

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

ХЕРСОНСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра автоматики та електроустаткування

T7627



ЗАТВЕРДЖЕНО
Заступник директора з
навчальної роботи
к.т.н., проф. Дудченко О.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ
І ЕНЕРГОТЕХНІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ
Management systems of technological facilities
and power engineering processes

рівень вищої освіти	<i>перший (бакалаврський)</i>
тип дисципліни	<i>обов'язкова</i>
мова(и) викладання	<i>українська</i>

Херсон – 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Системи керування технологічними об'єктами і енерготехнічними процесами» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 15 - «Автоматизація та приладобудування», спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» освітньо-професійна програма «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами»

„ 27 ” серпня 2023 року. – 50 с.

Розробник: Філіпчук О.М., старший викладач кафедри автоматки та електроустаткування

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Системи керування технологічними об'єктами і енерготехнічними процесами» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми

«Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами»

канд. техн. наук, доцент



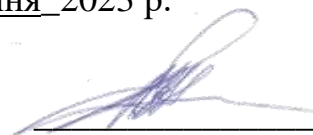
В.А. Надточій

Проект робочої програми навчальної «Системи керування технологічними об'єктами і енерготехнічними процесами» розглянуто на засіданні кафедри автоматки та електроустаткування

Протокол №01 від « 28 » серпня 2023 р.

Завідувач кафедри

канд. техн. наук, доцент



А.В. Надточій

Робоча програма навчальної дисципліни «Системи керування технологічними об'єктами і енерготехнічними процесами» затверджена методичною радою ХННІ НУК

Протокол №01 від « 29 » серпня 2023 р.

Голова МР ХННІ НУК



О.М. Дудченко

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	7
3. Передумови для вивчення дисципліни	8
4. Очікувані результати навчання	8
5. Програма навчальної дисципліни	9
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	25
7. Форми поточного та підсумкового контролю	26
8. Критерії оцінювання результатів навчання	32
9. Засоби навчання	34
10. Рекомендовані джерела інформації	35
Додаток 1	38
Додаток 2	40

ВСТУП

Анотація

Освітньо-професійною програмою «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами» підготовки бакалаврів передбачено опанування здобувачами вищої освіти основними положеннями регульованого електропривода і вмінням користуватися ними при визначенні розрахункових параметрів елементів регульованого електропривода, оволодіння методами моделювання систем регульованих електроприводів і оцінки результатів моделювання автоматизованих електроприводів технологічних об'єктів, комплексів і транспортних засобів та способів економії енергії.

Програма навчальної дисципліни «Системи керування технологічними об'єктами і енерготехнічними процесами» розрахована на здобувачів вищої освіти, які вивчили вищу математику; фізику, основи метрології і електричних вимірів; теоретичні основи електротехніки; електричні машини; основи автоматичного регулювання і управління. Програма передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв'язання прикладних задач з розробки, проектування, дослідження та налагодження сучасного регульованого електропривода, проводити аналіз ефективності прийнятих проектних рішень.

Дисципліна «Системи керування технологічними об'єктами і енерготехнічними процесами» носить міждисциплінарний характер, вона забезпечує підготовку здобувачів вищої освіти до вивчення навчальних дисциплін, «Основи електроенергетики та енергозбереження в автоматизованих енергетичних комплексах» та «Мікропроцесорні комплекси і системи діагностики, контролю та керування технологічними процесами», а також розробку відповідних розділів кваліфікаційної випускної роботи бакалавра.

Ключові слова: системи автоматичного керування електроприводами; методи проектування, електротехнічні перетворювачі, електродвигуни, об'єкт керування, регулятори, контур регулювання моменту (струму) та швидкості, оптимальне керування.

Abstract

The educational and professional program "Automated control of technological objects and complexes" of bachelor's training provides for students of higher education to master the basic provisions of a regulated electric drive and the ability to use them when determining the calculation parameters of the elements of a regulated electric drive, mastering the methods of modeling systems of regulated electric drives and

evaluating the results of modeling automated electric drives of technological facilities, complexes and vehicles and energy saving methods.

The program of the study discipline "Management systems of technological objects and power engineering processes" is designed for students of higher education who have studied higher mathematics; physics, basics of metrology and electrical measurements; theoretical foundations of electrical engineering; electric machines; basics of automatic regulation and control. The program provides for the comprehensive application of the acquired competencies to solve applied problems in the development, design, research and debugging of a modern adjustable electric drive, to conduct an analysis of the effectiveness of the adopted project decisions.

The discipline "Management systems of technological objects and energy engineering processes" is interdisciplinary in nature, it provides the preparation of students of higher education for the study of educational disciplines, "Fundamentals of electric power engineering and energy saving in automated energy complexes" and "Microprocessor complexes and systems of diagnostics, control and management of technological processes ", as well as the development of the relevant sections of the bachelor's thesis.

Keywords: systems of automatic control of electric drives; design methods, electrotechnical converters, electric motors, control object, regulators, torque (current) and speed regulation circuit, optimal control.

