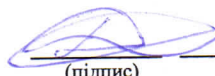


Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра систем управління літальних апаратів (№ 301)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова НМК-2



(підпис)

**Д.М. Крицкий**

(ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Спеціальність: 173 «Авіоніка»

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

Галузь знань 27 «Транспорт»

Спеціальність: 272 «Авіаційний транспорт»,

Освітня програма: «Інтелектуальні транспортні системи»

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітні програми: «Інженерія мобільних додатків», «Комп'ютерні системи технічного зору»

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**


**Харків 2021 рік**



Розробник:

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

«27» серпня 2021 р.


---

(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів

Протокол № 1 від “ 27 ” серпня 2021 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., доцент

---

(підпис)

К. Ю. 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 – 10	<p style="text-align: center;"><b>Галузі знань:</b> 17 «Електроніка та телекомунікації», 27 «Транспорт», 15 «Автоматизація та приладобудування»</p> <p style="text-align: center;"><b>Спеціальності</b> 173 «Авіоніка», 272 «Авіаційний транспорт», 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»</p> <p style="text-align: center;"><b>Освітні програми</b> «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів», «Інтелектуальні транспортні системи», «Інженерія мобільних додатків», «Комп'ютерні системи технічного зору»</p> <p style="text-align: center;"><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	Цикл професійної підготовки Обов'язкова	
Кількість модулів – 4		<b>Навчальний рік</b>	
Кількість змістовних модулів – 4		2021-2022	2021-2022
Індивідуальне завдання: розрахунково-графічні роботи		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин кількість годин аудиторних занять* / загальна кількість годин 144 / 300		6-й	7-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		<b>Лекції*</b>	
<b>Семестр 6</b>		32 години	32 годин
Аудиторних – 4 год.		<b>Практичні, семінарські*</b>	
Самост. роботи – 4,4 год.		–	16 годин
<b>Семестр 7</b>		<b>Лабораторні*</b>	
Аудиторних – 5 год.	32 години	32 години	
Самост. роботи – 5.3 год.	<b>Самостійна робота</b>		
	71 година	85 години	
	<b>Вид контролю</b>		
	іспит	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

144 / 156.

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

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення** – надання студентам 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 точнісні характеристики систем управління літаками, а також про методи їх технічної реалізації.

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

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

### **Завдання:**

- закони та алгоритми, що вирішуються системами управління літаками, і їх типової структури;
- теоретичні основи формування законів управління літаками на різних етапах польоту;
- типові структурні схеми систем управління літаками;
- динамічні і точнісні характеристики контурів управління літаками.

### **Загальні компетентності (ЗК)**

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- 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 авіоніки з метою постійного вдосконалювання 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 авіоніки.

ФК3. Здатність реалізовувати та використовувати апаратні та програмно-алгоритмічні засоби щодо збільшення точності та надійності систем управління та інших якостей ЛА.

ФК4. Здатність розробляти технічні завдання на проектування і виготовлення систем управління літальних апаратів та засобів технологічного оснащення, вибирати обладнання й технологічне оснащення.

ФК6. Вміння аналізувати системи авіоніки, формувати архітектуру систем навігації та автоматичного управління літальних апаратів, виділяти підсистеми, що є складовими загальної системи та взаємозв'язки поміж ними.

ФК7. Вміння визначати склад випробувального обладнання необхідного для проведення експериментів по визначенню характеристик і параметрів систем управління літальних апаратів.

ФК8. Вміння готувати заявки на винаходи.

ФК9. Вміння впроваджувати досягнення вітчизняної та закордонної науки та техніки, використовувати інноваційний досвід у галузі авіоніки.

ФК10. Вміння оцінювати техніко-економічну ефективність проектування систем управління літальних апаратів.

## **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 і точнісні характеристики систем управління само-літамі.

### ***мати уявлення:***

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

## **Програмні результати навчання**

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

ПРН2. Використовувати базові знання основних національних, європейських та міжнародних нормативно-правових актів у галузі авіоніки з метою постійного вдосконалювання своєї професійної діяльності.

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

ПРН4. Застосовувати сучасні технології автоматизації проектування та конструювання інформаційно-управляючих систем у галузі авіоніки, вміти створюва-

ти апаратно-програмні засоби стосовно збільшення точності, надійності функціонування систем управління та інших якостей ЛА.

