

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Кафедра комп'ютеризованих систем управління



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор
з науково-педагогічної роботи

С.О. Слободян
2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ

Theory of Automatic Control

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

тип дисципліни нормативна

мова(и) викладання українська

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

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

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки

Миколаїв, 2022 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Теорія автоматичного управління» зроблена для студентів з галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», ОПП «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації»

«8» січня 2022 р. – 24 с.

Розробники:

- доктор техн. наук, професор **Кондратенко Ю.П.**, професор кафедри комп'ютеризованих систем управління
- кандидат техн. наук, доцент **Кондратенко Г.В.**, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теорія автоматичного управління» узгоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації»

Гарант ОПП «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації»,
к.т.н., доцент

 І.Л. Вінниченко

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теорія автоматичного управління» розглянуто на засіданні кафедри комп'ютеризованих систем управління (КСУ).

Протокол від «25» січня 2022 р. № 6.

Завідувач кафедри КСУ, д.т.н., професор

 О.О. Черно

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теорія автоматичного управління» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики і електротехніки.

Протокол від « 27 » січня 2022 р. № 6 .

Голова, к.т.н., доцент

 В.А. Скороходов

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теорія автоматичного управління» погоджено з навчальним відділом.

Начальник навчального відділу, к.т.н., доцент

 А.В. Лабарткава

Робочу програму навчальної дисципліни «Теорія автоматичного управління» затверджено Навчально-методичною радою НУК.

Протокол від « 23 » лютого 2022 р. № 2 .

Голова НМР НУК



© Кондратенко Ю.П., 2022 рік

© Кондратенко Г.В., 2022 рік

© НУК, 2022 рік

Анотація

Навчальна дисципліна «Теорія автоматичного управління» (ТАУ) є нормативною дисципліною професійної підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації» зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» галузі знань 15 «Автоматика та приладобудування».

Нові винаходи та відкриття, що направлені на зростання обсягу суспільного виробництва, базуються на ефективному розв'язанні задач керування різноманітними об'єктами і процесами. Стрімкий розвиток промислових систем автоматизації створює умови для використання теорії автоматичного керування для аналізу і синтезу систем автоматичного керування з використанням як класичних методів, так і методів сучасної теорії керування, що базуються на застосуванні обчислювальної техніки.

В курсі вивчаються основні термінологічні визначення ТАУ, принципи і закони управління, класифікація і типові функціональні схеми неперервних, релейних, імпульсних та цифрових систем автоматичного керування (САУ). Особливу увагу приділено вивченню розділів статички і динаміки САУ, побудові математичних моделей на основі диференціальних та різницевих рівнянь, передаточних функцій та рівнянь у змінних стану, побудові часових та частотних характеристик САУ, аналізу показників якості управління, оцінці стійкості САУ за алгебраїчними та частотними критеріями стійкості, а також методам синтезу послідовних і паралельних коригуючих пристроїв при проектуванні САУ.

Ключові слова: ТАУ, САУ, статика, динаміка, передаточна функція, критерій стійкості, синтез, аналіз, показники якості управління.

Abstract

The discipline "Theory of Automatic Control" (TAC) is a normative discipline of professional training of specialists of the first (bachelor's) level of higher education in the educational-professional program "Computer-integrated technologies and automation systems" in specialty 151 "Automation and computer-integrated technologies" in the field of knowledge 15 "Automation and instrumentation".

New inventions and discoveries aimed at increasing the volume of social production are based on the effective solution of control problems for various objects and processes. The rapid development of industrial automation systems creates the conditions for the use of automatic control theory for the analysis and synthesis of automatic control systems using both classical methods and methods of modern control theory based on the use of computer technology.

The course studies the basic terminological definitions of TAC, principles and laws of control, classification, and typical functional schemes of continuous, relay, pulse, and digital automatic control systems (ACS). Special attention is paid to the statics and dynamics of ACS, mathematical models based on differential and difference equations, transfer functions and equations in state variables, time and frequency characteristics of ACS, analysis of control quality indicators, ACS stability and methods of synthesis of serial and parallel correcting devices.

Keywords: TAC, ACS, statics, dynamics, transfer function, stability criterion, synthesis, analysis, quality control indicators.

ЗМІСТ

1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	15
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	16
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	17
9. Засоби навчання	20
10. Рекомендовані джерела інформації.....	20
Додаток 1	22

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 9	Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування	Нормативна з циклу дисциплін професійної підготовки бакалавра	
Модулів - 3	Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	Рік підготовки	
Змістових модулів - 5		3-й	
ІНДЗ на тему «Синтез слідкуючих систем управління»		Семестр	
		5-й	
		Лекції	
		30 год	
		Практичні роботи	
		15 год	
		Лабораторні роботи	
		15 год	
Загальна кількість годин - 270		Самостійна робота	
		30 год	
		Вид контролю: залік	
Тижневих годин для денної форми навчання: 5-й семестр аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 2; 6-й семестр аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 8	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Семестр	
		6-й	
		Лекції	
		30 год	
		Практичні роботи	
		15 год	
		Лабораторні роботи	
		15 год	
		Самостійна робота, включаючи курсову роботу	
		120 год	
	Вид контролю: КР, екзамен		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Теорія автоматичного управління» є придбання студентами знань і навичок у широкому колі систем автоматичного управління (САУ), вмінь їх досліджувати і проектувати.

Завданням курсу “Теорія автоматичного управління” є вивчення студентами основних особливостей, принципів побудови, методів дослідження і синтезу САУ, а також здобуття необхідних знань, умінь і навичок для практичного використання теоретичних знань при вирішенні питань дослідження і синтезу, проектування і налагодження відповідних САУ.