1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 8	Галузь знань 15 - «Автоматизація та приладобудування»	обов'язкова	
Модулів – 4		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		4-й	4-й
Електронний адрес на сайті ХННІ НУК:		Семестр	
http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/b-automation-and-computer-integrated-technologies-b.html	Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Освітня програма: «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами»	7,8-й	7,8-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання “Моделювання процесів оптимального керування в електроприводі”		Лекції	
		7-й семестр – 30 год.	– 10 год.
		8-й семестр – 30 год.	– 12 год.
		Практичні	
		7-й семестр – 15 год.	– 4 год.
		8-й семестр – 15 год.	– 10 год.
		Лабораторні	
		7-й семестр – 15 год.	– 4 год.
8-й семестр – 15 год.		– 4 год.	
Загальна кількість годин – 240	Самостійна робота		
	7-й семестр – 15 год.	– 57 год.	
	8-й семестр – 15 год.	– 49 год.	
	Індивідуальні завдання: – 90 год.		
	Вид контролю: 7-й семестр – екзамен 8-й семестр – екзамен, курсова робота		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 7-й семестр – 4 8-й семестр – 4 самостійної роботи здобувача 7-й семестр – 1 8-й семестр – 7	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Форма контролю:	
		комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Системи керування технологічними об'єктами і енерготехнічними процесами» є набуття навичок в розробці, проектуванні, дослідженні та налагодженні сучасного регульованого електропривода, опанування основними положеннями регульованого електропривода і вмінням користуватися ними при визначенні розрахункових параметрів елементів регульованого електропривода, оволодіння методами моделювання систем регульованих електроприводів і оцінки результатів моделювання, набуття знань з енергетики автоматизованих електроприводів технологічних об'єктів, комплексів і транспортних засобів та способів економії енергії. Згідно зі Стандартом вищої освіти України, затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 04.10.2018 року № 1071 вивчення означеної дисципліни сприятиме формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Інтегральна компетентність

– здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ФК13. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ФК14. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ФК15. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи, аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

ФК16. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх

архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

ФК18. Здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ФК23*. Розуміння сутності та основ автоматизованих систем керування технологічних об'єктів та процесів у різних галузях діяльності, застосування енергозберігаючих технологій в об'єктах та процесах автоматизації.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: вища математика; фізика, основи метрології і електричних вимірів; теоретичні основи електротехніки; електричні машини; основи автоматичного регулювання і управління, основи теорії електроприводів.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувача вищої освіти таких результатів навчання:

ПР04. Розуміти сутність 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.

ПР05. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ПР06. 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.

ПР08. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

ПР011. Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ПР012. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

ПР015*. Вміти застосовувати на практиці інструментальні засоби для реалізації і модернізації систем автоматизації технологічних об'єктів та комплексів промислових підприємств і підприємств морегосподарського комплексу.

5. Програма навчальної дисципліни

7-й семестр

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Проектування і побудова електромеханічних систем автоматичного керування.

Тема 1. Вступ. Загальна характеристика автоматизованих електроприводів.

Терміни та визначення. Узагальнена функціональна схема АЕП. Функції, що виконують АЕП. Основна мета автоматичного керування електроприводом. Завдання, розв'язувані АЕП

Джерела інформації: [1] с. 9-11; [2] с. 3-10; [4] с. 4-7; [7] с. 5-11; [15-20].

Тема 2. Класифікація систем керування приводами промислових установок і технологічних комплексів.

Електропривод як складова електромеханічної системи автоматичного керування. Електромеханічні системи автоматизації. Види електромеханічних систем автоматичного керування та електроприводів.

Джерела інформації: [1] с. 12-13; [3] с. 6-11; [6] с. 5-12; [7] с. 5-11; [15-20].

Тема 3. Показники якості процесів керування електромеханічними системами.

Структура узагальненої електромеханічної системи автоматизації. Головні показники якості САК.

Джерела інформації: [1] с. 17-31; [2] с. 7-20, 116-118; [4] с. 8-10; [5] с. 10-16, 25-33; [7] с. 5-11; [15-20].

Тема 4. Основи системного проектування автоматичних систем керування електроприводами.

Технічне проектування. Загальний підхід до проектування СКЕП. Задачі та особливості синтезу ЕМСАК. Синтез систем керування.

Джерела інформації: [7] с. 21-30, 33-37; [15-20].

Тема 5. Проектування лінійних систем керування автоматизованих електроприводів.

Принципи побудови АСК ЕП. Оптимальне керування електроприводами. Підвищення якості ЕМСАК на основі застосування принципів теорії інваріантності.

Джерела інформації: [1] с. 32-44; [2] с. 116-130, 164-172, 186-213; [4] с. 92-107; [7] с. 21-30, 33-37; [15-20].

Тема 6. Типові закони керування та реалізація регуляторів на аналогових пристроях.

Лінійні частотно-незалежні схеми пристроїв на операційних підсилювачах. Лінійні частотно-залежні схеми пристроїв на операційних підсилювачах.

Джерела інформації: [3] с. 16-60; [5] с. 6-24; [15-20].

Тема 7. Електроприводи, як об'єкти керування та вибір змінних в залежності від задач керування.

Загальні особливості технологічних об'єктів. Коефіцієнт самовирівнювання і його вплив на динамічні характеристики об'єкта керування.

Джерела інформації: [5] с. 21-60; [7] с. 11-16; [15-20].

Модуль 2

Змістовий модуль 2. Системи керування автоматизованими електроприводами постійного струму.

Тема 8. Математичний опис автоматичних систем керування електроприводами постійного струму.

Математичний опис нелінійних АСК ЕП і їх лінеаризація. Форми математичного опису лінеаризованих АСУ ЕП.

Джерела інформації: [1] с. 239-259; [2] с. 60-79, 351-353, 359-360; [7] с. 38-42; [15-20].

Тема 9. Математичний опис автоматичних систем керування електроприводами з асинхронними двигунами.

Особливості автоматичних систем керування швидкістю електроприводів змінного струму. Математичний опис асинхронного двигуна при керуванні частотою та напругою статора.

Джерела інформації: [1] с. 335-346; [2] с. 60-79, 351-360; [7] с. 84-96; [15-20].

Тема 10. Математичний опис асинхронного електродвигуна при керуванні з боку ротора.

Введення в кожну з фаз ротора додаткової ЕРС, погодженої по частоті, амплітуді й фазі з ЕРС ротора. Математичний опис асинхронного електродвигуна при регулюванні додаткового опору в ланцюзі ротора.

Джерела інформації: [2] с. 125-128, 474-477; [4] с. 92-107; [15-20].

