

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

Кафедра Аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501)



РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Системи управління

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: **денна**

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: Мазуренко О.В., доцент кафедри 501, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри 501 аерокосмічних
радіоелектронних систем

(назва кафедри)

Протокол № 12/20-21 від « 25 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

С.С. Жила
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>17 «Електроніка та телекомунікації»</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>172 – «Телекомунікації та радіотехніка»</u> (код та найменування) Освітня програма <u>«Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання		Семестр
Загальна кількість годин – 120 кількість годин аудиторних занять*) - 64/ загальна кількість годин - 120		<u>7</u> -й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи здобувача – 3,5		Лекції*)
		<u>32</u> години
		Практичні, семінарські*)
		<u>32</u> годин
		Лабораторні*)
		–
		Самостійна робота
<u>56</u> годин		
Вид контролю	модульний контроль, залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/56.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: дати знання про теоретичні основи керування, методи аналізу й моделювання систем керування (СК), основні системи керування літальними апаратами (ЛА).

Завдання: засвоєння відомостей про фундаментальні принципи й закони керування, основні характеристики й математичні методи опису й аналізу систем керування, системи керування польотом літальних апаратів.

Компетентності, які набуваються:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- здатність планувати та управляти часом.
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- навички здійснення безпечної діяльності.
- здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки.
- здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.
- здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.
- здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.
- готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів .
- здатність здійснювати приймання та освоєння нового обладнання відповідно до чинних нормативів.
- здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування.

Очікувані результати навчання:

- вміння застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної і мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.
- вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення, згідно технічного завдання у відповідності до міжнародних стандартів, з використанням засобів

автоматизації проектування, в т.ч. створених самостійно.

- вміння проектувати, в т.ч. схемотехнічно нові (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) телекомунікаційних та радіотехнічних систем, систем телевізійного й радіомовлення тощо.
- здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.
- вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.
- вміння використовувати системи моделювання та автоматизації схемотехнічного проектування для розроблення елементів, вузлів, блоків радіотехнічних та телекомунікаційних систем.

Пререквізити: “Вища математика”, “Фізика”, “Теорія електричних кіл”, “Сигнали та процеси”, “Цифрова обробка сигналів”, “Електродинаміка та розповсюдження радіохвиль”, “Статистична теорія радіотехнічних систем”

Кореквізити: “Пристрої генерування та формування сигналів”, “Пристрої приймання та обробки сигналів”, “Основи теорії передачі інформації”, “Пристрої НВЧ та антени”

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Основи теорії автоматичного керування.

Тема 1. Вступ до дисципліни „Системи керування”.

Системи керування. Предмет вивчення, завдання дисципліни. Основні поняття. Автоматичні пристрої, етапи розвитку автоматичних пристроїв. Призначення СУ, розв'язувані завдання. Класифікація систем автоматичного керування.

Тема 2. Фундаментальні принципи й закони керування.

Принцип розімкнутого керування. Принцип компенсації (керування по збурюванню). Принцип зворотного зв'язку. Регулювання по відхиленню. Алгоритми функціонування СК: стабілізація, програмне керування, системи, що стежать, системи з пошуком екстремума показника якості, оптимальне керування, адаптивні системи. Основні закони керування: пропорційний закон, інтегральний закон, пропорційно-інтегральний закон, пропорційно-інтегрально-диференціальний закон.

Тема 3. Математичний опис автоматичних систем керування.

Диференціальні рівняння й структурні схеми систем автоматичного керування (САК). Статичні характеристики САК. Поняття про лінійні елементи. Лінеаризація реальних елементів САК. Динамічні характеристики

лінійних елементів і систем: перехідні й вагові функції; частотні й часові характеристики, їх застосування й одержання.

Тема 4. Рівняння лінійних систем у зображеннях по Лапласу.

Деякі властивості перетворення Лапласа. Загальна характеристика типових лінійних ланок САК. Найпростіші ланки: пропорційна (безінерційна) ланка, інтегруюча ланка, диференціююча ланка, аперіодична (інерційна) ланка першого порядку, форсуєча ланка, коливальна, консервативна й аперіодична ланки другого порядку.

Тема 5. Структурні схеми САК. Правила структурних перетворень.

Послідовне з'єднання ланок. Паралельне з'єднання ланок. Ланка, охоплена зворотним зв'язком. Визначення передатних функцій розімкнутої й замкнутої системи. Статика систем автоматичного регулювання (САР). Способи зменшення астатизму.