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

ПРН7. Аналізувати та створювати архітектуру систем автоматичного управління літальних апаратів, виділяти підсистеми та об'єкти, що є складовими системи, та взаємозв'язки між ними.

ПРН8. Визначати структуру і параметри випробувального обладнання для проведення експериментів по визначенню характеристик приладів та систем управління літальних апаратів, параметрів їх вузлів та виробів.

ПРН9. Готувати заявки на винаходи.

ПРН10. Оцінювати техніко-економічну ефективність проектування систем навігації та управління літальних апаратів.

ПРН12. Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології в галузі авіоніки.

ПРН13. Розробляти закони автоматичного управління рухом ЛА, складати диференціальні рівняння їх руху, розв'язувати задачі траєкторних вимірювань.

### **Пререквізита:**

Теорія автоматичного управління: структура системи управління, типові закони управління, принципи експериментального отримання часових та частотних характеристик елементів та систем управління.

### **Кореквізита:**

Інформаційно-вимірювальні пристрої: прилади для вимірювання фізичних величин в авіаційній техніці, типові інтерфейси датчиків, структури перетворювачів сигналів.

Електроніка і основи схемотехніки: основи цифрової схемотехніки, принципи розрахунку комбінаційних схем та схем із пам'яттю.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### *Змістовний модуль №1*

#### **ВСТУП**

Предмет, структура та задачі дисципліни; місце та роль дисципліни у навчальному плані; порядок її вивчення; організаційно – методичне забезпечення. Задачі, що вирішуються системами управління літаками. Види автоматизації пілотування літака. Типова структура СУ літака, зв'язок САК з зовнішніми системами.

#### **РОЗДІЛ I. СИСТЕМИ ПОЛІПШЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА КЕРОВАНОСТІ ЛІТАКА**

##### ***Тема 1. Загальні поняття про закони керування літаками та способи їх реалізації***

Основні види СУ польотом літака. Поняття про закони керування та передаточні функції САК. Типова структура сервопривода САК. Математичні моделі сервопривода з різними видами зворотніх зв'язків. Класифікація каналів автоматичного управління, особливості їх апаратурної реалізації

##### ***Тема 2. Літак як об'єкт управління***

Поняття про стійкість та керованість літака. Основні системи координат у динаміці польоту. Математичні моделі просторового руху літака.

Математичні моделі поздовжнього руху літака. Показники поздовжньої керованості. Вимоги до пілотажних характеристик літака у поздовжньому русі.

Математичні моделі бокового руху літака. Передумови розділення повного бокового руху літака на ізольовані види руху. Моделі ізольованих видів бокового руху літака. Показники бокової керованості літака.

##### ***Тема 3. Системи поліпшення динамічних властивостей контурів штурвального управління***

Демпфери тангажу. Автомати поздовжньої стійкості. Автомати поздовжнього керування.

Корекція передаточних чисел систем керування. Автоматична корекція статичних характеристик поздовжньої керованості.



Демпфери крену та рискання, автомати флюгерної стійкості. Автомати поліпшення керованості по крену. Автомати перехресного зв'язку.

**Модульний контроль.**

### *Змістовний модуль №2*

## **РОЗДІЛ II. СИСТЕМИ КУТОВОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ТРАЕКТОРІЄЮ РУХУ ЛІТАКА**

### ***Тема 4. Активні системи управління польотом літака***

Поняття про активні системи управління польотом. Задачі, що вирішуються активними системами управління польотом. Типова структура активної СУЛ. Керування нестійким літаком. Системи обмеження граничних режимів польоту.

### ***Тема 5. Автоматичне управління кутом тангажу***

Типові режими роботи автопілотів. Закони керування, реалізовані у СУЛ. Типова структура та закони керування автопілотів тангажу.

Динамічні та точнісні характеристики автопілотів тангажу. Типова структура та закони управління перевантажувальних автопілотів.

### ***Тема 6. Автоматичне управління кутами крену та рискання***

Типова структура, закони керування, динамічні та точнісні характеристики автопілотів крену. Класифікація курсових автопілотів. Типова структура, закони керування, динамічні та точнісні характеристики курсових автопілотів перехресної схеми.