Загальні компетентності:

- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК5);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК6);
- навички використання інформаційних технологій (ЗК8).

Фахові компетентності:

- здатність демонструвати фундаментальні знання з теорії автоматичного управління, які застосовують при проектуванні, дослідженні та експлуатації сучасних автоматичних систем різного рівня та призначення (ФК10).

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Передумовами для вивчення навчальної дисципліни “Теорія автоматичного управління” є наступні навчальні дисципліни:

- Вища математика;
- Основи теорії кіл, сигналів та процесів в системах автоматизованої обробки і захисту інформації.

4. Очікувані результати навчання

Програмні результати навчання полягають в наступному:

- розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей (ПРН4);
- вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування (ПРН5);
- вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій (ПРН6).

5. Програма навчальної дисципліни

5-й семестр

Модуль 1. Математичні моделі і методи дослідження неперервних систем автоматичного управління.

Змістовий модуль 1. Структурна побудова і основні характеристики систем автоматичного управління.

Тема 1. Основні поняття і визначення ТАУ. Розімкнуті та замкнуті САУ. Головний зворотній зв'язок. Види зворотних зв'язків.

Лекція 1. Основні поняття і визначення ТАУ. Розімкнуті та замкнуті САУ. Головний зворотній зв'язок. Види зворотних зв'язків. 2 год. [7, с. 6-16, с. 44-52], [2, с. 7-10].

Тема 2. Принципи управління. Закони управління. Види регуляторів. Класифікація САУ.

Лекція 2. Принципи управління. Закони управління. Види регуляторів. 2 год. [7, с. 19-20, с.293-305], [2, с. 10-12, с. 74-77].

Лекція 3. Класифікація САУ. Типова функціональна схема САУ. Особливості неперервних, релейних, імпульсних та цифрових САУ. 2 год. [7, с. 21-41], [2, с. 8-14].

Тема 3. Статика САУ.

Лекція 4. Загальна характеристика усталених режимів. Статична характеристика. Побудова статичних характеристик при різних видах з'єднання ланок. 2 год. [7, с. 53-57].

Лекція 5. Побудова статичних характеристик розімкнутих та замкнутих САУ. Статична похибка лінійної замкнутої САУ. Типові впливи (сигнали) в системах управління та їх властивості. 2 год. [7, с. 57-60], [2, с. 24-34].

Тема 4. Динаміка САК. Узагальнене рівняння динаміки САУ. Перетворення Лапласа. Передаточна функція САУ.

Лекція 6. Динаміка САК. Узагальнене рівняння динаміки САУ. Перетворення Лапласа. Передаточна функція (ПФ) САУ та її властивості, зв'язок ПФ з диференціальним рівнянням (пряма і обернена задачі). 2 год. [7, с. 61-74, с. 44-50], [2, с. 35-46].

Змістовий модуль 2. Математичні основи теорії автоматичного управління.

Тема 5. Структурні перетворення в системах управління. Формування рівнянь динаміки та передаточних функцій RLC коригуючих пристроїв. Методи лінеаризації.

Лекція 7. Алгебра передаточних функцій. Структурні перетворення в системах управління. 2 год. [7, с. 1543-150], [2, с. 63-72].

Лекція 8. Методика формування рівнянь динаміки та передаточних функцій RLC-ланок та коригуючих пристроїв. 2 год. [7, с. 67-74], [2, с. 42-46].

Лекція 9. Види передаточних функцій. Методи лінеаризації. Метод малих відхилень. 2 год. [7, с. 63-66], [2, с. 17-23].

Тема 6. Частотні характеристики систем управління.

Лекція 10. Поняття частотних характеристик систем управління. Експериментальний метод побудови частотних характеристик САУ. Порядок побудови АЧХ, ФЧХ та АФЧХ за видом ПФ САУ. Логарифмічні частотні характеристики САУ та її елементів. 2 год. [7, с. 90-95, с. 99-100], [2, с. 47-51].

Змістовий модуль 3. Типові динамічні ланки та показники якості систем автоматичного управління.

Тема 7. Загальна характеристика типових динамічних ланок. Математичні моделі та частотні характеристики типових динамічних ланок та САУ.

Лекція 11. Загальна характеристика типових динамічних ланок. Математичні моделі та частотні характеристики типових динамічних ланок: підсилювальна ланка, ідеальна інтегруюча ланка. 2 год. [7, с. 102-103], [2, с. 51-52, 55-57].

Лекція 12. Математичні моделі та частотні характеристики типових динамічних ланок: аперіодична ланка, коливальна ланка. 2 год. [7, с. 101-102, с. 104-108], [2, с. 51-55, 58-62].

Лекція 13. Математичні моделі та частотні характеристики типових динамічних ланок: диференціальні ланки, ланка запізнення. 2 год. [7, с. 103-104, с. 112-113], [2, с. 57-58].

Лекція 14. Методи побудови ЛАЧХ та ЛФЧХ розімкнутих та замкнутих САУ. 2 год. [7, с. 113-117, с. 228-230], [2, с. 47-51].

Тема 8. Показники якості управління. Інтегральні показники якості.

Лекція 15. Показники якості САУ при ступінчатих та гармонічних вхідних сигналах. Інтегральні показники якості. 2 год. [7, с. 241-244, с. 264-269], [2, с. 127-128, с. 145-147].

6-й семестр

Модуль 2. Математичні моделі і методи дослідження лінійних, нелінійних та дискретних систем автоматичного управління.

