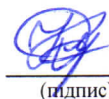


Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра систем управління літальних апаратів (№ 301)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми



Костянтин ДЕРГАЧОВ

(підпис)

(ініціали та прізвище)

« 28 » серпня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'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 2023 рік**

Розробник:

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

«23» серпня 2023 р.



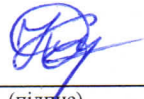
---

(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів

Протокол № 1 від “ 25 ” серпня 2023 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., доцент



---

(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ  
(ім'я та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 3	<p style="text-align: center;"><b>Галузь знань:</b> 17 «Електроніка та телекомунікації»</p> <p style="text-align: center;"><b>Спеціальність</b> 173 «Авіоніка»</p> <p style="text-align: center;"><b>Освітня програма</b> «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»</p> <p style="text-align: center;"><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова дисципліна
Кількість модулів – 4		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 4		2023-2024
Індивідуальне завдання: не передбачене		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин <i>кількість годин аудиторних занять</i> */ загальна кількість годин 40 / 90		5-й
		<b>Лекції*</b>
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		16 годин
		<b>Практичні, семінарські*</b>
Семестр 6		8 годин
Аудиторних – 2,5 год.		<b>Лабораторні*</b>
Самост. роботи – 3,1 год.	16 годин	
	<b>Самостійна робота</b>	
	50 годин	
	<b>Вид контролю</b>	
	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 електрогідро- 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 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)**

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 Організувати 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

### **Кореквізити:**

Теорія автоматичного управління.

Дисципліна підтримує наступні курси: Теорія автоматичного управління (КП). 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 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. Оборотність 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	лаб.	пр.	с. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Електроприводи</b>					
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
<b>Модульний контроль.</b>	2	-	-	-	2
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>44</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>24</b>
<b>Модуль 2</b>					
<b>Змістовний модуль 2. Гідро та пневмоприводи</b>					
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
<b>Модульний контроль.</b>	2	-	-	-	2
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>46</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>26</b>
<b>Усього за модулями 1-2 (семестр 5)</b>	<b>90</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>50</b>
<b>Контрольний захід – залік</b>					
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>50</b>

#### 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.	2

	Приводи з електромагнітними муфтами	
3	Гідропривід в системах управління літальних апаратів. Особливості елементів гідроприводу	2
4	Гідравлічні розподільники і підсилювачі. Особливості реального приводу	2
	<b>Разом</b>	<b>8</b>

### 7. Теми лабораторних занять

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

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
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
	<b>Разом</b>	<b>50</b>

### 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, захисту матеріалів практичних занять відповідно до змістових модулів і тем, фінальний семестровий 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
<b>Змістовний модуль 1</b>			
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
<b>Змістовний модуль 2</b>			
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
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Білет для заліку складається з теоретичних та практичних запитань. Наприклад.

Теоретичні питання (40-балів):

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

Практичні питання (30-балів):

1. У середовищі моделювання зібрати структурну електропривода.
2. У середовищі моделювання зібрати структурну схему гідроприводу.

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 і характеристики 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

### 1. Відмінно (90÷100 балів) виставляється студенту:

1.1 Який 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.

1.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

### 2. Добре (75÷89 балів) виставляється студенту:

2.1 Який 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.

2.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання.

### 3. Задовільно (60÷74 бали) виставляється студенту:

3.1 Який 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.

3.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

## 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.

### 14. Рекомендована література

#### Основна література

1. Немшилов Ю.О. Моделі систем управління літальними апаратами та методи експериментальних досліджень [Текст]: Рос. й укр. мовами. 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 N. 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: Видавничополіграфічний 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](http://k301.khai.edu)