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ

(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 3	Галузь знань: <u>«15 «Автоматизація та приладобудування»</u> Спеціальність <u>151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»</u> Освітня програма «Інженерія мобільних додатків» Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов'язкова дисципліна
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2024-2025
Індивідуальне завдання: не передбачено		Семестр
Загальна кількість годин <i>кількість годин аудиторних занять</i> */ загальна кількість годин 40 / 90		5-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		Лекції*
Семестр 5		16 годин
Аудиторних – 2,5 год.		Практичні, семінарські*
Самост. роботи – 3,1 год.		8 годин
		Лабораторні*
	16 годин	
	Самостійна робота	
	50 годин	
	Вид контролю	
	залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
40 / 50.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – вивчити основні положення, фізичні принципи роботи електроприводів, гідро- та пневмоприводів, їх статичні та динамічні характеристики; особливості використання виконавчих приводів у системах управління та промислової автоматики.

Предметом вивчення дисципліни є теоретичні основи, методи аналізу статичних і динамічних властивостей, принципи будови, особливості технічного виконання і характеристики приводів систем автоматики.

Об'єктом вивчення є алгоритми функціонування і способи управління, структура типових контурів приводів, динамічні властивості і точні характеристики електро-, гідро- та пневмоприводів, а також методи їх технічної реалізації.

Завдання вивчення дисципліни – отримання навичок аналізу характеристик та способів розрахунків приводів систем управління і автоматики, забезпечення дистанційного керування ними, освоєння методів математичного опису приводів різних типів, що використовуються в системах управління різноманітного призначення.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

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

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях

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.

ФК5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації із застосуванням інженерії мобільних додатків на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

ФК11. Здатність врахувати комерційний та економічний контекст при проектуванні систем автоматизації.

Програмні результати навчання

ПРН1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.

ПРН2. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.

ПРН4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації в галузі інженерії мобільних додатків та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

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.

ПРН7. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.

ПРН8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації в галузі інженерії

мобільних додатків та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

Пререквізіти:

Вища математика. Фізика. Електротехніка. Електроніка та основи схемотехніки. Основи моделювання об'єктів автоматизації.

Кореквізіти:

Теорія автоматичного управління. Датчики систем автоматизації.

Постреквізіти:

Теорія автоматичного управління (КП). Проектування систем управління. Кваліфікаційна робота бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль №1 Електроприводи

ВСТУП

Предмет, структура та задачі дисципліни; місце та роль дисципліни у навчальному плані; порядок її вивчення; організаційно-методичне забезпечення.

Тема 1. Загальні поняття про виконавчі механізми і приводи систем управління

Типова структура сервопривода САК. Математичні моделі сервопривода з різними видами зворотних зв'язків. Класифікація каналів автоматичного управління, особливості їх апаратурної реалізації.

Тема 2. Класифікація та устрій авіаційних електричних машин Основні види електричних машин. Устрій, робота та їх особливості.

Принцип дії та устрій двигунів постійного струму (ДПС). Конструкція машин постійного струму. Оборотноість машин постійного струму. Основні співвід-

ношення, що характеризують роботу ДПС. Схеми включення ДПС. Статичні характеристики ДПС.

Тема 3. Асинхронні двигуни в системах управління

Пуск, регулювання швидкості та управління АС. Динамічні характеристики АС. Типова структурна схема електроприводу з АС. Математична модель електроприводу з АС. Виведення передавальної функції електроприводу.

Тема 4. Приводи з електромагнітними муфтами

Принцип дії та устрій двигунів з ЕМФ. Асинхронні та синхронні електричні машини. Конструкція машин змінного струму з ЕМФ. Характеристики двигунів змінного струму, безконтактні двигуни змінного струму з ЕМФ. Спеціальні машини та використання в системах управління.

Модульний контроль.