Змістовий модуль 4. Алгебраїчні та частотні методи дослідження стійкості лінійних САУ.

Тема 9. Поняття стійкості систем управління. Умова стійкості САУ. Теорема Ляпунова.

Лекція 16. Поняття стійкості систем управління. Умова стійкості САУ. Теорема Ляпунова. Поняття “лівих” та “правих” коренів характеристичного рівняння САУ. 2 год. [7, с. 173-180], [2, с. 78-81].

Тема 10. Алгебраїчні критерії стійкості.

Лекція 17. Алгебраїчні критерії стійкості. Загальна характеристика. Необхідна умова стійкості. Критерій Рауса. 2 год. [7, с. 181-182], [2, с. 83-84].

Лекція 18. Критерій Гурвіца. Критерій Ляєна-Шипара. Критерій Вишнеградського. 2 год. [7, с. 182-190], [2, с. 81-82].

Тема 11. Загальна характеристика частотних критеріїв стійкості САУ. Принцип аргументу.

Лекція 19. Загальна характеристика частотних критеріїв стійкості САУ. Принцип аргументу. 2 год. [2, с. 84-85].

Тема 12. Частотні критерії стійкості. Структурно-нестійкі САУ.

Лекція 20. Частотні критерії стійкості: критерій Михайлова. 2 год. [7, с. 190-197], [2, с. 86-87].

Лекція 21. Критерій Найквіста, логарифмічний частотний критерій. Діаграма Боде. Запаси стійкості САУ. 2 год. [7, с. 209-230], [2, с. 87-90].

Лекція 22. Структурно-нестійкі САУ. 2 год. [7, с. 234-240].

Змістовий модуль 5. Методи синтезу лінійних САУ та математичні моделі нелінійних і дискретних САУ.

Тема 13. Синтез САУ. Особливості методів синтезу САУ. Загальна характеристика послідовних та паралельних коригуючих пристроїв.

Лекція 23. Синтез САУ. Особливості методів синтезу САУ. Загальна характеристика послідовних та паралельних коригуючих пристроїв. 2 год. [7, с. 283-293, с. 314-321], [2, с. 148-151].

Тема 14. Синтез послідовних та паралельних коригуючих пристроїв методом прямих бажаних ЛАЧХ. Синтез САУ методом зворотних бажаних ЛАЧХ.

Лекція 24. Синтез послідовних та паралельних коригуючих пристроїв методом прямих бажаних ЛАЧХ. 2 год. [7, с. 339-346, с. 314-321], [2, с. 152-154].

Лекція 25. Синтез САУ методом зворотних бажаних ЛАЧХ. Загальна характеристика ділень зворотної бажаної ЛАЧХ. Зворотні бажані ЛАЧХ I, II та III типів: порядок побудови та ПФ. 2 год. [7, с. 348-357], [2, с. 152-154].

Лекція 26. Синтез послідовних коригуючих пристроїв методом зворотних бажаних ЛАЧХ. 2 год. [7, с. 339-342].

Лекція 27. Синтез паралельних коригуючих пристроїв методом зворотних бажаних ЛАЧХ. 2 год. [7, с. 342-348].

Тема 15. Загальна характеристика нелінійних САУ. Математичні моделі статичних характеристик типових нелінійних елементів.

Лекція 28. Загальна характеристика нелінійних САУ. Основні властивості нелінійних статичних характеристик. Математичні моделі статичних характеристик типових нелінійних елементів. Методи лінеаризації. 2 год. [7, с. 390-402], [2, с. 162-163].

Тема 16. Загальна характеристика та математичні моделі дискретних САУ. Дослідження САУ методами сучасної теорії автоматичного управління.

Лекція 29. Загальна характеристика дискретних САУ. Методи дискретного перетворення. Теореми Z-перетворення. Різницеві рівняння. 2 год. [7, с. 496-519], [2, с. 188-201].

Лекція 30. Програмні засоби для дослідження САУ. Дослідження САУ методами сучасної теорії автоматичного управління. 2 год. [2, с. 217-276].

