

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


(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ
(ініціали та прізвище)

«26» 08 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ПРИВОДИ СИСТЕМ АВІОНІКИ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Спеціальність: 173 «Авіоніка»

Освітня програма: «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»

Форма навчання: денна

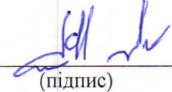
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

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: 17 «Електроніка та телекомунікації» Спеціальності 173 «Авіоніка» Освітні програми «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів», Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Цикл професійної підготовки Обов'язкова
Кількість модулів – 4		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 4		2024-2025
Індивідуальне завдання: розрахунково-графічні роботи		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 6		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 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 систем авіоніки

Об'єктом вивчення є алгоритми функціонування і способи управління, структура типових контурів приводів, динамічні властивості і точнісні характеристики 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)

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК 4. Здатність до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів.

ФК 6. Здатність математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальних апаратів.

ФК 9. Здатність оцінювати технічні і економічні характеристики систем та пристроїв авіоніки.

Програмні результати навчання

ПРН 1 Адаптуватися до змін технологій професійної діяльності, прогнозувати їх вплив на кінцевий результат.

ПРН 2 Автономно отримувати нові знання в своїй предметній та суміжних областях з різних джерел для ефективного розв'язання спеціалізованих задач професійної діяльності.

ПРН 4 Розуміти стан і перспективи розвитку предметної області.

ПРН 5 Організовувати власну професійну діяльність, обирати оптимальні методи та способи розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН 6 Критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у професійній діяльності.

ПРН 11 Розробляти технічні вимоги до систем та пристроїв авіоніки; здійснювати проектування систем та пристроїв авіоніки з урахуванням вимог замовника та нормативно-технічної документації.

ПРН 14 Застосовувати сучасні інформаційні технології для забезпечення функціонування літальних апаратів та наземних комплексів.

ПРН 15 Розробляти математичні моделі літальних апаратів як об'єктів керування.

Пререквізити:

Вища математика. Фізика. Електротехніка. Електроніка та основи схемотехніки. Технічна механіка (Прикладна механіка та основи конструювання). Основи моделювання систем авіоніки (4-й семестр)

Кореквізити:

Теорія автоматичного управління. Основи моделювання систем авіоніки (5-й семестр).

Постреквізити: Системи управління літальними апаратами. Проектування систем управління. Технологія виробництва пристроїв авіоніки. 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 зворотніх 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 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 розподільникаим 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.	2

	Класифікація та устрій авіаційних електричних машин	
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, індиві-

дуальні консультації (за необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді захисту лабораторних робіт, захисту індивідуальних розрахунково-графічних робіт 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 іспиту 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 гідروприводу.

Під час складання семестрового іспиту 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 прист-

роями 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 систем авіоніки». 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