### ***Тема 7. Вертоліт як об'єкт управління***

Істотні відзнаки від літака в конструктивних особливостях і притаманних тільки йому аеродинамічних і динамічних властивостей. Особливі відзнаки при малих швидкостях польоту і на режимах висіння, коли вертоліт не стійкий.

**Закінчення.** Сучасний стан та перспективи розвитку систем управління літаками.

**Модульний контроль.**

### *Змістовний модуль №3*

## **РОЗДІЛ ІІІ. 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 політу та активного управління літака в цілому.

### *Тема 11. Контури автоматичного керування швидкістю політа*

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

**Модульний контроль.**

### *Змістовний модуль №4*

## **РОЗДІЛ ІV. 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. Комплексировані 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.

#### **Тема 18. Системи управління космічних апаратів.**

Історичний огляд розвитку СУ космічних апаратів. Особливості побудови і експлуатації СУ в умовах космосу.

**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
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Системи поліпшення стійкості та керованості літака</b>					
Вступ до дисципліни «СУЛА»	1	1	–	–	–
Тема 1. Загальні поняття про закони керування літаками та способи їх реалізації	16	3	–	4	9
Тема 2. Літак як об'єкт управління	26	6	–	8	12
Тема 3. Системи поліпшення динамічних властивостей контурів штурвального управління	18	6	–	4	8

<b>Модульний контроль.</b>	2	–	–	–	2
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>63</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>31</b>
<b>Модуль 2</b>					
<b>Змістовний модуль 2. Системи кутової стабілізації та управління траєкторією руху літака</b>					
Тема 4. Активні системи управління польотом літака	12	4	–	4	4
Тема 5. Автоматичне управління кутом тангажу	18	4	–	4	10
Тема 6. Автоматичне управління кутами крену та ристання	14	2	–	2	10
Тема 7. Вертоліт як об'єкт управління	25	5	–	6	14
Закінчення. Сучасний стан та перспективи розвитку систем управління літаками.	1	1	–	–	–
<b>Модульний контроль.</b>	2	–	–	–	2
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>40</b>
<b>Усього за модулями 1-2 (семестр б)</b>	<b>135</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>71</b>
<b>Контрольний захід – семестровий іспит</b>					
<b>Модуль 3</b>					
<b>Змістовний модуль 3. Авіоніка та автопілоти</b>					
Тема 8. Автопілот.	40	4	4	16	16
Тема 9. Автопілоти Сперрі та Гендерсона.	8	2	–	–	6
Тема 10. Автоматичне та директорне керування рухом центра мас літака	14	4	4	–	6
Тема 11. Контури автоматичного керування швидкістю польота	12	6	–	–	6
<b>Модульний контроль.</b>	2	–	–	–	2
<b>Разом за змістовним модулем 3</b>	<b>76</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>36</b>
<b>Модуль 4</b>					
<b>Змістовний модуль 4. Безпілотні літальні апарати</b>					
Тема 12. Авіоніка.	8	2	–	–	6
Тема 13. Пілотажний навігаційний комплекс.(ПНК)	10	4	–	–	6
Тема 14. Історія розвитку безпілотних літальних апаратів (БПЛА)	4	2	–	–	2
Тема 15. Мікросистемна авіоніка.	14	2	4	–	8
Тема 16. Бортові системи БПЛА.	10	2	–	–	8
Тема 17. Стійкість і керованість БПЛА.	30	2	4	16	8
Тема 18. Системи управління косміч-	10	2	–	–	8

них апаратів.					
<b>Модульний контроль.</b>	3	–	–	–	3
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>89</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>49</b>
<b>Усього за модулями 3,4 (семестр 7)</b>	<b>165</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>85</b>
<b>Контрольний захід – семестровий іспит</b>					
<b>Усього годин</b>	<b>300</b>	<b>64</b>	<b>16</b>	<b>64</b>	<b>156</b>

### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	За модулями 3-4 (семестр 7)	
1	Лабораторний дослідницький стенд на базі моделі Т-10 літака СУ-27 і його програмне забезпечення	2
2	Фільтрація сигналів бортових датчиків літального апарату в масштабі реального часу і в постсеансовому режимі	2
3	Виконання переходу від диференціальних рівнянь до чисельної реалізації в реальному масштабі часу	4
4	Використання моделі автопілота в "Сімулінк" та "Матлаб"	4
5	Складання коду програми моделі літака для контролера "Ардуіно"	4
	<b>Разом</b>	<b>16</b>

