

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) (ім'я та прізвище)

« 25 » серпня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

(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 2023 рік

Розробник:

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

«23» серпня 2023 р.

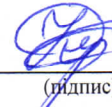


(підпис)

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 – 3,5	Галузь знань: 27 «Транспорт» Спеціальність 272 «Авіаційний транспорт» Освітня програма «Інтелектуальні транспортні системи» Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов'язкова дисципліна	
Кількість модулів – 2		Навчальний рік	
Кількість змістовних модулів – 2		2023-2024	
Індивідуальне завдання: розрахункова робота		Семестр	
Загальна кількість годин <i>кількість годин аудиторних занять</i> */ загальна кількість годин 48 / 105		7-й	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		Лекції*	
Семестр 7		16 годин	
Аудиторних – 3 год.		Практичні, семінарські*	
Самост. роботи – 3,5 год.		–	
		Лабораторні*	
	32 години		
	Самостійна робота		
	57 години		
	Вид контролю		
	іспит		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

48 / 57.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – формування у здобувачів знань і умінь, необхідних для розробки систем управління літальними апаратами.

Предметом вивчення дисципліни є теоретичні основи, методи аналізу статичних і динамічних властивостей, принципи будови, особливості технічного виконання і характеристики систем управління літальними апаратами (ЛА).

Об'єктом вивчення є алгоритми функціонування і способи управління, структура типових контурів управління, динамічні властивості і характеристики точності систем управління літаками, а також методи їх технічної реалізації.

Завдання:

надання здобувачам знань про теоретичні основи, принципи будови, особливості технічного виконання та характеристики систем управління літаками; закони та способи керування, алгоритми функціонування, типові структури та динамічні властивості і характеристики точності систем управління рухомими об'єктами, а також про методи їх технічної реалізації.

Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК4. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК7. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК10. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань).

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

- ФК1. Вміння використовувати базові знання основних національних, європейських та міжнародних нормативно-правових актів в галузі систем аеронавігаційного обслуговування авіаційного транспорту метою постійного вдосконалення своєї професійної діяльності.
- ФК2. Вміння використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності, аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих завдань з аналізу та синтезу систем авіаційного транспорту.
- ФК3. Здатність реалізовувати та використовувати апаратні та програмно-алгоритмічні засоби щодо збільшення точності та надійності систем управління та інших якостей ЛА.
- ФК4. Здатність аналізувати технічні завдання на проектування і виготовлення систем управління літальних апаратів та засобів технологічного оснащення, вибрати обладнання й технологічне оснащення.
- ФК5. Вміння аналізувати системи аеронавігаційного обслуговування авіаційно-

го транспорту та автоматичного управління літальних апаратів, виділяти підсистеми, що є складовими загальної системи та взаємозв'язки поміж ними.

ФК6. Вміння визначати склад випробувального обладнання необхідного для проведення експериментів по визначенню характеристик і параметрів систем управління літальних апаратів.

ФК7. Вміння впроваджувати досягнення вітчизняної та закордонної науки та техніки, використовувати інноваційний досвід у галузі авіоніки і управління авіаційним транспортом.

ФК8. Вміння оцінювати техніко-економічну ефективність проектування систем аеронавігаційного обслуговування та управління літальних апаратів.

Програмні результати навчання

ПРН1. Використовувати різні форми представлення систем аеронавігаційного обслуговування авіаційного транспорту та описувати їх різними методами (вербально, графічно, формально), аналізувати ситуації, що можуть виникати, під час їх функціонування.

ПРН3. Використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності, аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих завдань з аналізу та синтезу систем аеронавігаційного обслуговування.

ПРН4. Застосовувати сучасні технології автоматизації проектування та конструювання інформаційно – управляючих систем у галузі авіаційного транспорту, вміти створювати апаратно-програмні засоби стосовно збільшення точності, надійності функціонування систем управління та інших якостей ЛА.

ПРН5. Аналізувати технічні завдання на проектування систем аеронавігаційного обслуговування та управління літальних апаратів та засобів технологічного оснащення, вибирати обладнання й технологічне оснащення.

ПРН6. Аналізувати та створювати архітектуру систем автоматичного управління літальних апаратів, виділяти підсистеми та об'єкти, що є складовими системи, та взаємозв'язки поміж ними.

ПРН7. Визначати структуру і параметри випробувального обладнання для проведення експериментів по визначенню характеристик приладів та систем управління літальних апаратів, параметрів їх вузлів та виробів.

ПРН8. Оцінювати техніко-економічну ефективність проектування систем навігації та управління літальних апаратів.

ПРН10. Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології в галузі систем аеронавігаційного обслуговування.

ПРН11. Розробляти закони автоматичного управління рухом ЛА, складати диференціальні рівняння їх руху, розв'язувати задачі траєкторних вимірювань.

Результати навчання:

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- загальні тактико-технічні вимоги до систем управління ЛА (СУ ЛА);
- основи теорії, принципи побудови і функціонування, особливості структурно-схемної реалізації і характеристики складових частин СУЛА;
- завдання, що вирішуються СУЛА, і їх вплив на стійкість і керованість літаків.