Модуль 3. Синтез слідкуючих систем управління.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	лаб	практ.	с.р.		л	лаб	практ.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1. Математичні моделі і методи дослідження неперервних систем автоматичного управління										
Змістовий модуль 1. Структурна побудова і основні характеристики систем автоматичного управління										
Тема 1. Основні поняття і визначення ТАУ. Розімкнуті та замкнуті САУ. Головний зворотній зв'язок. Види зворотних зв'язків.	2	2	-	-	-					
Тема 2. Принципи управління. Закони управління. Види регуляторів. Класифікація САУ.	12	4	4	2	2					
Тема 3. Статика САУ. Загальна характеристика усталених режимів. Статична характеристика. Побудова статичних характеристик при різних видах з'єднання ланок.	10	4	2	2	2					
Тема 4. Динаміка САК. Узагальнене рівняння динаміки САУ. Перетворення Лапласа. Передаточна функція САУ.	6	2	-	2	2					
Разом за змістовим модулем 1	30	12	6	6	6					
Змістовий модуль 2. Математичні основи теорії автоматичного управління										
Тема 5. Структурні перетворення в системах управління. Формування рівнянь динаміки та передаточних функцій RLC коригуючих пристроїв. Методи лінеаризації.	18	6	-	4	8					
Тема 6. Частотні характеристики систем управління.	12	2	4	2	4					
Разом за змістовим модулем 2	30	8	4	6	12					
Змістовий модуль 3. Типові динамічні ланки та показники якості систем автоматичного управління										
Тема 7. Загальна характеристика типових динамічних ланок. Математичні моделі та частотні характеристики типових динамічних ланок і САУ.	23	8	2	3	10					
Тема 8. Показники якості управління. Інтегральні показники якості.	7	2	3	-	2					
Разом за змістовим модулем 3	30	10	5	3	12					
Всього за модулем 1	90	30	15	15	30					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 2. Математичні моделі і методи дослідження лінійних, нелінійних та дискретних систем автоматичного управління										
Змістовий модуль 4. Алгебраїчні та частотні методи дослідження стійкості лінійних САУ.										
Тема 9. Поняття стійкості систем управління. Умова стійкості САУ. Теорема Ляпунова.	3	2	-	-	1					
Тема 10. Алгебраїчні критерії стійкості.	8	4	-	3	1					
Тема 11. Загальна характеристика частотних критеріїв стійкості САУ. Принцип аргументу.	7	2	2	2	1					
Тема 12. Частотні критерії стійкості. Структурно-нестійкі САУ.	12	6	2	2	2					
Разом за змістовим модулем 4	30	14	4	7	5					
Змістовий модуль 5. Методи синтезу лінійних САУ та математичні моделі нелінійних і дискретних САУ										
Тема 13. Синтез САУ. Особливості методів синтезу САУ. Загальна характеристика послідовних та паралельних коригуючих пристроїв.	14	2	4	2	6					
Тема 14. Синтез послідовних та паралельних коригуючих пристроїв методом прямих бажаних ЛАЧХ. Синтез САУ методом зворотних бажаних ЛАЧХ.	22	8	4	2	8					
Тема 15. Загальна характеристика нелінійних САУ. Математичні моделі статичних характеристик типових нелінійних елементів.	12	2	3	2	5					
Тема 16. Загальна характеристика та математичні моделі дискретних САУ. Дослідження САУ методами сучасної теорії автоматичного управління.	12	4	-	2	6					
Разом за змістовим модулем 5	60	16	11	8	25					
Всього за модулем 2	90	30	15	15	30					
Модуль 3. Синтез слідкуючих систем управління										
Курсова робота на тему «Синтез слідкуючої системи управління кутом повороту антени РЛС»	90	-	-	-	90					
Усього годин	270	60	30	30	150					

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
5 семестр		
1	Ознайомлення з середовищем моделювання автоматичних систем та об'єктів керування - MATLAB. Дослідження типових задавальних впливів та збурень у системах управління на основі бібліотеки моделей Simulink	4
2	Дослідження усталених режимів та побудова статичних характеристик САУ	2
3	Моделі типових динамічних ланок та дослідження частотних характеристик типових динамічних ланок	4
4	Дослідження перехідних процесів та показників якості типових динамічних ланок та систем управління	2
5	Дослідження частотних характеристик лінійних систем управління	3
6 семестр		
6	Дослідження методів оцінки стійкості систем управління з використанням MATLAB (критерій Михайлова)	2
7	Дослідження частотних критеріїв стійкості неперервних САУ. Діаграма Боде.	2
8	Дослідження впливу коригуючих пристроїв та зворотних зв'язків на динамічні характеристики САУ.	2
9	Синтез САУ та методи налаштування ПІ- та ПІД-регуляторів	2
10	Синтез САУ на основі методу параметричної оптимізації	4
11	Дослідження нелінійних статичних характеристик та моделей САУ із змінною структурою	3

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
5 семестр		
1	Склад, принцип дії САУ. Умови і режими роботи. Основні вимоги до САУ. Принципи управління. Закони управління. Види регуляторів.	2
2	Статика САУ. Побудова статичних характеристик ланок та їх з'єднань. Побудова статичних характеристик розімкнутих та замкнутих САУ.	2
3	Вивчення методики формування диференціальних та операторних рівнянь елементів САУ. Передаточна функція та її зв'язок з рівнянням динаміки САУ (пряма і обернена задачі).	2
4	Алгебра передаточних функцій. Структурні перетворення САУ.	2
5	Формування рівнянь динаміки та передаточних функцій RLC коригуючих пристроїв.	2
6	Рівняння динаміки, перехідні процеси та передаточні функції типових динамічних ланок. Частотні характеристики, ЛАЧХ та ЛФЧХ типових динамічних ланок.	2
7	Побудова ЛАЧХ та ЛФЧХ лінійних САУ. Пряма та зворотна задачі.	3
6 семестр		
6	Умова стійкості САУ. Теореми Ляпунова.	1
7	Алгебраїчні критерії стійкості.	2
8	Частотні критерії стійкості. Запаси стійкості САУ.	4
8	Коригування систем управління на основі використання місцевих зворотних зв'язків.	2
9	Синтез коригуючих пристроїв САУ методом прямих та зворотних бажаних ЛАЧХ.	2
10	Нелінійні САУ. Типові нелінійні статичні характеристики елементів САУ. Методи лінеаризації.	2
11	Дискретні САУ. Методи квантування сигналів. Решітчаста функція. Дискретні перетворення.	2

Самостійна робота

Самостійна робота здобувача вищої освіти є однією з форм організації навчання, основною формою оволодіння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння здобувачем вищої освіти в процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався при проведенні навчальних занять.

Розподіл годин самостійної роботи для денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5 год. / на 1 лекцію;
- підготовка до практичних занять – 1 год. / 1 заняття;
- підготовка до лабораторних робіт – 1 год. / 1 робота;
- виконання та захист курсової роботи – 90 год.