Тема 11. Одно контурні схеми системи керування електроприводами з зворотними зв'язками по напрузі, струму та швидкості.

Замкнуті одно контурні системи автоматизованих АЕП постійного струму. Статичні характеристики одно контурної системи АЕП з негативним зворотним зв'язком по напрузі. Статичні характеристики одно контурної системи АЕП зворотним зв'язком по струму. Статичні характеристики одно контурної системи АЕП з негативним зворотним зв'язком по швидкості.

Джерела інформації: [1] с. 260-269; [4] с. 107-121; [7] с. 53-58; [15-20].

Тема 12. Метод підпорядкованого регулювання координат у багато контурних системах керування електроприводами.

Структура системи підпорядкованого регулювання координат. Визначення передаточних функцій регуляторів. Система підпорядкованого регулювання тиристорний перетворювач—двигун постійного струму зі зворотним зв'язком за швидкістю. Система підпорядкованого регулювання швидкості з зворотним зв'язком за ЕРС.

Джерела інформації: [1] с. 270-277; [2] с. 164-175, 480-487; [5] с. 81-116; [15-20].

Тема 13. Оптимізація багато контурних систем керування електроприводами.

Оптимізація контуру швидкості. Одно кратноінтегруюча система АЕП. Дво кратноінтегруюча система АЕП. Двонизний автоматизований електропривод з підлеглим регулюванням параметрів.

Джерела інформації: [1] с. 278-289; [2] с. 468-473; [4] с. 121-229; [7] с. 59-64; [15-20].

Тема 14. Аналіз та синтез систем керування двозонного регулювання координат автоматизованого електроприводу.

Повна структурна схема двозонного АЕП з підлеглим регулюванням параметрів. Оптимізація контурів регулювання. Оптимізація контуру потоку з датчиком струму збудження. Оптимізація контуру ЕРС і його лінеаризація. Принципова (блокова) схема керування збудженням електродвигуна у двохзонному реверсивному по якорю АЕП

Джерела інформації: [4] с. 239-249; [5] с. 25-33; [7] с. 17-21; [15-20].

Тема 15 Вплив стандартних налаштувань регуляторів на динамічні й статичні характеристики контуру.

Оптимізація контурів регулювання. Оптимізація контуру регулювання на модульний оптимум, об'єкт якого містить більшу й малу інерційності. Застосування П-регулятора для контуру, об'єкт якого містить більшу й малу інерційності. Оптимізація контуру на МО контуру, об'єкт якого має інтегруючу ланку й ланку з малою постійною часу. Оптимізація контуру на СО, об'єкт якого містить інтегруючу ланку й ланка з малою постійною часу.

Джерела інформації: [1] с. 290-310; [4] с. 239-249; [5] с. 25-33; [7] с. 17-21; [15-20].

8-й семестр

Модуль 3

Змістовий модуль 3. Системи керування автоматизованими електроприводами змінного струму.

Тема 16. Регулювання швидкості автоматизованих електроприводів шляхом зміни напруги статора.

Способи регулювання швидкості асинхронного електропривода. Електромеханічні системи з асинхронним електроприводом при фіксованій частоті живлення. Керування асинхронним електроприводом зміною напруги живлення. Тиристорний регулятор напруги. Пристрої плавного пуску на основі тиристорного регулятора напруги

Джерела інформації: [1] с. 362-401; [2] с. 321-354; [7] с. 82-107; [15-20].

Тема 17. Замкнені системи регулювання швидкості автоматизованих електроприводів шляхом зміни напруги статора.

Асинхронний електропривод з регулюванням напруги на статорі. Синтез регуляторів швидкості й струму в замкнутій системі регулювання швидкості

Джерела інформації: [1] с. 362-365; [2] с. 498-511; [4] с. 179-1189; [15-20].

Тема 18. Системи частотного регулювання швидкості АД.

Особливості керування машиною змінного струму, поняття про скалярне та векторне керування. Системи скалярного керування частотно-регульованого асинхронного електропривода. Розімкнуті системи частотного керування електроприводами.

Джерела інформації: [1] с. 410-422; [2] с. 512-526; [4] с. 189-195; [5] с. 177-184, 234-243; [7] с. 97-113; [15-20].

Тема 19. Системи частотного керування електроприводами з зворотними зв'язками по ЕРС статора, швидкості та струму двигуна.

Частотне керування електродвигунами у статичних режимах. Системи частотного керування швидкістю АД з функціональними перетворювачами координат.

Джерела інформації: [2] с. 534-549; [4] с. 195-198; [5] с. 192-204; [7] с. 113-116; [15-20].

Тема 20. Замкнені системи частотного регулювання швидкості асинхронних двигунів.

Замкнуті системи частотного керування електроприводами. Системи частотного керування АД зі зворотним зв'язком по струму статора. Системи частотного керування АД з негативним зворотним зв'язком по швидкості.

Джерела інформації: [1] с. 410-422; [2] с. 526-534; [4] с. 198-204; [7] с. 116-119; [15-20].

Тема 21. Системи векторного керування частотно-регульованого асинхронного електропривода.

Принцип векторного керування. Поняття про векторне керування. Система векторного керування з опорним вектором потокозчеплення $\bar{\psi}_\mu$. Система векторного керування з опорним вектором потокозчеплення $\bar{\psi}_1$. Система векторного керування з опорним вектором потокозчеплення $\bar{\psi}_2$.

Джерела інформації: [1] с. 423-430; [2] с. 549-552; [4] с. 205-210; [7] с. 119-125; [15-20].

Тема 22. Системи керування частотно-регульованого асинхронного електропривода при керуванні за вектором потокозчеплення ротора двигуна.

Структурна схема АД при керуванні по вектору потокозчеплення ротора. Векторне керування при живленні АД від ПЧ з АІС. Векторне керування АД при його живленні від джерела напруги.