вміти:

- аналізувати закони і алгоритми управління літаками;
- досліджувати і аналізувати динамічні властивості і характеристики точності систем управління літаками.

мати уявлення:

- про технічну реалізацію законів і алгоритмів функціонування систем управління
- про сучасну теорію систем управління літальними апаратами і перспективи їх розвитку.

Пререквізита:

Вища математика. Фізика. Електроніка і основи схемотехніки. Основи моделювання авіаційних транспортних систем. Основи навігації. Теорія автоматичного управління. Приводи систем авіоніки. Математичні основи цифрових систем.

Кореквізита: Проектування систем управління. Мікроконтролери в системах управління. Алгоритми цифрових систем управління.

Дисципліна забезпечує виконання Кваліфікаційної роботи бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Семестр 7

Змістовний модуль №3

РОЗДІЛ III. АВТОПІЛОТИ ТА КОНТУРИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Тема 8. Автопілот.

Загальні відомості про принципи побудови, закони управління і реалізації автопілотів. Аналіз основних типів сучасних автопілотів, приклади їх побудови і функціонування.

Тема 9. Автопілоти Сперрі та Гендерсона.

Принципи побудови, реалізація та дія автопілотів.

Тема 10. Автоматичне та директорне керування рухом центра мас літака .

Визначення. Траєкторний контур. Вирішення навігаційних завдань. Керування швидкістю польоту та активного управління літака в цілому.

Тема 11. Контури автоматичного керування швидкістю польоту

Вимоги та режими польоту для забезпечення кращого аеродинамічного обтікання та роботи двигунів.

Модульний контроль.

Змістовний модуль №4

РОЗДІЛ IV. БЕЗПЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ

Тема 12. Авіоніка.

Визначення. Склад, призначення і короткі характеристики основних вузлів і елементів авіоніки сучасного літака.

Тема 13. Пілотажний навігаційний комплекс.(ПНК)

Визначення. Склад, призначення і короткі характеристики основних вузлів і елементів ПНК.

Тема 14. Історія розвитку безпілотних літальних апаратів (БПЛА)

Основні історичні події і розробники БПЛА.

Тема 15. Мікросистемна авіоніка.

Аналіз сучасного стану, характеристики і перспективи розвитку мікросистемної авіоніки

Тема 16. Бортові системи БПЛА.

Визначення, склад і призначення окремих елементів. Комплексування системи. Взаємозв'язок і спільне функціонування складових бортових систем.

Тема 17. Стійкість і керованість БПЛА.

Аналіз основних чинників, що впливають на стійкість і керованість. Методи підвищення стійкості і керованості.

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 3 (Семестр 7)					
Змістовий модуль 3. Авіоніка та автопілоти					
Тема 8. Автопілот.	24	2	-	16	6
Тема 9. Автопілоти Сперрі та Гендерсона.	6	2	-	-	4
Тема 10. Автоматичне та директорне керування рухом центра мас літака	6	2	-	-	4
Тема 11. Контури автоматичного керування швидкістю польота	6	2	-	-	4
Модульний контроль.	2	-	-	-	2
Разом за змістовим модулем 3	44	8	-	16	20
Модуль 4 (Семестр 7)					
Змістовий модуль 4. Безпілотні літальні апарати					
Тема 12,13 Авіоніка. Пілотажний навігаційний комплекс.(ПНК)	8	2	-	-	6
Тема 14. Історія розвитку безпілотних літальних апаратів (БПЛА)	4	2	-	-	2
Тема 15,16. Мікросистемна авіоніка. . Бортові системи БПЛА.	8	2	-	-	6
Тема 17. Стійкість і керованість БПЛА.	24	2	-	16	6
Виконання РР	10				10
Модульний контроль.	3	-	-	-	3
Разом за змістовим модулем 4	61	8	-	16	27
Усього за модулями 3,4 (семестр 7)	105	16	-	32	57
Контрольний захід – семестровий іспит					

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Не передбачено	

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
	За модулями 3-4 (семестр 7)	
8	Дослідження подовжнього короткоперіодичного руху літака при використанні стенду Т-10	6
9	Дослідження бічного руху літака при використанні стенду Т-10	4
10	Моделювання лінійної моделі літака і дослідження характеристик автопілота для подовжнього і бічного руху об'єкту "безхвістка"	6
11	Моделювання лінійної моделі літака і дослідження характеристик автопілота для подовжнього короткоперіодичного руху	6
12	Моделювання лінійної моделі літака і дослідження характеристик автопілота для руху по крену (координований розворот)	4
13	Моделювання лінійної моделі літака і дослідження характеристик автопілота для руху по курсу (плоский розворот)	6
	Разом (Семестр 7)	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
1	Автопілот (Тема 8)	4
2	Автопілоти Сперрі та Гендерсона (Тема 9)	4
3	Автоматичне та директорне керування рухом центра мас літака (Тема 10)	4
4	Контури автоматичного керування швидкістю польота (Тема 11)	4
5	Авіоніка. Пілотажний навігаційний комплекс (Тема 12,13)	8
6	Історія розвитку безпілотних літальних апаратів (БПЛА) (Тема 14)	2
7	Мікросистемна авіоніка. Бортові системи БПЛА. (Тема 15,16)	8
8	Стійкість і керованість БПЛА. (Тема 17)	6
9	Виконання розрахункової роботи	10
10	Модульний контроль (за модулями 3-4)	5
	Разом	128

