

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

 Сергій ПАСІЧНИК
(підпис) (ініціали та прізвище)

«26» серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ПРИВОДИ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 27 «Транспорт»

Спеціальність: 272 «Авіаційний транспорт»

Освітня програма: «Інтелектуальні транспортні системи»

Форма навчання: денна

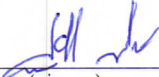
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник:

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

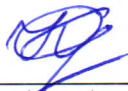
«23» серпня 2024 р.


(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		Галузі знань: 27 «Транспорт» Спеціальності 272 «Авіаційний транспорт» Освітні програми «Інтелектуальні транспортні системи» Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов’язкова дисципліна
Кількість модулів – 4			Навчальний рік
Кількість змістовних модулів –4			2024-2025
Індивідуальне завдання: немає			Семестр
Загальна кількість годин <i>кількість годин аудиторних занять</i> */ загальна кількість годин 40 / 90			5-й
			Лекції*
			16 годин
			Практичні, семінарські*
			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 електро-, гідро- та пневмоприводів, їх статичні та динамічні характеристики; особливості використання виконавчих приводів у системах управління ЛА

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

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

Завдання отримання навичок аналізу характеристик та способів розрахунків приводів систем управління ЛА, забезпечення дистанційного керування ними, освоєння методів математичного опису приводів різних типів, що використовуються в системах управління ЛА

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК7. Здатність працювати автономно.

ЗК9. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК 1. Здатність дотримуватися у професійній діяльності вимог міжнародних та національних нормативно-правових документів в галузі авіаційного транспорту, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту та їх систем.

ФК 2. Здатність аналізувати об'єкти авіаційного транспорту та їх складові, визначати вимоги до їх конструкції, параметрів та характеристик.

ФК 3. Здатність здійснювати експериментальні дослідження та вимірювання параметрів та характеристик об'єктів авіаційного транспорту, їх агрегатів, систем та елементів.

ФК10. Здатність застосовувати методи та засоби технічних вимірювань, технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи при технічному діагностуванні об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

ФК11. Здатність застосовувати сучасні програмні засоби для розробки проектно-конструкторської та технологічної документації зі створення, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

ФК17. Здатність застосовувати знання математики і фізики в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем і приладів авіаційної техніки.

ФК18. Здатність використовувати знання з основ електротехніки, електроніки, схемотехніки при розв'язанні практичних завдань проектування систем і приладів авіаційної техніки.

ФК20. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань аналізу та синтезу систем управління об'єктами авіаційної техніки, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач проектування систем і приладів авіаційної техніки.

Програмні результати навчання

ПРН2. Вільно спілкуватися з професійних питань державною та іноземною мовами усно і письмово.

ПРН3. Застосовувати сучасні інформаційні технології, технічну літературу, бази даних, інші ресурси та сучасні програмні засоби для розв'язання спеціалізованих складних задач авіаційного транспорту.

ПРН8. Застосовувати міжнародні та національні стандарти і практики в професійній діяльності.

ПРН10. Знати основні положення нормативно-правових та законодавчих актів України у сфері авіаційного транспорту, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

ПРН11. Аналізувати побудову і функціонування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем, елементів, фактори, що впливають на їхні характеристики та параметри.

ПРН12. Визначати параметри об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів шляхом проведення вимірального експерименту з оцінкою його результатів.

ПРН19. Здійснювати технічне діагностування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів, використовуючи ефективні засоби, відповідні технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи.

ПРН26. Використовувати професійно-орієнтовані знання з математики, фізики, електротехніки, електроніки, обчислювальної техніки і програмування при проектуванні підсистем і приладів для об'єктів авіаційного транспорту.

ПРН27. Виконувати аналіз і комп'ютерне моделювання підсистем і приладів об'єктів авіаційної техніки, синтез систем управління та вибір технічних засобів їх реалізації, використовуючи професійний математичний апарат та комп'ютерно-інтегровані технології і відповідні програмні середовища.

Пререквізіти:

Вища математика. Фізика. Електротехніка. Електроніка та основи схемотехніки. Технічна механіка (Прикладна механіка та основи конструювання). Літальний апарат як об'єкт управління (4-й семестр).

Кореквізіти:

Теорія автоматичного управління. Літальний апарат як об'єкт управління (5-й семестр).

Постреквізити: Системи управління об'єктами авіаційного транспорту. Теорія автоматичного управління (КП). Основи розробки інтелектуальних транспорт-

них систем. Основи технології виробництва і ремонту повітряних суден. Експлуатація та обслуговування повітряних суден.

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 апаратної 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 співвідношення, що характеризують роботу ДПС. Схеми включення ДПС. Статичні характеристики ДПС.

Тема 3. Асинхронні двигуни в системах управління літальних апаратів

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 літальних апаратів

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 підсилювачима. Розрахунок нелінійних систем.

Тема 8. Особливості реального приводу

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 авіаційних електричних машин	10	2	2	-	6
Тема 3. Асинхронні двигуни в системах управління літальних апаратів	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	8	4	24
Модуль 2					
Змістовний модуль 2. Гідро та пневмоприводи					
Тема 5. Гідропривід в системах управління літальних апаратів	12	2	2	2	6
Тема 6. Особливості елементів гідроприводу	10	2	2	-	6
Тема 7. Гідравлічні розподільники і підсилювачі	12	2	2	2	6
Тема 8. Особливості реального приводу	10	2	2	-	6

Модульний контроль.	2	–	–	–	2
Разом за змістовним модулем 2	46	8	8	4	26
Усього за модулями 1-2 (семестр 5)	90	16	16	8	50
Контрольний захід – залік					
Усього годин	90	16	16	8	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 авіаційних електричних машин	2
2	Асинхронні двигуни в системах управління літальних апаратів. Приводи з електромагнітними муфтами	2
3	Гідропривід в системах управління літальних апаратів. Особливості елементів гідроприводу	2
4	Гідравлічні розподільники і підсилювачі. Особливості реального приводу	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 авіаційних електричних машин	6
3	Тема 3. Асинхронні двигуни в системах управління літальних апаратів	6

4	Тема 4. Приводи з електромагнітними муфтами	4
5	Тема 5. Гідропривід в системах управління літальних апаратів	6
6	Тема 6. Особливості елементів гідроприводу	6
7	Тема 7. Гідравлічні розподільники і підсилювачі	6
8	Тема 8. Особливості реального приводу	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, оцінювання 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

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... 3	8	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...3	8	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 (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 (30-балів):

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

Стендове (лабораторне) завдання (30-балів):

1. Виконати дослідження динаміки електропривода.
2. Виконати дослідження динаміки гідроприводу.

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 характеристики і показники точності приводів в структурі систем управління літаками. 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 «Приводи авіаційних систем». 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 та практичних завдань.
3. Посилання на НМКД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=7329>

14. Рекомендована література

Основна література

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 та довідкова література

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