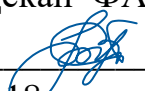


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний авіаційний університет**  
Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій  
Кафедра авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів

УЗГОДЖЕНО  
Декан ФАЕТ

  
Сергій ЗАВГОРОДНІЙ  
« 18 » 11 2022 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи  
  
Анатолій ПОЛУХІН  
« 21 » 11 2022 р.



Система менеджменту якості

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**навчальної дисципліни**  
**«Системи активного управління повітряними суднами»**

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»

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

Освітньо-професійна програма: «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»

Форма навчання	Семестр	Усього (годин/кредитів ECTS)	Лекції	Практ. заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	ДЗ/РГР/К.р	КР/КП	Форма сем. контролю
Денна:	1	120/4,0	17	-	17	86	-	КП-1с	Екзамен 1с
Денна:	1	120/4,0	6	-	8	106	К.р-1с	КП-1с	Екзамен 1с

Індекс НМ - 2 - 151 - 2 / 21- 2.1.4

Індекс НМ - 2 - 151 - 2з / 21 -2.1.4

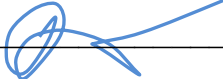


Робочу програму навчальної дисципліни «Системи активного управління повітряними суднами» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва», навчальних № НМ-2-151-2/21, № НМ-2-151-2з/21 та робочих навчальних планів № РМ-2-151-2/21, № РМ-2-151-2з/21 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та відповідних нормативних документів.


Робочу програму розробив:  
професор кафедри авіаційних  
комп'ютерно-інтегрованих комплексів  Микола ФІЛЯШКІН

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» – кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів, протокол № 10 від « 10 » \_\_ 10 \_\_ 2022 р.

Гарант освітньо-професійної програми  Микола ФІЛЯШКІН

Завідувач кафедри  Віктор СИНЕГЛАЗОВ

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій, протокол №\_ 9 \_ від « 17 » \_\_\_\_ 10 \_\_ 2022 р.

Голова НМРР  Олександр КРИВОНОСЕНКО

Рівень документа – 3б  
Плановий термін між ревізіями – 1 рік  
**Контрольний примірник**



## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	4
<b>1. Пояснювальна записка</b> .....	4
1.1. Місце, мета, завдання.....	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна .....	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна .....	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки .....	5
<b>2. Програма навчальної дисципліни</b> .....	6
2.1. Зміст навчальної дисципліни .....	6
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля .....	6
2.3. Тематичний план .....	8
2.4. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН).....	8
2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену .....	9
<b>3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни</b> .....	9
3.1. Методи навчання .....	9
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) .....	9
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет .....	9
<b>4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь</b> .....	10



## ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни розробляється на основі «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора № 249/од від 29.04.2021, та відповідних нормативних документів.

### 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

#### 1.1. Місце, мета, завдання.

**Місце дисципліни** «Системи активного управління повітряними суднами» в системі професійної підготовки фахівця.

Дана дисципліна є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують авіаційний профіль фахівця в області автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

**Метою викладання навчальної дисципліни** є надання майбутнім фахівцям основ побудови перспективних систем автоматизованого управління польотом. Отримані знання дозволяють вирішувати питання проектування, дослідження, контролю та експлуатації сучасних систем управління повітряних суден (ПС).

**Завданнями вивчення навчальної дисципліни** є:

- досягнення рівня знань, достатнього для вирішення завдань розробки й аналізу систем управління повітряних суден;
- формування практичних навичок з дослідження, сертифікації та експлуатації системи активного управління повітряними суднами (САКУ ПС).

#### 1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування у здобувачів програмних результатів навчання відповідно до освітньо-професійної програми «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва» зокрема:

ПРО2 - створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки;

ПР13 - обслуговувати і ремонтувати авіаційні системи та комплекси, комп'ютерно-інтегровані виробництва;

ПР15 - розуміти різні інструменти та стратегії, що мають відношення до діагностування комп'ютерно-інтегрованих виробництв та автоматизованих систем управління авіаційної техніки.