Джерела інформації: [1] с. 431-436; [2] с. 552-558; [4] с. 210-220; [7] с. 125-131; [15-20].

Модуль 4

Змістовий модуль 4. Системи регулювання моменту та швидкості автоматизованих електроприводів

Тема 23. Системи стабілізації швидкості автоматизованих електроприводів.

Особливості систем стабілізації швидкості. Основні вимоги до систем стабілізації швидкості. Основні структури систем стабілізації швидкості.

Джерела інформації: [2] с. 459-462; [7] с. 161-175; [15-20].

Тема 24. Системи стабілізації швидкості точних електроприводів.

Цифроаналогові й цифрові системи стабілізації швидкості точних електроприводів. Реалізація цифрових пристроїв систем стабілізації швидкості електроприводів. Динаміка цифроаналогової системи керування електроприводами.

Джерела інформації: [2] с. 462-468; [7] с. 175-186; [15-20].

Тема 25. Системи керування позиційних і слідкуючих автоматизованих електроприводів.

Загальна характеристика електроприводів. Структура позиційних і слідкуючих електроприводів. Математична модель слідкуючого АЕП.

Джерела інформації: [2] с. 96-98; [4] с. 234-239; [7] с. 199-208; [15-20].

Тема 26. Оптимальне керування позиційними і слідкуючими електроприводами.

Якісні показники слідкуючих систем керування електроприводами. Відмінність систем керування позиційними електроприводами. Оптимізація систем керування позиційними і слідкуючими електроприводами.

Джерела інформації: [2] с. 96-98, 118-125, 166-186; [7] с. 208-210; [15-20].

Тема 27. Системи керування програмними автоматизованими електроприводами.

Програмне керування. Класифікація систем програмного керування. Загальна структура систем ЧПК.

Джерела інформації: [7] с. 232-244; [15-20].

Тема 28. Формування законів керування програмними АСК ЕП.

Системи числового програмного керування металообробних верстатів. Керуючі технологічні програми. Підготовка числових програм на підставі геометричної й технологічної інформації. Кодування й відтворення числової програмної інформації. Інтерполятори.

Джерела інформації: [7] с. 235-245, 271-277; [15-20].

Тема 29. Основні положення по організації адаптивних систем керування електроприводами.

Завдання керування нестационарними системами електроприводів і механізмів. Класифікація систем адаптивного керування.

Джерела інформації: [1] с. 476-484; [2] с. 595-597; [4] с. 147-148; [7] с. 293-299; [15-20].

Тема 30. Безпошукові адаптивні системи керування електроприводами.

БАС із еталонною моделлю у вигляді динамічної ланки з бажаною динамікою (АСЕМ) БАС із налагоджуваною моделлю (НМ) у вигляді адаптивного пристрою, що спостерігає (АСНМ).

Джерела інформації: [1] с. 485-488; [2] с. 598-617; [4] с. 148-158; [7] с. 299-325; [15-20].

5.1 Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	л.з	п.з	к.п	с.р.		л	л.з	п.з	к.п	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7-й семестр												
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Проектування і побудова електромеханічних систем автоматичного керування.												
Тема 1. Вступ. Загальна характеристика автоматизованих електроприводів.	4	2	2	-	-	-	3					3
Тема 2. Класифікація систем керування приводами промислових установок і технологічних комплексів.	4	2	-	2	-	-	3					3
Тема 3. Показники якості процесів керування електромеханічними системами.	4	2	2	-	-	-	5	2				3
Тема 4. Основи системного проектування автоматичних систем керування електроприводами.	4	2	-	2	-	-	3					3
Тема 5. Проектування лінійних систем керування автоматизованих електроприводів	4,5	2	2	-	-	0,5	5		2			3
Тема 6. Типові закони керування та реалізація регуляторів на аналогових пристроях.	4,5	2	-	2	-	0,5	5			2		3
Тема 7. Електроприводи, як об'єкти керування та вибір змінних в залежності від задач керування.	5	2	2	-	-	1	6	2				4
Разом за модулем 1	30	14	8	6	-	2	30	4	2	2	-	22
Модуль 2												
Змістовий модуль 2. Системи керування автоматизованими електроприводами постійного струму.												
Тема 8. Математичний опис автоматичних систем керування електроприводами постійного струму.	5	2	-	2		1	6			2		4
Тема 9. Математичний опис автоматичних систем керування електроприводами з асинхронними	6	2	2	-		2	6					6

двигунами.												
Тема 10. Математичний опис асинхронного електродвигуна при керуванні з боку ротора.	5	2	-	2		1	5	2				3
Тема 11. Одно контурні схеми системи керування електроприводами з зворотними зв'язками по напрузі, струму та швидкості.	6	2	2	-		2	7		2			5
Тема 12. Метод підпорядкованого регулювання координат у багато контурних системах керування електроприводами.	5	2	-	2		1	6	2				4
Тема 13. Оптимізація багато контурних систем керування електроприводами.	6	2	2	-		2	5					5
Тема 14. Аналіз та синтез систем керування двозонного регулювання координат автоматизованого електроприводу.	6	2	-	2		2	5					5
Тема 15. Вплив стандартних налаштувань регуляторів на динамічні й статичні характеристики контуру.	6	2	1	1		2	5	2				3
Разом за модулем 2	45	16	7	9	-	13	45	6	2	2	-	35
Усього за семестр	75	30	15	15	-	15	75	10	4	4	-	57
8-й семестр												
Модуль 3												
Змістовий модуль 3. Системи керування автоматизованими електроприводами змінного струму.												
Тема 16. Регулювання швидкості автоматизованих електроприводів шляхом зміни напруги статора.	4	2	2	-		-	2					2
Тема 17. Замкнені системи регулювання швидкості автоматизованих електроприводів шляхом зміни напруги статора.	4,5	2	-	2		0,5	7	2		2		3
Тема 18. Системи частотного регулювання швидкості асинхронних двигунів.	4	2	2	-		-	3					3
Тема 19. Системи частотного керування електроприводами з зворотними зв'язками по ЕРС статора, швидкості та струму двигуна.	4	2	-	2		-	7	2		2		3
Тема 20. Замкнені системи частотного регулювання швидкості асинхронних двигунів.	4,5	2	2	-		0,5	5		2			3