Тема 6. Стійкість лінійних систем автоматичного керування.

Фізичне й математичне визначення стійкості. Алгебраїчні критерії Гурвіца і Рауса. Частотний критерій Михайлова. Частотний критерій Найквіста. Структурно-нестійкі (стійкі) системи автоматичного регулювання.

Тема 7. Оцінка якості роботи САК.

Критерії якості роботи САК. Показники якості перехідного процесу, що характеризують точність і плавність протікання процесу: швидкодія, коливальність, перерегулювання. Інтегральні показники якості.

Тема 8. Дискретні САК.

Представлення САК в просторі станів. Перехід від безперервного часу до дискретного в описі САК в просторі станів. Еквівалентні схеми дискретних САК. Одержання передатних функцій і комплексних коефіцієнтів передачі розімкнутих дискретних САК. Комплексні коефіцієнти передачі й передатні функції замкнених дискретних САК. Стійкість дискретних САК. Непрямі методи оцінки якості й синтез дискретних САК.

Змістовний модуль 2. Елементи систем автоматичного керування польотом літального апарату.

Тема 9. Системи координат використовувані в динаміці польоту.

Системи координат використовувані для опису польоту ЛА: нормальна, зв'язана, траекторная, швидкісна. Характеристики місця розташування й руху ЛА. Типи рухів ЛА, загальні й часткові рівняння руху ЛА.

Тема 10. Структура САК польотом ЛА.

Структурна схема САК польотом літака, замкнений контур керування польотом ЛА, основні завдання, розв'язувані САК польотом літака, призначення й загальна характеристика елементів.

Тема 11. Датчики інформації САК польотом ЛА.

Аерометричні датчики САК ЛА, принцип дії й математичний опис основних типів датчиків: датчик повітряної швидкості, датчики абсолютної висоти, датчики кутів атаки й ковзання.

Інерціальні датчики САК ЛА, принцип дії й математичний опис основних типів датчиків: датчики лінійних прискорень (акселерометри), датчики кутових швидкостей (гіроскопи).

Радіотехнічні датчики САК ЛА, принцип дії й математичний опис основних типів датчиків: апаратура споживачів супутникових радіонавігаційних систем, радіовисотоміри, радіодалекоміри, радіокомпаси, доплерівські вимірювачі шляхової швидкості та кута зносу.

Тема 12. Обчислювально-перетворювальні пристрої й виконавчі механізми САК польотом ЛА.

Структури, основні характеристики, види виконання, математичні моделі бортової цифрової електронно-обчислювальної машини (БЦЕОМ) САК польотом ЛА.

Функціональні схеми, основні характеристики, види виконання, математичні моделі авіаційних приводів.

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 1					
Змістовний модуль 1. Основи теорії автоматичного керування					
Тема 1. Вступ до дисципліни „Системи керування”	1	1	–	–	–
Тема 2. Фундаментальні принципи й закони керування.	10	2	4	–	4
Тема 3. Математичний опис автоматичних систем керування.	12	2	4	–	6
Тема 4. Рівняння лінійних систем у зображеннях по Лапласу.	8	2	4	–	2
Тема 5. Структурні схеми САК. Правила структурних перетворень.	16	2	6	–	8
Тема 6. Стійкість лінійних систем автоматичного керування.	12	4	4	–	4
Тема 7. Оцінка якості роботи САК.	9	1	4	–	4
Тема 8. Дискретні САК.	10	2	–	–	8
Модульний контроль	2	–	–	–	–
Разом за змістовним модулем 1	80	16	26	–	36
Змістовний модуль 2. Елементи САК польотом літального апарату					
Тема 9. Системи координат використовувані в динаміці польоту.	12	4	2	–	6
Тема 10. Структура САК польотом ЛА.	8	2	2	–	4
Тема 11. Датчики інформації САК польотом ЛА.	8	2	2	–	4
Тема 12. Обчислювально-перетворювальні пристрої й виконавчі механізми САК польотом ЛА.	10	4	–	–	6
Модульний контроль	2	–	–	–	–
Разом за змістовним модулем 2	40	12	6	–	20
Усього годин	120	32	32	–	56

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Засвоєння основних понять теорії автоматичного керування.	2
2	Засвоєння фундаментальних принципів й законів керування.	2