### **1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.**

У результаті вивчення даної дисципліни студент набуває такі програмні компетентності:

- ІК - здатність розв'язувати складні задачі і проблеми автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій у професійній діяльності;
- ЗК2 - здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- ЗК3 - здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- СК2 - здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи активного управління повітряними суднами та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління;
- СК6 - здатність застосовувати методи сучасної теорії керування для аналізу та синтезу новітніх бортових систем управління.

### **1.4. Міждисциплінарні зв'язки.**

Навчальна дисципліна «Системи активного управління повітряними суднами» взаємодіє з дисципліною «Методологія прикладних досліджень у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій» яка вивчаються паралельно з нею та доповнюють одна одну, а також забезпечує вивчення дисципліни «Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден»



## 2. Програма навчальної дисципліни.

### 2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

- навчального модуля №1 "Корегування характеристик стійкості та керованості літака";

- навчального модуля №2 "Новітні режими роботи систем активного управління польотом", кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

Окремим 3-ім модулем модулем (освітнім компонентом) є курсовий проект (КП), який виконується у 1 семестрі. КП є важливою складовою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни.

### 2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля

#### Модуль №1. "Корегування характеристик стійкості та керованості літака "

##### **Інтегровані вимоги модуля №1:**

##### **Знати:**

- математичні моделі просторового руху літака як об'єкта керування та його спрощені математичні моделі;
- питання комплексної корекції стійкості та керованості літаків.

##### **Вміти:**

- досліджувати контури стійкості та керованості літака шляхом математичного моделювання.

##### **Тема 1. «Призначення систем активного управління польотом»**

Зміст. Шляхи вдосконалення перспективних літальних апаратів. Задачі, що вирішують системи активного управління польотом повітряних суден. Багатофункціональні системи автоматичного управління польотом літака як приклад систем активного управління. Електродистанційні системи управління. Управління вектором тяги. Можливі структурні схеми систем активного управління літака.

##### **Тема 2. «Комплексна корекція характеристик стійкості та керованості ПС»**

Зміст. Критерії оцінки пілотажних характеристик літака. Самонастроювані автомати регулювання управління. Комплексні автомати поздовжнього управління (АПУ). Управління статично нестійким літаком. Особливості динаміки бокового руху літака. Комплексні автомати бічного управління (АБУ). Парування перехресних зв'язків руху літака. Блоки перехресних зв'язків.

##### **Тема 3. «Автоматичне балансування літака»**

Зміст. Вимоги, що пред'являються до балансувальних характеристик літака. Системи автоматичного балансування (САБ): структурна схема САБ; коректування балансувальної кривої; реалізація балансувальної кривої; компенсації поздовжніх моментів, що виникають при випуску або прибиранні механізації крила.



## **Модуль №2. "Новітні режими роботи систем активного управління польотом"**

### **Інтегровані вимоги модуля №2:**

#### **Знати:**

- особливості побудови контурів управління пружким літаком;
- контури безпосереднього управління аеродинамічними силами.

#### **Вміти:**

- досліджувати динамічні характеристики контурі безпосереднього управління аеродинамічними силами аналітично та шляхом математичного моделювання.

### **Тема 1. «Безпосереднє управління аеродинамічними силами»**

Зміст. Традиційне моментне управління літаком і його недоліки. Принцип безпосереднього управління аеродинамічними силами, органи безпосереднього управління аеродинамічними силами. Коректування недоліків традиційного моментного управління. Розв'язання керуючих впливів і для створення нових форм руху літака. Принципи управління адаптивним крилом. Зниження маневрених навантажень та підвищення ресурсу. Протифлатерні системи.

