

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Сергій ПАСІЧНИК
(підпис) (ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

«29» серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Приводи авіаційних систем
(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 272 «Авіаційний транспорт»

Освітня програма: «Інтелектуальні транспортні системи»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник:

старший викладач кафедри систем управління літальних апаратів (№ 301)

Ірина БИЧКОВА


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів (№ 301)

Протокол № 1 від 28 серпня 2025 р.

Завідувач кафедри 301 к. т. н., доцент


(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач гр. 361


(підпис)

Олександр ГОРБАЧ

(ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача

	Бичкова Ірина Володимирівна
	посада: старший викладач
	Науковий ступінь: -
	Вчене звання: -
	Перелік дисциплін, які викладає: Інформаційно-вимірювальні пристрої авіоніки. Датчики систем автоматизації. Навігаційні прилади авіаційного транспорту. Приводи систем авіоніки. Дистанційно-керовані приводи систем автоматики. Прилади та авіаційні електронні системи
	Напрями наукових досліджень: Системи раціонального управління об'єктами з невизначеною динамікою. Навігаційні системи із комплексуванням приладів
	ел. пошта: i.bychkova@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	5-й
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	3 кредити ЄКТС/90 годин (40 аудиторних, з яких: лекції – 16, лабораторні – 16; практичні – 8, самостійна робота – 50)
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні заняття, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, захист лабораторних робіт, семестровий контроль: 5-й семестр – залік
Пререквізити	Вища математика. Фізика. Електротехніка. Електроніка та основи схемотехніки. Технічна механіка (Прикладна механіка та основи конструювання). Літальний апарат як об'єкт управління (4-й семестр).

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

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.

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.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми авіоніки та систем керування під час професійної діяльності та у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- 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

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- 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 вимірювального 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.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Електроприводи

Тема 1. Вступ до дисципліни «Приводи авіаційних систем». Загальні поняття про виконавчі механізми і приводи систем управління ЛА.

Стисла анотація.

Предмет, структура та задачі дисципліни; місце та роль дисципліни у навчальному плані; порядок її вивчення; організаційно-методичне забезпечення. Типова структура сервопривода САК. Математичні моделі сервопривода з різними видами зворотніх зв'язків. Класифікація каналів автоматичного управління, особливості їх апаратурної реалізації.

Тема лекції: Предмет і завдання дисципліни «Приводи авіаційних систем». Типова структура сервопривода та його місце у системі управління ЛА.

Самостійна робота здобувача освіти: Опрацювання матеріалу лекції.

Тема 2. Класифікація та устрій авіаційних електричних машин. Основні види електричних машин.

Стисла анотація.

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 лекції: Класифікація та устрій авіаційних електричних машин.

Тема практичного заняття: Загальні поняття про виконавчі механізми і приводи систем управління. Класифікація та устрій авіаційних електричних машин.

Самостійна робота здобувача освіти: Опрацювання матеріалу лекції та практичного заняття.

Тема 3. Асинхронні двигуни в системах управління літальних апаратів

Стисла анотація.

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

Зміст лекцій: Асинхронні двигуни в системах управління літальних апаратів.

Самостійна робота здобувача освіти: Опрацювання матеріалу лекції.

Тема 4. Приводи з електромагнітними муфтами (ЕММ)

Стисла анотація.

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

Тема лекції: Приводи з електромагнітними муфтами (ЕММ).

Тема практичного заняття: Асинхронні двигуни в системах управління літальних апаратів. Особливості приводу з електромагнітними муфтами.

Тема лабораторного заняття: Дослідження статичних та динамічних характеристик електроприводів

Самостійна робота здобувача освіти: Опрацювання матеріалу лекції та практичного заняття. Підготовка до захисту лабораторної роботи.

Модульний контроль. Модульна робота 1.

Самостійна робота здобувача освіти: підготовка до модульного контролю.

Змістовий модуль 2. Гідро- та пневмоприводи

Тема 5. Гідропривід в системах управління літальних апаратів

Стисла анотація.

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 лекції: Принцип дії та устрій гідроприводу, його конструкція та математична модель.

Самостійна робота здобувача освіти: Опрацювання матеріалу лекції.

Тема 6. Особливості елементів гідроприводу

Стисла анотація.

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 лекції: Особливості елементів гідроприводу.

Тема практичного заняття: Гідропривід в системах управління літальних апаратів. Особливості елементів гідроприводу.

Самостійна робота здобувача освіти: Опрацювання матеріалу лекції та практичного заняття.

Тема 7. Гідравлічні розподільники і підсилювачі

Стисла анотація.

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 лекції: Гідравлічні розподільники і гідравлічні підсилювачі.

Самостійна робота здобувача освіти: Опрацювання матеріалу лекції.

Тема 8. Особливості промислових моделей приводу

Стисла анотація.

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

Теми лекції: Особливості промислових моделей приводу.

Тема практичного заняття: Гідравлічні розподільники і підсилювачі. Особливості реального приводу.

Тема лабораторного заняття: Дослідження статичних та динамічних характеристик гідро- та пневмоприводів.

Самостійна робота здобувача освіти: Опрацювання матеріалу лекції та практичного заняття. Підготовка до захисту лабораторної роботи.

Модульний контроль. Модульна робота 2.

Самостійна робота здобувача освіти: підготовка до модульного контролю.

5. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання не передбачене навчальним планом.

6. Методи навчання

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

7. Методи контролю

Поточний контроль – відповідно до змістових модулів і тем у вигляді письмового тестування; усного опитування, захист лабораторних робіт.

Підсумковий (семестровий) контроль – у вигляді заліку.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

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	

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з одного теоретичного питання (40 балів), одного практичного розрахункового завдання (30 балів) та одного лабораторного завдання, пов'язаного із отриманням характеристик приводів (30 балів).

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

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 керування 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.

Задовільно (60-74 бали):

Здобувач слабо володіє теоретичним матеріалом, має мінімум знань та умінь, допускає помилки у вирішенні практичних завдань. Захистив всі лабораторні завдання, виконав усі модульні завдання, має не впевнені практичні навички. 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 практичні навички моделювання процесів. Правильно будує діаграми, 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, 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.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних

норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброочесності. Виявлення ознак академічної недоброочесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Приводи авіаційних систем».
2. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт та практичних завдань.

3. НМКД в електронному вигляді розміщене на сервері каф. 301.

Посилання на НМКД дисципліни у системі дистанційного навчання
Ментор: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=7329>

11. 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.

Допоміжна

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.

12. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри 301 www.k301.khai.edu