3	Операторний метод аналізу частотних та часових характеристик систем керування та їх ланок	4
4	Структурні перетворення схем систем керування	4
5	Визначення стійкості систем керування за різними критеріями	4
6	Вивчення методів опису (представлення) систем керування та їх ланок в середовищі Matlab	8
7	Розрахунок частотних та часових характеристик, дослідження стійкості систем керування та їх ланок в середовищі Matlab	8
	Разом	32

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Засвоєння основних понять теорії автоматичного керування.	10
2	Принципи функціонування систем стабілізації висоти, курсу, крену та тангажу літальних апаратів.	6
3	Операторний метод вирішення диференціальних рівнянь за допомогою перетворення Лапласа. Відображення по Лапласу основних математичних функцій.	4
4	Зворотне перетворення Лапласа. Зворотне відображення по Лапласу основних математичних функцій.	4
5	Вивчення характеристик коливальної, консервативної й аперіодичної ланок другого порядку.	6
6	Способи паралельної та послідовної корекції стійкості систем керування.	8
7	Вивчення критеріїв стійкості дискретних САК.	6
8	Вивід узагальнених рівнянь руху об'єкта у просторі.	8
9	Ознайомлення з принципом дії сервоприводів міні-, мікро-безпілотних літальних апаратів	4
	Разом	56

7. Методи навчання

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

8. Методи контролю

Проведення поточного контролю – написання контрольних робіт, письмового модульного контролю, заключний контроль у вигляді заліку.

9. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист контрольних робіт	2...5	6	15...25
Модульний контроль	25	1	25
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист контрольних робіт	2...5	4	15...25
Модульний контроль	25	1	25
Усього за семестр			60...100

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

Білет для заліку складається з двох теоретичних питань на перевірку засвоєних знань і практичного завдання, на перевірку одержаних вмінь та навичок.

Кількість балів за теоретичні питання – по 25 балів. Кількість балів за практичне завдання – 50 балів. Усього можливо отримати 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі контрольні роботи та домашні завдання. Вміти здійснювати структурні перетворення схем САК, розрахунок основних характеристик САК.

Добре (75 - 89). Твердо демонструвати мінімум знань, виконати усі контрольні завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі контрольні роботи в обумовлений викладачем термін з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти розраховувати еквівалентну передаточну функцію САК, представляти ланки САК в середовищі інженерних розрахунків Matlab, розраховувати основні характеристики в ньому.

Відмінно (90 - 100). Демонструвати повне знання основного та додаткового матеріалу. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Безпомилково виконувати та захищати всі контрольні роботи в обумовлений викладачем термін з докладним обґрунтуванням рішень та заходів для вирішення завдань, які запропоновано у роботах.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

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

10. Методичне забезпечення

1. Моделирование систем автоматического управления в среде Matlab. Методические рекомендации по выполнению практической работы [электронный ресурс] / Мазуренко А.В. // Харьков, НАКУ «ХАИ», 2016.
2. Исследование частотных характеристик линейных динамических звеньев систем управления в среде Matlab. Методические рекомендации по выполнению практической работы [электронный ресурс] / Мазуренко А.В. // Харьков, НАКУ «ХАИ», 2016.
3. Никульчев Е. В. Практикум по теории управления в среде MATLAB: учебное пособие. – М.: МГАПИ, 2002
4. Сайт кафедри: k501.xai.edu.ua

11. Рекомендована література

Базова

1. Шишмарев В.Ю. Основы автоматического управления: учебн. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.Ю. Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352с.
2. Медведев Ю.И. Курс лекций. Учебное пособие / Ю.И. Медведев. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. – 110с.
3. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы / И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336с.

Допоміжна

1. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке Matlab / Б.Р. Андриевский, А.Л. Фрадков – СПб.: Наука, 2000. – 475с.
2. Никульчев Е.В. Практикум по теории управления в среде MATLAB: Учебное пособие / Е.В. Никульчев. – М.: МГАПИ, 2002. – 88с

12. Інформаційні ресурси

1. Документація по додатку Control System Toolbox середовища Matlab: <https://www.mathworks.com/help/control/>
2. Приклади аналізу систем автоматичного керування в додатку Control System Toolbox середовища Matlab: <https://www.mathworks.com/examples/control/category/control-system-design-and-tuning>
3. Сайт бібліотеки університету <https://library.khai.edu/>