### **Тема 2. «Особливості побудови контурів управління пружким літаком»**

Зміст. Підходи до отримання математичних моделей пружкого літака. Математичні моделі пружкого повітряного судна. Математична модель поздовжнього руху літака з урахуванням аеропругких коливань. Вплив пружких деформацій конструкції на динаміку контурів автоматичного управління. Аероавтопружкі коливання конструкції літака. Способи послаблення впливу аероавтопружких коливань. Демпфірування та погашення пружких деформацій конструкції.

### **Тема 3. «Автоматизація пілотажних обмежень»**

Зміст. Загальні характеристики пілотажних обмежень літальних апаратів. Способи попередження льотчика про наближення до небезпечних режимів польоту. Способи автоматизації пілотажних обмежень. Особливості динаміки літака на великих кутах атаки. Реалізація пілотажних обмежень. Автомати обмеження граничних режимів.

## **Модуль №3. (освітній компонент) «Курсовий проект».**

Курсовий проект виконується у 1 семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння всього навчального матеріалу дисципліни.

Курсовий проект має за ціль виконати синтез та аналіз контурів комплексної корекції характеристик стійкості та керованості літака.

Для успішного виконання курсового проекту студент повинен знати математичні моделі літака як об'єкта керування та його спрощені математичні моделі; типові контури автоматичного керування повітряного судна, вміти досліджувати стійкість та якість перехідних процесів у контурах автоматичного керування рухом повітряних суден аналітично та шляхом математичного моделювання.



### 2.3. Тематичний план.

№ п/п	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	Лабораторні заняття	СРС	Усього	Лекції	Лабораторні заняття	СРС
<b>Модуль №1 «Корегування характеристик стійкості та керованості літака»</b>									
1.1	Призначення систем активного управління польотом	1 семестр				1 семестр			
		4	2	-	2	8	1	-	7
1.2	Комплексна корекція характеристик стійкості та керованості ПС	16	2 2	2 2	8	11	1	2	8
1.3	Автоматичне балансування літака.	14	2	2 2	8	11	1	2	8
1.4	Виконання контрольної роботи.	-	-	-	-	8	-	-	8
1.5	Модульна контрольна робота №1	3	-	1	2	-	-	-	-
<b>Усього за модулем № 1</b>		<b>37</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>38</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>31</b>
<b>Модуль №2 «Новітні режими роботи систем активного управління польотом»</b>									
2.1	Безпосереднє управління аеродинамічними силами	14	2	2 2	8	13	1	2	10
2.2	Особливості побудови контурів управління пружким літаком	16	2 2	2 2	8	13	1	2	10
2.3	Автоматизація пілотажних обмежень	4	2	-	2	11	1	-	10
2.4	Модульна контрольна робота №2	4	1	-	3	-	-	-	-
<b>Усього за модулем № 2</b>		<b>38</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>21</b>	<b>37</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>30</b>
<b>Модуль №3 «Курсовий проект»</b>									
3.1	Синтез контурів комплексної корекції характеристик стійкості та керованості літака	45	-	-	45	45	-	-	45
<b>Усього за модулем № 3</b>		<b>45</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>45</b>
<b>Усього за 1 семестр</b>		<b>120</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>86</b>	<b>120</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>106</b>
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>120</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>86</b>	<b>120</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>106</b>

### 2.4. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН)

Контрольна (домашня) робота з дисципліни «Системи активного управління повітряними суднами» виконується студентами заочної форми навчання у першому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студента при вивченні дисципліни.





Домашня робота має за ціль виконати аналіз контурів покращення статичних та динамічних характеристик стійкості та керованості літака. Для успішного виконання роботи студент повинен знати типові контури автоматичного керування повітряного судна, вміти досліджувати стійкість та якість перехідних процесів у контурах автоматичного керування.

Варіанти завдань для виконання контрольної роботи розробляються автором робочої програми. Навчальні матеріали затверджуються протоколом засідання кафедри, доводяться до відома студента індивідуально і виконуються відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання контрольної роботи складає 8 годин самостійної роботи.

### **2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену**

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену, розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доноситься до відома студентів.