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кільк. год, включаючи КР
5 семестр		
1	Підготовка до лекцій	7,5
2	Підготовка до виконання лабораторних робіт	7
3	Підготовка до виконання практичних робіт	7,5
4	Підготовка до заліку	8
5	<i>Разом за 5-й семестр</i>	30
6 семестр		
6	Підготовка до лекцій	7,5
7	Підготовка до виконання лабораторних робіт	7
8	Підготовка до виконання практичних робіт	7,5
9	Підготовка до екзамену	8
10	Виконання та захист курсової роботи	90
11	<i>Разом за 6-й семестр</i>	120
12	<i>Разом</i>	150

Індивідуальне науково дослідне завдання

Програмою передбачено наступні форми індивідуальної роботи:

- індивідуальні консультації з дисципліни, які проводяться зі студентами за окремим графіком, з метою отримання студентом відповіді на окремі теоретичні або практичні питання та для пояснення певних теоретичних положень чи аспектів їх практичного застосування;

- індивідуальне завдання, яке має на меті поглиблення, узагальнення та закріплення знань, які студенти отримують у процесі навчання, а також застосування цих знань на практиці;

- індивідуальне науково дослідне завдання у вигляді курсової роботи на тему «Синтез слідкуючої системи управління кутом повороту антени РЛС», яке спрямоване на практичну підготовку студента до самостійної діяльності у проектуванні САУ складними багатокомпонентними системами. Принципи проектування САУ із використанням методу зворотних бажаних ЛАЧХ допомагають студентам у розробці корегувальних пристроїв конкретної системи.

Метою виконання КР є закріплення теоретичних знань з дисципліни «Теорія автоматичного управління», набуття навиків у розробці, розрахунку та аналізі САУ.

Методичні вказівки, а також довідкова інформація, що міститься у літературних джерелах, наведених в даній програмі, складають теоретичну базу для ознайомлення студентів з принципами побудови, розрахунку та реалізації слідкуючих систем управління кутом повороту антени радіолокаційної станції.

Зміст КР полягає у розрахунку коригуючих пристроїв для забезпечення бажаних (заданих) показників якості системи управління кутом повороту антени радіолокаційної станції.

№	Назва етапів курсової роботи	Години сам. роб.
1	Видача завдань. Вибір функціональної схеми САУ та її основних елементів.	4
2	Побудова принципової схеми САУ та її математичної моделі.	8
3	Побудова зворотної бажаної ЛАЧХ.	8
4	Синтез послідовних та паралельних коригуючих пристроїв методом реалізації зворотних бажаних ЛАЧХ.	24
5	Визначення запасу стійкості внутрішнього контуру. Визначення запасів стійкості САУ в цілому.	10
6	Модель замкнутої системи управління кутом повороту антени радіолокаційної станції та побудова перехідного процесу.	10
7	Визначення показників якості САУ.	6
8	Вибір компонентів САУ.	10
9	Розробка презентації Microsoft Power Point з демонстрацією результатів курсової роботи	10
Разом		90

Результати курсової роботи оформлюються у вигляді пояснювальної записки та презентації Microsoft Power Point.

КР виконується студентом самостійно за консультативною допомогою викладача. Студент несе особисту відповідальність за прийняті в роботі рішення і правильність виконання графічної та текстової частин КР.

6.Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

- лекція;
- ілюстрування;
- практична робота;
- лабораторна робота;
- інструктаж;
- робота з літературою;
- методи контролю і самоконтролю:
 - контрольні роботи;
 - лабораторний контроль;
 - графічна перевірка.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- екзамен;
- залік;
- розрахунково-графічна (курсова) робота;

- презентації результатів виконання завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- завдання на лабораторному обладнанні;
- завдання на комп'ютерах.

7.Форми поточного та підсумкового контролю

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного модульного контролю (ПМК) у вигляді тестових завдань різної складності, захисту звітів з лабораторних робіт, роботи на практичних заняттях та підсумкового контролю у формі написання залікової контрольної роботи (у 5-му семестрі) та письмового екзамену (у 6-му семестрі).

Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний (модульний) контроль, результатів виконання лабораторних робіт, залікової контрольної роботи та екзамену. У разі успішного навчання протягом семестру, тобто своєчасного та якісного захисту лабораторних робіт, виконання практичних завдань, отримання мінімально встановленої суми балів по кожному модулю, підсумкова оцінка може бути виставлена без екзамену (заліку).

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Умовою допуску студента до КЗ є мінімальна сума балів, яку студент повинен набрати у разі виконання всіх елементів модулів. Якщо студент не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до КЗ і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок виконання додаткового індивідуального завдання.

Семестровий підсумковий контроль здійснюється в письмовій формі у вигляді залікової контрольної роботи (у 5-у семестрі) та екзамену у вигляді письмової екзаменаційної контрольної роботи та її усного захисту (у 6-у семестрі). Студент, який отримав за всі КЗ протягом семестру не менше 60 балів, за його бажанням, може бути звільненим від залікової контрольної роботи або екзамену. Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, складає підсумковий семестровий екзамен (проводиться у письмовій формі в екзаменаційну сесію), до якого він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 35 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову залікову роботу (залік) становить 30 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову екзаменаційну роботу (екзамен) становить 40 балів.

Екзаменаційні оцінки виставляються згідно шкали оцінювання ECTS.

Шкала оцінювання ECTS

Сума балів за результатом підсумкового контролю	Оцінка ECTS
90 – 100	A
82 – 89	B
74 – 81	C
64 – 73	D
60 – 63	E
35 – 59	FX
0 – 34	F

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Звіти з лабораторних завдань оцінюються за двома умовами:

- підготовка звіту;
- захист звіту.