Тема 21. Системи векторного керування частотно-регульованого асинхронного електропривода.	4,5	2	-	2		0,5	3					3
Тема 22. Системи керування частотно-регульованого асинхронного електропривода при керуванні за вектором потокозчеплення ротора двигуна	4,5	2	2	-		0,5	3					3
Разом за модулем 3	30	14	8	6	-	2	30	4	2	4	-	20
Модуль 4												
Змістовий модуль 4. Системи регулювання моменту та швидкості автоматизованих електроприводів												
Тема 23. Системи стабілізації швидкості автоматизованих електроприводів.	5	2	-	2		1	8	2		2		4
Тема 24. Системи стабілізації швидкості точних електроприводів.	6	2	2	-		2	6		2			4
Тема 25. Системи керування позиційних і слідкуючих автоматизованих електроприводів.	5	2	-	2		1	7	2		2		3
Тема 26. Оптимальне керування позиційними і слідкуючими електроприводами.	6	2	2	-		2	4					4
Тема 27. Системи керування програмними автоматизованими електроприводами.	6	2	-	2		2	7	2		2		3
Тема 28. Формування законів керування програмними АСК ЕП.	6	2	2	-		2	4					4
Тема 29. Основні положення по організації адаптивних систем керування електроприводами.	6	2	-	2		2	5	2				3
Тема 30. Безпошукові адаптивні системи керування електроприводами.	5	2	1	1		1	4					4
Разом за модулем 4	45	16	7	9	-	13	45	8	2	6	-	29
Усього за семестр	75	30	15	15	-	15	75	12	4	10	-	49
Курсовий проект												
	8-й семестр						8-й семестр					
Модуль 3												
Розділ 1. Аналіз сучасних системи керування промисловими електроприводами.	5				-	5	5				-	5

Розділ 2. Побудова і розрахунок силової частини електроприводу.	15				-	15	15				-	15
Розділ 3. Оптимальні параметри налаштування контуру регулювання струму.	15				-	15	15				-	15
Розділ 4. Дослідження електромеханічних характеристик у контурі регулювання струму.	10				-	10	10				-	10
Модуль 4												
Розділ 5. Оптимальні параметри налаштування контуру регулювання швидкості.	10				-	10	10				-	10
Розділ 6. Дослідження швидкісних характеристик у контурі регулювання швидкості.	10				-	10	10				-	10
Розділ 7. Моделювання перехідних процесів та визначення оптимальних налаштувань контурів регулювання.	10				-	10	10				-	10
Оформлення пояснювальної записки та креслень.	13				-	13	13				-	13
Захист курсового проекту.	2				2	-	2				2	-
Разом за етапами курсового проектування	90	-	-	-	2	88	90	-	-	-	2	88
Усього годин	240	60	30	30	2	118	240	22	8	14	2	194

Примітка. Для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до тематичного плану.

5.2. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Семестр 7			
1.	Загальні положення по підготовці до виконання лабораторних робіт. Проведення інструктажу з електробезпеки при використанні лабораторного устаткування.	2	-
2.	Знайомство із загальною структурою промислової системи управління електропривода подачі. [1-7,8,9], робота 1	4	-
3.	Дослідження загальної структури і силового ланцюга комплектного електропривода. [1-7,8,9], робота 2	2	-
4.	Знайомство із функціональною схемою лабораторного стенда системи управління електропривода постійного струму та одержання навичок роботи з ним. [1-7,8,9], робота 3	2	-
6.	Дослідження принципу роботи та конструкції регуляторів в системі управління електропривода. [1-7,8,9], робота 4	2	-
7.	Дослідження принципу роботи та конструкції блоків системи захисту електропривода. [1-7,8,9], робота 5	3	2
Разом за семестр		15	2
Семестр 8			
8.	Загальні положення по підготовці до виконання лабораторних робіт. Проведення інструктажу з електробезпеки при використанні лабораторного устаткування.	2	-
9.	Методика налагодження елементів системи управління електропривода постійного струму. [1-7,8,9], робота 6	4	-
10.	Вплив параметрів настроювання регуляторів на динамічні характеристики системи управління електропривода постійного струму. [1-7,8,9], робота 7	2	-
11.	Аналіз динаміки системи управління електропривода постійного струму при зміні законів регулювання. [1,5], робота 8	2	2
12.	Вплив адаптивного регулятора на динамічні характеристики системи управління електропривода постійного струму. [1-7,8,9], робота 9	2	2
13.	Знайомство із функціональною схемою лабораторного стенда системи управління електропривода змінного струму та одержання навичок роботи з ним. [1-7,8,9], робота 10	3	-
Разом за семестр		15	4
Разом		30	4