## **3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ**

### **3.1. Методи навчання**

Для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів під час вивчення дисципліни застосовуються як предметно-орієнтовані так і індивідуально - орієнтовані технології навчання. На лабораторних роботах в основному застосовується метод Case Study, а на лекційних заняттях – презентації та інтерактивні технології навчання.

### **3.2. Рекомендована література**

#### **Базова література**

- 3.2.1 Синєглазов В.М., Філяшкін М.К. Автоматизовані системи управління повітряних суден. 2-вид. К., НАУ. 2022.-465 с..
- 3.2.2 Синєглазов В.М., Решетняк Є.П., Зіатдінов Ю.К. Активне управління як засіб підвищення ресурсу повітряних суден. К., Техніка, 2018.-230 с.
- 3.2.3 Синєглазов В.М., Тупіцин М.Ф., Філяшкін М.К., Гурська О.О. Aircraft Active Control Systems //Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2019. – 160 с.

#### **Допоміжна література**

- 3.2.4 Jeffrey Block, Heather Gilliatt, Active control of an aero elastic structure, AIAA, Aerospace Sciences Meeting & Exhibit, 35th, Reno, NV, 2021, 6-9.
- 3.2.5 Філяшкін М.К., Рогожин В.О. Синтез контурів перехресних зв'язків у системах штурвального управління “Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції АВІА-2022”, т.2: – К.: НАУ, 2022.

### **3.3 Інформаційні ресурси в Інтернет**

- 3.3.1 [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_tech/1559/](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_tech/1559/)
- 3.3.2 [http://www.razlib.ru/tehlicheskie\\_nauki/sverhzvukovye\\_samolety](http://www.razlib.ru/tehlicheskie_nauki/sverhzvukovye_samolety)
- 3.3.3 <http://www.flxsys.com/aerospace.shtml>



#### 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Мах кількість балів		Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
	Семестр №1	Семестр №1		Семестр №1	Семестр №1
<b>Модуль № 1 «Корегування характеристик стійкості та керуваності літака»</b>			<b>Модуль № 2 «Новітні режими роботи систем активного управління польотом»</b>		
Вид навчальної роботи	бали	бали	Вид навчальної роботи	бали	бали
Виконання та захист лабораторних робіт	76×4 = 28	106×2=20	Виконання та захист лабораторних робіт	76×4 = 28	156×2=30
Виконання та захист контрольної роботи	-	10	Виконання та захист контрольної роботи	-	-
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	17	-	<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i>	17	-
Виконання модульної контрольної роботи №1	12	-	Виконання модульної контрольної роботи №2	12	-
<b>Усього за модулем №1</b>	40	30	<b>Усього за модулем №2</b>	40	30
<b>Усього за модулями №1, №2</b>				<b>80</b>	<b>60</b>
<b>Семестровий екзамен</b>				<b>20</b>	<b>40</b>
<b>Усього за дисципліною</b>				<b>100</b>	
продовження Таблиці 4.1					
<b>Модуль №3 «Курсовий проект»</b>					
Вид навчальної роботи	Мах кількість балів				
	Денна форма навчання		Заочна форма навчання		
	Семестр №1		Семестр №1		
Виконання курсового проекту	60		60		
Захист курсового проекту	40		40		
<b>Виконання та захист курсового проекту</b>	<b>100</b>				

**Залікова рейтингова оцінка** визначається ( в балах та за національною шкалою) за результатами виконання всіх видів навчальної роботи протягом семестру.

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку.



4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Підсумкова модульна рейтингова оцінка, отримана студентом за результатами виконання та захисту **курсowego проекту** в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до відомості модульного контролю, а також до навчальної картки, залікової книжки та Додатку до диплома, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.5. Сума підсумкової семестрової модульної та екзаменаційної рейтингових оцінок у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

4.6. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.7. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.



(Ф 03.02 – 01)

### АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

### АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище, ім'я, по батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

### АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище, ім'я, по батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

### АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

### УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				