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Виконання розрахункової роботи у семестрі 7	10

10. Методи навчання

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

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді захисту лабораторних робіт, захисту індивідуальної розрахункової роботи відповідно до змістових модулів і тем, фінальний (семестровий) контроль – у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти

7 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	3	0...30
Виконання і захист практичних робіт	-	-	-
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Змістовний модуль 4			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	4	0...40
Виконання і захист практичних робіт	-	-	-
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Виконання та захист РР	0...18	1	0...18
Усього за семестр			0...100

Білет для іспиту складається з теоретичних та практичних запитань.

Наприклад.

Теоретичні питання (40-балів):

1. Класифікація каналів автоматичного управління, особливості їх апаратної реалізації.

2. Поняття про стійкість та керованість літака.

3. Математичні моделі просторового руху літака.

Практичні питання (30-балів):

1. У середовищі моделювання зібрати структурну схему подовжнього руху ЛА.

2. У середовищі моделювання зібрати структурну схему руху ЛА по крену.

3. У середовищі моделювання зібрати структурну схему руху ЛА по ривчанню.

Стендове (лабораторне) завдання (30-балів):

1. Виконати дослідження динаміки подовжнього руху літака при ступінчастому відхиленні керма висоти.

2. Виконати дослідження впливу демпфера тангажа на характеристики подовжньої стійкості і керованості літака.

3. Виконати дослідження впливу автомата подовжньої стійкості на характеристики подовжньої стійкості і керованості літака.

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 систем управління ЛА (СУ ЛА). Основи теорії, принципи побудови і функціонування, особливості структурно-схемної реалізації і характеристики складових частин СУЛА. Завдання, що вирішуються СУЛА, і їх вплив на стійкість і керованість літаків.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

Аналізувати закони і алгоритми управління літаками. Досліджувати і аналізувати динамічні властивості і характеристики точності систем управління літаками. Використовувати технічну реалізацію законів і алгоритмів функціонування систем управління сучасну теорію систем управління літальними апаратами і перспективи їх розвитку.

12.3. Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

1. Відмінно (90÷100 балів) виставляється здобувачеві:

1.1 Який твердо знає: базові поняття і принципи, що відносяться до дисципліни «Системи управління літальними апаратами». 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 здобувачеві:

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 здобувачеві:

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 «Системи управління літальними апаратами».
2. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт в семестрі 7.

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. Харченко В.П. Авіоніка: Навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. - К.: НАУ, 2013.-272 с.
3. Irian Hopkins, Resources for the teaching of discrete mathematics, American Mathematical Association, 2008
4. John Dwyer & Suzy Jagger, Discrete Mathematics for Business & Computing, 1st Edition. 2010 ISBN 978-1907934001.
5. Dynamics and Control of Electrical Drives, Wach Piotr, 2011, 454 p.
6. Aerospace Actuators 3: European Commercial Aircraft and Tiltrotor Aircraft, Jean Charles Maré, 2018, 194 p.
7. Arun k. Ghosh Introduction To Control Systems
8. Peter Fritzon Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems

Додаткова та довідкова література

1. Шен, К.; Юе, К.; Го, Ч.Х.; Ванг, Д. Проектування активної відмовостійкої системи керування для маневрів положення космічного корабля з насиченням приводу та несправностями. Пром Електрон. 2019, 66, 3763–3772.
2. З. Пінг, Т. Ван, Ю. Хуан, Х. Ван, Дж.-Г. Лу та Ю. Лі. Внутрішня модель управління сервосистемою позиціонування PMSM: теорія та експериментальні результати. Транзакції IEEE з промислової інформатики, т. 16, вип. 4, стор. 2202–2211, квітень 2020 р.
3. Ф. Доносо, А. Мора, Р. Карденас, А. Ангуло, Д. Саес, М. Рівера. Оптимізація ефективності системи управління за допомогою модифікований алгоритму. Транзакції IEEE щодо електрифікації транспорту, стор. 1098–1103, 2020 р.

4. А. Кисельов, Г. Катіожно, А. Кузнєцов. Виявлення несправностей на основі сигналу та метод керування допуском датчика струму для PMSM Драйв. IEEE Trans. Пром Електрон. 2018, 65, 9646–9657.

5. Ван, Г.; Хао, Х.; Чжао, Н.; Чжан, Г.; Сюй, Д. Стратегія відмовостійкого управління датчиком струму для приводів PMSM без кодувальника. IEEE Трансп. Електрифікація. 2020, 6, 679–689.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри 301: k301.khai.edu