Змістовний модуль №2 Гідро та пневмоприводи

Тема 5. Гідропривід в системах управління

Типові функціональні схеми гідроприводів. Класифікація гідроприводів. Гідроприводи як виконавчі механізми систем управління. Принцип дії та устрій гідроприводу. Особливості елементів гідроприводу: гідропідсилювач, гідророзподільник, гідроциліндр, електромеханічні перетворювачі, датчики оборотного зв'язку. Основні положення гідродинаміки. Конструкція типового гідроприводу. Характеристики гідроприводу. Математичні моделі та передаточні функції елементів гідроприводу.

Тема 6. Особливості елементів гідроприводу

Типова структура та параметри електрогідроприводу. Математичні моделі та передаточні функції електрогідроприводу. Статичні та динамічні характеристики електрогідроприводів. Основні нелінійності електрогідроприводу. Математична модель нелінійного електрогідроприводу. Розрахунок нелінійного електрогідроприводу.

Тема 7. Гідравлічні розподільники і підсилювачі

Типова структура та параметри розподільників та підсилювачів. Математичні моделі та передаточні функції цих елементів. Статичні та динамічні характеристики. Основні нелінійності електропневмоприводу. Математична модель нелінійного електропневмоприводу з розподільниками та підсилювачами. Розрахунок нелінійних систем.

Тема 8. Особливості промислових приводів для складних умов експлуатації

Математичні моделі та передаточні функції. Статичні та динамічні характеристики. Основні нелінійності. Розрахунок нелінійних систем.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Електроприводи					
Тема 1. Загальні поняття про виконавчі механізми і приводи систем управління	10	2	-	2	6
Тема 2. Класифікація та устрій електричних машин	10	2	-	2	6
Тема 3. Асинхронні двигуни в системах управління	12	2	2	2	6
Тема 4. Приводи з електромагнітними муфтами	10	2	2	2	4
Модульний контроль.	2	-	-	-	2
Разом за змістовним модулем 1	44	8	4	8	24
Модуль 2					
Змістовний модуль 2. Гідро та пневмоприводи					
Тема 5. Гідропривід в системах управління	12	2	2	2	6
Тема 6. Особливості елементів гідроприводу	10	2	-	2	6
Тема 7. Гідравлічні розподільники і	12	2	2	2	6

підсилювачі					
Тема 8. Особливості промислових приводів для складних умов експлуатації	10	2	-	2	6
Модульний контроль.	2	-	-	-	2
Разом за змістовним модулем 2	46	8	4	8	26
Усього за модулями 1-2 (семестр 5)	90	16	8	16	50
Контрольний захід – залік					
Усього годин	90	16	8	16	50

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
	За модулями 1-2 (семестр 5)	
1	Загальні поняття про виконавчі механізми і приводи систем управління. Класифікація та устрій електричних машин	2
2	Асинхронні двигуни в системах управління. Приводи з електромагнітними муфтами	2
3	Гідропривід в системах управління. Особливості елементів гідроприводу	2
4	Гідравлічні розподільники і підсилювачі. Особливості промислових приводів для складних умов експлуатації	2
	Разом	8

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
	За модулями 1-2 (семестр 6)	
1	Тема 1-4. Дослідження статичних та динамічних характеристик електроприводів	8
2	Тема 5-8. Дослідження статичних та динамічних характеристик гідро та пневмоприводів	8
	Разом	16
	Усього	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
1	Тема 1. Загальні поняття про виконавчі механізми і приводи систем управління	6

2	Тема 2. Класифікація електричних машин	6
3	Тема 3. Асинхронні двигуни в системах управління	6
4	Тема 4. Приводи з електромагнітними муфтами	4
5	Тема 5. Гідропривід в системах управління	6
6	Тема 6. Особливості елементів гідроприводу	6
7	Тема 7. Гідравлічні розподільники і підсилювачі	6
8	Тема 8. Особливості промислових приводів для складних умов експлуатації	6
	Модульний контроль	4
	Разом	50

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не заплановано	

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, практичних занять, індивідуальні консультації (за необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді захисту лабораторних робіт, опитування на практичних заняттях відповідно до змістових модулів і тем, фінальний контроль – у вигляді заліку.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти

6 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...2	8	0...16
Виконання і захист лабораторних робіт	0... 6	4	0...24
Виконання і захист практичних робіт	0...4	2	0...8
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Змістовний модуль 2			

Робота на лекціях	0...2	8	0...16
Виконання і захист лабораторних робіт	0...6	4	24
Виконання і захист практичних робіт	0...4	2	0...8
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Усього за семестр			0...100

Білет для заліку складається з теоретичних та практичних запитань.