5.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Семестр 7			
Модуль 1			
1	Вихідні параметри і постійні коефіцієнти основних елементів та вузлів систем автоматизованого електропривода. <i>Джерела інформації [1-7,10,11,21-24].</i>	2	-
2	Розрахунок параметрів та складання структурних схем генератора постійного струму. <i>Джерела інформації [1-7,10,11,21-24].</i>	2	-
3	Розрахунок параметрів та складання структурних схем двигунів постійного струму. <i>Джерела інформації [1-7,10,11,21-24].</i>	2	-
Модуль 2			
4	Розрахунок параметрів та складання структурних схем двигунів змінного струму. <i>Джерела інформації [1-7,10,11,21-24].</i>	2	-
5	Розрахунок та обрання елементів тиристорних перетворювачів та систем тиристорного електропривода. <i>Джерела інформації [1-7,10,11,21-24].</i>	2	-
6	Розрахунок та обрання елементів типових регуляторів систем керування електроприводами постійного струму. <i>Джерела інформації [1-7,10,11,21-24].</i>	2	-
7	Рівняння, передаточні функції та структурні схеми систем керування електроприводу. <i>Джерела інформації [1-7,10,11,21-24].</i>	3	-
Разом за семестр		15	4
Семестр 8			
Модуль 3			
8	Система тиристорний перетворювач – двигун з підлеглими зворотними зв'язками. <i>Джерела інформації [1-7,10,11,21-24].</i>	2	-
9	Рівняння, передаточні функції та структурні схеми систем автоматичного електроприводу. <i>Джерела інформації [1-7,10,11,21-24].</i>	2	-
10	Аналіз стійкості систем автоматизованого електроприводу. <i>Джерела інформації [1-7,10,11,21-24].</i>	2	-
11	Вибір коригувальних пристроїв з умов заданих показників якості. <i>Джерела інформації [1-7,10,11,21-24].</i>	2	-
Модуль 4			
12	Розрахунок пристрою плавного пуску з двома регульованими фазами для запуску насосу. <i>Джерела інформації [1-7,11,21-24].</i>	2	-

13	Розрахунок пристрою плавного пуску з трьома регульованими фазами для запуску відцентрового вентилятора. <i>Джерела інформації [1-7,11,21-24].</i>	2	-
14	Розрахунок компонентів системи «Децентралізований перетворювач частоти – асинхронний двигун» для підйомного механізму <i>Джерела інформації [1-7,11,21-24].</i>	3	-
Разом за семестр		15	8
Разом		30	12

5.4. Самостійна робота

Під час самостійної роботи здобувач вищої освіти повинен закріпити теоретичний лекційний матеріал, навчитися самостійно працювати з літературою. Тематика самостійної роботи здобувачів вищої освіти направлена на вивчення основних тем програми дисципліни, виконання практичних завдань та проблемні питання курсу.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
7-й семестр		
Модуль 1		
1.	Стан і перспективи розвитку силових напівпровідникових елементів регульованого електропривода. /[6] с. 7-12; [1-5,7,15-20]/	1
4.	Загальні положення і принципи фаззи-логіки. Структура і алгоритм фаззи-керування. /[2] с. 70-79; [4] с. 68-82, [1,3,5-7,15-20]/	1
Модуль 2		
5.	Регулятори (переривачі) змінного струму. Схеми запуску керованих напівпровідникових приладів у регуляторах напруги. /[3] с. 109-120; [1,2,4-7,15-20]/	2
6.	Перетворювальні пристрої. Автономні інвертори. Інвертори напруги на повністю керованих напівпровідникових приладах. /[3] с. 109-120; [1,2,4-7,15-20]/	2
7.	Перетворювальні пристрої. Інвертори ведені мережею. Вплив перетворювальних пристроїв на мережу. /[3] с. 109-120; [1,2,4-7,15-20]/	2
8.	Приклад побудови системи модального керування з наглядцем для електропривода постійного струму. /[4] с. 102-107; [1-3,5-7,15-20]/	2
9.	Метод послідовної корекції з підпорядкованим регулюванням координат. /[5] с. 34-54; [1-4,6,7,15-20]/	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
10.	Принципи оптимізації в системах підлеглого регулювання. Порядок синтезу контурів в системах електроприводу з підлеглим регулюванням. / [20] с. 227-236; [1-7,15-19]/	3
Разом за семестр годин		15
8-й семестр		
Модуль 3		
14.	Регулювання координат електропривода з двигуном постійного струму незалежного збудження зміною напруги якоря. / [6] с. 58-65; [1-5,7,15-20]/	1
15.	Система керування "перетворювач – двигун" / [6] с. 58-65; [1-5,7,15-20]/	1
Модуль 4		
23.	Реостатне регулювання моменту та швидкості в приводах з асинхронними двигунами. / [6] с. 95-111; [1-5,7,15-20]/	2
24.	Система частотного керування асинхронним двигуном. Асинхронні електроприводи з частотно-параметричним регулюванням швидкості. [6] с. 115-128; [20] с. 264-265; [1-5,7,15-19]/	2
25.	Оптимізація систем стабілізації швидкості з урахуванням регулярних і випадкових складових збурень та перешкод. / [3] с. 172-192; [7] с. 169-175, 181-186; [1,2,4-6,15-20]/	2
26.	Система керування положенням механізму в режимі позиціонування. Настроювання в режимі малих переміщень. / [3] с. 172-192; [4] с. 239-249; [7] с. 199-205; [1,2,5,6,15-20]/	2
27.	Програмна автоматична система керування електроприводом із фазовим зсувом параметрів, що працює в амплітудному режимі. / [3] с. 120-130; [7] с. 259-271; [1,2,4-6,15-20]/	2
28.	Адаптивні системи керування електроприводами із змінною структурою регуляторів. Організація руху до екстремуму в пошукових адаптивних системах керування. / [4] с. 147-159; [7] с. 296-299, 304-315; [1-3,5,6,15-20]/	3
Разом за семестр годин		15
Курсовий проект		90
Усього годин		120

Курсова робота

Індивідуальним завданням для здобувачів вищої освіти є курсова робота (3 кредити), який складається з розрахунково-пояснювальної записки (формат А4) та графічної частини з двох аркушів (формат А1). Тема та зміст курсової роботи пов'язані зі стислим аналізом системи керування електроприводу, яку розробляє здобувач вищої освіти, обладнання, що входить у дану систему

(електротехнічний перетворювач, регулятори контурів регулювання моменту (струму) та швидкості, задавач інтенсивності тощо).