Рівень підготовки звіту оцінюється за трьома критеріями:

- вчасність здавання звіту;
- правильність виконання завдання;
- відповідність оформлення звіту вимогам.

Рівень захисту звіту оцінюється за такими критеріями:

- правильність відповіді;
- оперативність надання відповіді.

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
5	Роботу виконано самостійно у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі, мету написання програми, складає алгоритм раціонального вирішення поставленої задачі. У висновках проведено коректну інтерпретацію результатів. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	Роботу виконано із підказками викладача у встановлений термін. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
3	Роботу виконано із підказками викладача з порушенням встановленого терміну. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	Роботу виконано із підказками викладача з порушенням встановленого терміну. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Складає звіт, що містить неточності і помилки.
1	Роботу виконано під керівництвом викладача з порушенням встановленого терміну. Студент пише програму за складеним під керівництвом викладача алгоритмом вирішення поставленої задачі. Складає звіт, що містить неточності і помилки.
0	Робота не виконується

Поточний модульний контроль реалізується у формі проведення контрольних робіт за кожним змістовним модулем. Кожна контрольна робота передбачає розв'язання 3-х завдань з ТАУ.

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
5-й семестр		
Виконання лабораторних робіт	5 x 5 балів = 25 балів	
Поточний модульний контроль	3 x 15 балів = 45 балів	
Всього	70 балів	
6-й семестр		
Виконання лабораторних робіт	6 x 5 балів = 30 балів	
Поточний модульний контроль	2 x 15 балів = 30 балів	
Всього	60 балів	

Кількість балів	Критерії оцінювання за виконання контрольної роботи в рамках відповідного поточного модульного контролю
15	Всі задачі розв'язані студентом повністю коректно, без помилок, з наведеними висновками.
10	Всі задачі студентом розв'язані, але містять неprincipові помилки; розв'язки задач наведені без висновків.
5	Не всі задачі студентом розв'язані коректно (прибл. 50%), містять принципові помилки; розв'язки задач наведені без висновків.
0	Всі задачі студентом розв'язані некоректно.

Параметри	Кільк.	Критерії оцінювання за виконання курсової роботи
-----------	--------	--

оцінювання	балів	
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи
	30	Робота оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	20	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих..
	10	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуюються.
	15	презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями;
	10	ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість
	5	ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання
	30	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	20	Студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання, та належно обґрунтувати положення роботи.
	10	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію.

Формування підсумкової оцінки

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
5-й семестр					
ЗМ1	Тема 1	-	-		
	Тема 2	Лабораторна робота 1	5		
	Тема 3	Лабораторна робота 2	5		
	Тема 4	-	-		
	ПМК1	КР	15		
ЗМ2	Тема 5	-	-		
	Тема 6	Лабораторна робота 3	5		
	ПМК2	КР	15		
ЗМ3	Тема 7	Лабораторна робота 4	5		
	Тема 8	Лабораторна робота 5	5		
	ПМК3	КР	15		
Підсумковий контроль		Залікова контрольна робота	30		
Всього			100		100
6-й семестр					
ЗМ4	Тема 9	-	-		
	Тема 10	-	-		
	Тема 11	Лабораторна робота 6	5		
	Тема 12	Лабораторна робота 7	5		
	ПМК4	КР	15		
ЗМ5	Тема 13	Лабораторна робота 8-9	10		
	Тема 14	Лабораторна робота 10	5		
	Тема 15	Лабораторна робота 11	5		
	Тема 16	-	-		
	ПМК5	КР	15		
Підсумковий контроль		екзамен	40		
Всього			100		100

Кількість балів	Критерії оцінювання за виконання залікової контрольної семестрової роботи, 5-й семестр (включає 2 теоретичні питання і одну задачу)
30	Студент вільно володіє матеріалом, знає будову та принцип роботи типових САУ, може класифікувати САУ, вміє провести розрахунки елементів САУ, скласти функціональну схему САУ, провести розрахунки показників якості та частотних характеристик САУ та типових динамічних ланок, виконати структурні перетворення САУ та скласти математичну модель RLC коригуючих пристроїв САУ
20	Студент знає принцип роботи типових САУ, орієнтується у конструкції їх елементів, вміє провести розрахунки елементів САУ, скласти функціональну схему САУ, провести розрахунки показників якості та частотних характеристик САУ
10	Студент має уявлення про структурні особливості типових ланок САУ, вміє скласти функціональну схему САУ з типових елементів автоматики
0	Студент має знання та вміння нижче рівня, визначеного попередньою оцінкою

Кількість балів	Критерії оцінювання за виконання екзаменаційної контрольної семестрової роботи, 6-й семестр (включає 2 теоретичні питання і одну задачу)
40	Студент вільно володіє матеріалом, знає і може застосовувати при дослідженні лінійних САУ теореми Ляпунова, алгебраїчні та частотні критерії стійкості, запаси стійкості САУ, методи синтезу послідовних та паралельних коригуючих пристроїв; володіє знаннями з основних характеристик та математичних моделей нелінійних та дискретних САУ
25	Студент знає і може застосовувати при дослідженні лінійних САУ теореми Ляпунова, алгебраїчні та частотні критерії стійкості, запаси стійкості САУ, методи синтезу послідовних та паралельних коригуючих пристроїв

10	Студент має уявлення про теореми Ляпунова, алгебраїчні та частотні критерії стійкості та методи синтезу послідовних та паралельних коригуючих пристроїв
0	Студент має знання та вміння нижче рівня, визначеного попередньою оцінкою

Формування оцінки за курсову роботу

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
40	20	40	100

Штрафні та заохочувальні бали за:

- відсутність на лекційному занятті без поважної причини..... – 1 бал
- недопуск до лабораторної роботи у зв'язку з незадовільним вхідним контролем..... – 1 бал
- несвоєчасний захист лабораторної роботи..... – 1 бал
- відсутність на занятті без поважної причини..... – 3 бали
- участь у олімпіадах з дисципліни, відповідно..... + 4,6, 8, 10 балів
- участь у модернізації лабораторних робіт чи виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни..... + 10 балів.