Наприклад.

Теоретичні питання (максимальна оцінка – 40 балів):

1. Класифікація приводів, особливості їх апаратурної реалізації.
2. Поняття про стійкість та керованість літака при використанні приводів.
3. Математичні моделі гідро привода.

Практичні питання (максимальна оцінка – 30 балів):

1. У середовищі Симулінк зібрати структурну електропривода.
2. У середовищі Симулінк зібрати структурну схему гідро привода.

Стендове (лабораторне) завдання (максимальна оцінка – 30 балів):

1. Виконати дослідження динаміки електропривода.
2. Виконати дослідження динаміки гідропровода.

Під час складання семестрового заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Загальні тактико-технічні вимоги до приводів.

Основи теорії, принципи побудови і функціонування, особливості структурно-схемної реалізації і характеристики складових приводів. Завдання, що вирішуються СУЛА при використанні приводів, і їх вплив на стійкість і керованість літаків.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

Аналізувати закони і алгоритми управління приводами. Досліджувати і аналізувати динамічні і точнісні характеристики приводів в структурі систем уп-

равління самолітами. Використовувати технічну реалізацію законів і алгоритмів функціонування приводів і перспективи їх розвитку.

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60÷74 бали):

Здобувач слабо володіє теоретичним матеріалом, має мінімум знань та умінь, допускає помилки у вирішенні практичних завдань. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та виконав усі модульні завдання, має не впевнені практичні навички роботи з пристроями стосовно дисципліни. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

Добре (75÷89 балів):

Здобувач має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «добре», має практичні навички роботи з пристроями стосовно дисципліни. Правильно розв'язує практичні завдання, його відповіді не є чіткими. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання.

Відмінно (90÷100 балів):

Здобувач твердо знає базові поняття і принципи, що відносяться до дисципліни «Дистанційно-керовані приводи систем автоматизації». Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», має тверді практичні навички роботи з пристроями стосовно дисципліни. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати практичне та лабораторне завдання. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит	Залік
90 – 100	відмінно	зараховано
75 – 89	добре	
60 -74	задовільно	
0 – 59	незадовільно	незараховано

13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни.
2. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт
3. Методичні вказівки до виконання практичних завдань.

Посилання на НМКД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=7329>

14. Рекомендована література

Базова

1. Немшилов Ю.О. Моделі систем управління літальними апаратами та методи експериментальних досліджень [Текст] : Навч. посіб./ Ю.О. Немшилов. - Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", 2019. – 160 с.
2. Лавріненко Ю.М. Основи електропривода: підручник / Ю.М. Лавріненко, П.І. Савченко, О.Ю. Синявський, Д.Г. Войтюк, В.В. Савченко, І.М. Голодний.– К.: Видавництво Ліра-К, 2017. — 524 с.
3. Буренніков, Ю. А. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : навчальний посібник / Ю. А. Буренніков, І. А. Немировський, Л. Г. Козлов. – Вінниця : ВНТУ, 2013. - 273 с.
4. Mechatronic Systems, Sensors, and Actuators: Fundamentals and Modeling, Robert H. Bishop, CRC Press, 2017, 692 p.

Додаткова

1. Кулик А.С. Теорія автоматичного управління. Конспект лекцій.
2. Федоров В.Г. Гідравліка і гідропривод: довідник / В.Г. Федоров, Н.С. Мамелюк, О.І. Кепко, О.С. Пушка; за ред. В.Г.Федорова. Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві», 2017. – 135 с.
3. Aerospace Actuators 3: European Commercial Aircraft and Tiltrotor Aircraft, Jean-Charles Maré, 2018, 194 p.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри: k301.khai.edu