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
	За модулями 1-2 (семестр 6)	
1	Дослідження пілотажних властивостей літака як об'єкту управління в подовжньому русі	4
2	Дослідження впливу коефіцієнтів лінійної моделі подовжнього короткоперіодичного руху літака на характеристики стійкості і керованості	4
3	Дослідження пілотажних властивостей літака як об'єкту управління в бічному русі	4
4	Дослідження впливу коефіцієнтів лінійної моделі бічного руху літака на характеристики стійкості і керованості	4
5	Дослідження контурів автоматичного управління кутом тангажа і нормальним перевантаженням	6
6	Дослідження контурів автоматичного управління кутами крену та курсу	6
7	Дослідження пілотажних властивостей вертольота як об'єкту управління	4
	<b>Разом</b>	<b>32</b>
	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
	<b>Разом</b>	<b>32</b>
	<b>Усього</b>	<b>64</b>

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Загальні поняття про закони керування літаками та способи їх реалізації (Тема 1)	9
2	Літак як об'єкт управління (Тема 2)	12
3	Системи поліпшення динамічних властивостей контурів штурвального управління (Тема 3)	8
4	Активні системи управління польотом літака (Тема 4)	4
5	Автоматичне управління кутом тангажу (Тема 5)	10
6	Автоматичне управління кутами крену та рискання (Тема 6)	10
7	Вертоліт як об'єкт управління (Тема 7)	14
8	Автопілот (Тема 8)	16
9	Автопілоти Сперрі та Гендерсона (Тема 9)	6
10	Автоматичне та директорне керування рухом центра мас літака (Тема 10)	6
11	Контури автоматичного керування швидкістю польота (Тема 11)	6
12	Авіоніка (Тема 12)	6
13	Пілотажний навігаційний комплекс.(ПНК) (Тема 13)	6
14	Історія розвитку безпілотних літальних апаратів (БПЛА) (Тема 14)	2
15	Мікросистемна авіоніка. (Тема 15)	8
16	Бортові системи БПЛА. (Тема 16)	8
17	Стійкість і керованість БПЛА. (Тема 17)	8
18	Системи управління космічних апаратів. (Тема 18)	8
	Модульний контроль (за модулями 1-4)	9
	<b>Разом</b>	<b>156</b>

## 9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не заплановано	

## 10. Методи навчання

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

## 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 заліків та іспитів.

## 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...4	8	0...32
Виконання і захист практичних робіт	-	-	-
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...4	8	0...32
Виконання і захист практичних робіт	-	-	-
Модульний контроль	0...2	1	0...2
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

#### 7 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 3</b>			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	8	0...32
Виконання і захист практичних робіт	0...2	4	0...8
Модульний контроль	0...2	1	0...2

<b>Змістовний модуль 4</b>			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	8	0...32
Виконання і захист практичних робіт	0...2	4	0...8
Модульний контроль	0...2	1	0...2
<b>Усього за семестр</b>		<b>0...100</b>	

Білет для іспиту складається з теоретичних та практичних запитань.

Наприклад.

Теоретичні питання (40-балів):

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

2. Поняття про стійкість та керованість літака.

3. Математичні моделі просторового руху літака.

Практичні питання (30-балів):

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

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

3. У середовищі Симулінк зібрати структурну схему руху ЛА по рисканню.

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 ре-



алізації 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 і точнісні характеристики систем управління самолітами. Використовувати технічну реалізацію законів і алгоритмів функціонування систем управління сучасну теорію систем управління літальними апаратами 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 «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 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 «СУЛА».
2. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт в семестрі 6.
3. 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]: Рос. й укр. мовами. 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 Fritzson Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems

#### **Додаткова та довідкова література**

1. Кулик А.С., Гордин А.Г. и др. Словарь терминов по системам управления летательных аппаратов. – Х.: ХАИ, 2000. - 224 с.

#### **15. Інформаційні ресурси**

Сайт кафедри: [k301.khai.edu](http://k301.khai.edu)