9. Засоби навчання

Для досягнення мети дисципліни та набуття бажаних результатів навчання передбачено застосування наступних засобів навчання:

- комп'ютери, елементи і пристрої систем автоматичного управління;
- мови програмування: Perl, Java, C/C#, Python;
- обчислювальні середовища: MATLAB, Simulink, Mathcad, Power Point.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Бахрушин В.Є. Теорія керування : навч. посіб. / В.Є. Бахрушин, Т.Ю. Огаренко. – Запоріжжя : КПУ, 2014. – 224 с.
2. Гоголюк П.Ф. Теорія автоматичного керування: навч. посіб. / П.Ф. Гоголюк, Т.М. Гречин. – Львів: Львівська політехніка, 2009. – 280 с.
3. Зайцев В.Г. Теорія керування економічними й технологічними процесами: Навч. посіб.—Д.: РВВ ДНУ, 2005.- 88 с.
4. Іванов А. О. Теорія автоматичного керування: Підручник. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. – 2003. – 250 с.
5. Кондратенко Ю.П. Комп'ютерні методи дослідження систем автоматичного управління. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисциплін “Теорія систем управління”. – Миколаїв, МДГУ, 2003. – 43 с.
6. Ладанюк, А. П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами : навч. посіб. / А. П. Ладанюк, К. С. Архангельська, Л. О. Власенко — К.: НУХТ, 2014. — 274 с.
7. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування: Підручник / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук. – Київ: «Либідь», 2007. – 656 с.
8. Системний аналіз складних систем управління: Навч. посіб. / А. П. Ладанюк, Я. В. Смітюх, Л. О. Власенко та ін. – К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
9. Сучасна теорія управління. Частина 2. Прикладні аспекти сучасної теорії управління [Електронний ресурс] / Ю. М. Ковриго, О. В. Степанець, Т. Г. Баган, О. С. Бунке // КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 155 с.
10. Теорія автоматичного управління: Підручник/ За ред. Г.Ф.Зайцева. — К.: Техніка, 2002.- 668 с.
11. Теорія систем керування: підручник / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусев, О.В. Герасіна, В.П. Щокін; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро: НГУ, 2017. – 497 с.
12. Шаруда В. Г. Методи аналізу і синтезу систем автоматичного керування: навч. посіб. / В. Г. Шаруда, В. В. Ткачов, М. П. Фількін. –Дніпропетровськ : Нац. гірнич. ун-т., 2008. – 543 с.

13. Кондратенко Ю.П., Сидоренко С.А., Кондратенко Г.В. Математичні моделі та аналіз систем автоматичного управління на основі сучасних комп'ютерних технологій. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисциплін "Теорія автоматичного управління" та "Теорія автоматичного регулювання". – Миколаїв. УДМУ, 2003. – 48 с.
14. Кондратенко Ю.П., Кондратенко Г.В., Підпригора Д.М., Сидоренко С.А. Збірник завдань до практичних занять з теорії автоматичного управління. – Миколаїв: НУК, 2004, 60 с.

Допоміжна література

15. Лурье Б.Я., Энрайт П.Дж. Классические методы автоматического управления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 640 с.
16. Никулин У.А. Основы теории автоматического управления: Частотные методы анализа и синтеза систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 640 с.
17. Краснопрошина А.А. и др. Современный анализ систем управления с применением MATLAB, Simulink, Control System: учеб. пособие / А. А. Краснопрошина [и др]. - К., : Корнійчук, 1999. - 144 с.
18. Филлипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 616 с.
19. Гудвин Г.К., Грабе С.Ф., Сальгадо М.Э. Проектирование систем управления. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2004. – 911с.
20. Дорф Р.К., Бишоп Р.Х. Современные системы управления. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2004. – 832с.
21. Азарсков В.М., Блохин Л.Н., Житецкий Л.С., Куслуль Н.Н. Робастные методы оценивания, идентификации и адаптивного управления. – К.: НАУ, 2004. – 500 с.
22. Аркадьев Ю.В., Панченко А.И., Попруга А.Г., Боярчук В.П. Проектирование по теории автоматического управления. – Херсон: ХГТУ, 2002. – 272 с.
23. Методическое руководство к курсовому проектированию по курсу "Судовые САУ". / Ткаченко А.Н., Гуров А.П., Шаповалова Н.Т. — Николаев: НКИ, 1976.
24. Филлипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 616 с.
25. Шарапов В.М., Минаев И.Г., Мусиенко М.П. Теория автоматического управления. – Черкассы: ЧГТУ, 2005. – 200 с.
26. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления. – СПб.: Политехника, 2003. – 302 с.
27. Крак Ю.В., Леонович О.Л. Оптимальне керування. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2005. – 106 с.
28. Кондратенко Ю.П., Кондратенко Г.В. Системи управління. Навчальний посібник. – Миколаїв: МДГУ ім. Петра Могили, 2006. – 84 с.
29. Гудвин Г.К., Гребне С.Ф., Сальгадо М.Э. Проектирование систем управления. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2004. – 911 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Теорія автоматичного керування. Підручник - http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/Popovich_2007_656.pdf
2. Теорія автоматичного керування. Опорний конспект лекцій - http://dSPACE.wunu.edu.ua/bitstream/316497/26489/1/lekzii_1.pdf
3. Control Theory Wiki – https://en.wikipedia.org/wiki/Control_theory
4. Automatic control theory - https://encyclopediaofmath.org/wiki/Automatic_control_theory
5. Automatic Control Theory - http://dSPACE.vgtu.lt/bitstream/1/1376/1/1335_Petrovas_Rinkeviciene_Automatic_web.pdf
6. Теорія автоматичного керування - https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BA%D0%B5%D1%80%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F

Питання для модульного контролю

МКР-1 : Структурна побудова і основні характеристики систем автоматичного управління

1. Основні поняття ТАУ. Розімкнена і замкнена САУ.
2. Типова функціональна схема САУ.
3. Класифікація САУ.
4. Принципи управління.
5. Закони управління.
6. Пряме і посереднє регулювання.
7. Статичне і астатичне регулювання.
8. Класифікація САУ за виглядом математичного опису.
9. Статика САУ, загальна характеристика усталених режимів.
10. Побудова статичних характеристик при різноманітних сполученнях ланок.
11. Побудова статичних характеристик замкнутих САУ.
12. Визначення коефіцієнта передачі.
13. Типові впливи в САУ.
14. Динаміка САУ, загальна характеристика динамічних режимів, перехідні процеси.
15. Поняття передаточної функції.
16. Властивості передаточної функції.

МКР-2 : Математичні основи теорії автоматичного управління

1. Алгебра передаточних функцій.
2. Перетворення структурних схем.
3. Види передаточних функцій.
4. Метод малих відхилень.
5. Лінеаризоване рівняння динаміки виконавчого елемента САУ - двигуна постійного струму (ДПС).
6. Приклади складання рівнянь динаміки та ПФ коригуючих RLC-елементів САУ.
7. Поняття про частотні характеристики.
8. Експериментальний спосіб побудови частотних характеристик.
9. Поняття ЛАЧХ і ЛФЧХ.

МКР-3 : Типові динамічні ланки та показники якості систем автоматичного управління

1. Загальна характеристика типових динамічних ланок:
 - підсилювальна ланка;
 - аперіодична ланка;
 - коливальна ланка;
 - ідеальна інтегруюча ланка;
 - ідеальна диференціальна ланка;
 - диференціальні ланки 1 і 2 порядку;
 - ланка запізнення.
2. Частотні характеристики типових динамічних ланок.
3. ЛАЧХ і ЛФЧХ типових динамічних ланок.
4. Побудова ЛАЧХ статичних розімкнутих САУ.
5. Побудова ЛАЧХ астатичних розімкнутих САУ.
6. Визначення ПФ САУ за виглядом її ЛАЧХ (зворотна задача).
7. Побудова ЛФЧХ розімкнутих САУ.
8. Діаграма Боде. Побудова ЛАЧХ і ЛФЧХ розімкнутих і замкнутих САУ.
9. Показники якості регулювання САУ при ступінчастому вхідному сигналі.
10. Показники якості регулювання САУ при гармонічному вхідному сигналі.
11. Інтегральні оцінки якості регулювання САУ.

МКР-4 : Алгебраїчні та частотні методи дослідження стійкості лінійних САУ.

1. Поняття стійкості САУ.
2. Умова стійкості САУ.
3. Теореми Ляпунова.

4. Критерії стійкості. Загальна характеристика.
5. Критерій стійкості Рауса.
6. Критерій стійкості Гурвіца.
7. Критерій Ляпунова-Шипара. Критерій Вишнеградського.
8. Принцип аргументу.
9. Критерій стійкості Михайлова.
10. Критерій стійкості Найквіста.
11. Логарифмічний частотний критерій стійкості.
12. Визначення запасів стійкості САУ.
13. Структурно-нестійкі САУ.

МКР-5 : Методи синтезу лінійних САУ та математичні моделі нелінійних і дискретних САУ

1. Загальні поняття про синтез САУ.
2. Загальна характеристика послідовних і паралельних коригуючих пристроїв (КП).
3. Загальна характеристика синтезу САУ методом реалізації бажаних ЛАЧХ (БЛАЧХ).
4. Синтез послідовних КП методом прямих БЛАЧХ.
5. Синтез паралельних КП методом прямих БЛАЧХ.
6. Загальна характеристика синтезу САУ методом реалізації зворотних бажаних ЛАЧХ.
7. Загальна характеристика ділянок ЗБЛАЧХ.
8. Зворотні БЛАЧХ 1, 2 та 3-го типів.
9. Загальний порядок синтезу слідкуючих САУ.
10. Синтез послідовних КП методом зворотних БЛАЧХ.
11. Синтез паралельних КП методом зворотних БЛАЧХ для слідкуючих САУ.
12. Розподільна ланка: її роль, ПФ і частотні характеристики.
13. Загальні властивості статичних характеристик нелінійних СК.
14. Статичні характеристики типових нелінійностей із зламами.
15. Статичні характеристики типових нелінійностей розривного типу.
16. Статичні характеристики типових нелінійностей з гістерезисними властивостями.
17. Методи лінеаризації нелінійних САУ.
18. Загальна характеристика дискретних САУ.
19. Методи квантування неперервних сигналів.
20. Методи дискретного перетворення.
21. Теореми Z-перетворення. Математичні моделі дискретних САУ.
22. Передаточна функція дискретної САУ.
23. Поняття ґратчастої функції.
24. Рекурентна та різницева форми рівнянь дискретних САУ.