Метою виконання курсової роботи з дисципліни «Системи керування технологічними об'єктами і енерготехнічними процесами» є закріплення набутих навичок та їхнє практичне застосування, засвоєння знань про види систем регулювання моменту (струму) та швидкості електроприводів, набуття навичок визначення розрахункових параметрів елементів регульованого електропривода, оволодіння методами моделювання систем регульованих електроприводів і оцінки результатів моделювання.

Курсова робота включає розділи:

- аналіз сучасних системи керування промисловими електроприводами;
- побудова і розрахунок силової частини електроприводу;
- оптимальні параметри налаштування контуру регулювання струму;
- дослідження електромеханічних характеристик у контурі регулювання струму;
- оптимальні параметри налаштування контуру регулювання швидкості;
- дослідження швидкісних характеристик у контурі регулювання швидкості;
- моделювання перехідних процесів та визначення оптимальних налаштувань контурів регулювання.

Курсова робота повинна бути представлена пояснювальною запискою, яка подається на аркушах формату А4 і містить оформлений згідно стандарту титульний аркуш, формулювання завдання на курсовий проєкт, постановку задачі, виконання вказаних розділів, список використаних джерел.

Графічна частина складається з двох креслень:

- функціональної схеми системи керування електроприводом технологічним об'єктом:
- структурної схеми системи керування електроприводом технологічним об'єктом:
- динаміка системи автоматизованого керування електроприводом (перехідні процеси пуску електропривода при різних значеннях коефіцієнту оптимізації контуру регулювання моменту (струму):
- динаміка системи автоматизованого керування електроприводом (перехідні процеси пуску електропривода при різних значеннях коефіцієнту оптимізації контуру регулювання швидкості:
- динаміка системи автоматизованого керування електроприводом при оптимальних налаштуваннях контурів.

Основою для курсової роботи слугує лекційний матеріал, ДСТУ, літературні джерела, посібник для самостійної роботи, Internet-ресурси та ін.

Пояснювальна записка та графічна частини курсової роботи виконуються згідно з вимогами ЄСКД та іншими нормативними документами.

В процесі виконання курсової роботи здобувачі вищої освіти повинні показати, що вміють правильно застосувати знання, отримані при вивченні курсу «Системи керування технологічними об'єктами і енерготехнічними процесами».

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

Методи навчання:

для всіх видів занять:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної освіти;

для лекційних занять:

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- відеометод - використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості;

для лабораторних занять:

- лабораторна робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом створення програм і отримання результатів роботи програми з використанням комп'ютерів;

- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки та організацію робочого місця;

для практичних занять:

- практичне заняття - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом рішення задач, побудови схем, вивчення устрою та роботи конкретних одиниць обладнання.

для курсового проєкту:

- метод поглиблення і закріплення навичок в розробці, проектуванні, дослідженні та налагодженні сучасного регульованого електропривода,

- метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом визначення розрахункових параметрів елементів регульованого електропривода, оволодіння методами моделювання систем регульованих електроприводів і оцінки результатів моделювання.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- звіти з виконання лабораторної роботи та презентації результатів виконаних лабораторних робіт на комп'ютері (або письмовий контроль результатів);
- усні відповіді на лабораторних заняттях;
- представлення вирішених практичних задач;
- усні відповіді на практичних заняттях;
- поточні модульні контрольні роботи у формі тестування (тестовий контроль);
- захист курсової роботи, екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача вищої освіти оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену.

Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок - **40 балів**. Право здавати заключний екзамен дається здобувачу вищої освіти, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки екзамену.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному і лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних і лабораторних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання лабораторних робіт

Бал	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках

	проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач вищої освіти виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує лабораторну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася.

Критерії оцінювання практичних робіт

Бал	Критерії оцінювання
4	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, згідно з методикою проведення розрахунків, представлені рішення задач, задачі вирішені правильно, без помилок.
3	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з методикою проведення розрахунків, іноді після консультації викладача; представлені рішення задач, задачі вирішені без грубих похибок.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з методикою проведення розрахунків, іноді після консультації викладача; задачі мають неточності та похибки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з методикою проведення розрахунків; задачі вирішені не повністю.
0,5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти не вміє користуватися методикою розрахунків; задачі не вирішені.
0	Робота не виконувалася.

**Модульна контрольна робота
та контрольна робота (для заочної форми)**

Бал	Критерії оцінювання
22/31 (35/23)	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Використані не тільки рекомендовані джерела інформації, а й новітні, самостійно знайдені у періодичних виданнях та в інтернет-ресурсах. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти вільно орієнтується в матеріалах.
20/25 (30/20)	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, логічно. Використані рекомендовані джерела інформації. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти орієнтується в матеріалах, у відповідях є неточності.
15/20 (20/15)	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. Недостатньо використані рекомендовані джерела інформації. Висновки сформульовані формально або не зв'язані з матеріалами роботи. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти в цілому орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки та неточності.
10/15 (15/10)	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані формально або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки.
0	Роботу не виконано

Примітка. В дужках для заочної форми навчання.

**Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань
у формі тестування**

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4	3	2	1

Критерії оцінювання курсової роботи

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	<p>Зміст курсової роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність дослідження предметної галузі; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; відповідність висновків меті та завданням курсової роботи. Розрахунки виконані у відповідності з методиками, правильно. Отримані результати дозволяють провести вибір обладнання.</p> <p>Проект виконувався систематично та вчасно поданий на перевірку керівнику у відповідності з планом виконання курсової роботи.</p>
	35	<p>Зміст курсової роботи відповідає обраній темі; чітко сформульована проблема; має місце адекватність дослідження предметній галузі; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; відповідність висновків меті та завданням курсової роботи. Розрахунки виконані у відповідності з методиками, правильно. Отримані результати дозволяють провести правильний вибір обладнання.</p> <p>Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку керівнику з по порушенням плану виконання курсової роботи.</p>
	30	<p>Зміст курсової роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Розрахунки виконані у відповідності з методиками, але мають неточності й похибки, що не дає можливості правильно обрати обладнання.</p>

		Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку керівникові з порушенням плану виконання курсової роботи.
	20	Курсова робота виконана за вимогами, які пред'являються до курсової роботи, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Розрахунки містять похибки, що не дозволяє вибрати обладнання, що має потрібну продуктивність.
	15	Здобувач вищої освіти відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти похибки в розрахунках і зробити правильні висновки щодо вибору устаткування.
	5	Курсова робота виконана недбало, огляд методів обробки результатів моделювання для певної ситуації не повний, що не дозволяє скласти схему процесу і запропонувати потрібне устаткування. Розрахунки виконані не повністю. Робота не відповідає вимогам, які пред'являються до курсової роботи. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, ілюстрації підготовлені відповідно до вимог, що висуваються.
	15	Презентація добре 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, здобувач вищої освіти чітко та стисло викладає основні результати

		виконання роботи, 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.
	35	Здобувач вищої освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання роботи, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Здобувач вищої освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання роботи, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання
	25	Здобувач вищої освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання роботи але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	Здобувач вищої освіти невпорядковано викладає основні результати виконання роботи, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	15	Здобувач вищої освіти невпорядковано викладає основні результати виконання роботи, робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	Здобувач вищої освіти демонструє задовільні знання з теми виконання роботи, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	Здобувач вищої освіти невпорядковано викладає основні результати виконання роботи, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

Критерії оцінювання підсумкового контролю та екзамену

Бал	Критерії оцінювання
40	Здобувач вищої освіти виконав підсумкову контрольну роботу і відповів на екзаменаційні питання без помилок
30	Здобувач вищої освіти виконав підсумкову контрольну роботу без помилок, але відповіді на екзаменаційні питання не повні
20	Здобувач вищої освіти орієнтується у теоретичних питаннях, але недостатньо володіє методами розрахунків
10	Здобувач вищої освіти слабо орієнтується у теоретичних питаннях і недостатньо володіє методами розрахунків
0	Здобувач вищої освіти не орієнтується у теоретичних питаннях та методах розрахунків регульованих електроприводів

Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів для денної форми навчання
7-й семестр	
Виконання лабораторних робіт	5 роб. × 5,0 бали = 25 балів
Виконання практичних робіт	7 роб. × 4,0 бали = 28 балів
Поточний модульний контроль	1 × 7 балів = 7 балів
Усього	60
8-й семестр	
Виконання лабораторних робіт	5 роб. × 5,0 бали = 25 балів
Виконання практичних робіт	7 роб. × 4,0 бали = 28 балів
Поточний модульний контроль	1 × 7 балів = 7 балів
Усього	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№№ змістового модуля і теми	Денна форма		Заочна форма	
	Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
Семестр 7				
Модуль 1				
ЗМ 1	T1	Лабораторна робота № 0	0	
	T2	Практична робота № 1	4	
	T3	Лабораторна робота № 1	-	

	T4	Практична робота № 2	4		
ЗМ 2	T5	Лабораторна робота № 1	5	Лабораторна робота № 1	5
	T6	Практична робота № 3	4	Практична робота № 3	4
	T7	Лабораторна робота № 2	5		
-		МКР1*	22*		
ПМК		Тест № 1	7	Тест № 1	7
Модуль 2					
ЗМ 3	T8	Практична робота № 4	4	Практична робота № 4	4
	T9	Лабораторна робота № 3	5		
	T10	Практична робота № 5	4		
ЗМ 4	T11	Лабораторна робота № 4	5	Лабораторна робота № 4	5
	T12	Практична робота № 6	4		
	T13	Лабораторна робота № 5	-		
	T14	Практична робота № 7	-		
	T15	Лабораторна робота № 5	5		
Практична робота № 7		4			
-		МКР2*	31*	Контрольна робота №1	35
ПМК		Тест № 2	-	Тест № 2	-
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100
Семестр 8					
Модуль 3					
ЗМ 5	T16	Лабораторна робота № 0	0		
	T17	Практична робота № 8	4	Практична робота № 8	4
	T18	Лабораторна робота № 6	-		
	T19	Практична робота № 9	4	Практична робота № 9	4

ЗМ 6	T20	Лабораторна робота № 6	5	Лабораторна робота № 6	5
	T21	Практична робота № 10	4		
	T22	Лабораторна робота № 7	5		
-		МКР3*	22*		
ПМК		Тест № 3	7	Тест № 3	7
Модуль 4					
ЗМ 7	T23	Практична робота № 11	4	Практична робота № 11	4
	T24	Лабораторна робота № 8	5	Лабораторна робота № 8	5
	T25	Практична робота № 12	4	Практична робота № 12	4
ЗМ 8	T26	Лабораторна робота № 9	5		
	T27	Практична робота № 13	4	Практична робота № 13	4
	T28	Лабораторна робота № 10	-		
	T29	Практична робота № 14	-		
	T30	Лабораторна робота № 10	5		
Практична робота № 14		4			
-		МКР4*	31*	Контрольна робота №2	23
ПМК		Тест № 4	-	Тест № 4	-
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100

**Виконують здобувачі вищої освіти, що навчаються за індивідуальними графіками навчання.*

9. Засоби навчання

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання (у період карантину) використовуються дистанційні платформи і інформаційно-комунікаційні технології (Moodle, Google Classroom, DingTalk, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, Telegram, соціальні мережі тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Регульований електропривод: Підручник / І.М. Голодний, Ю.М. Лавріненко, В.В. Козирський, Л.С. Червінський, Д.А. Абдураманов, А.В. Торопов, О.В. Санченко; За ред. І.М. Голодного. – К.: ТОВ "ЦП "Компринт", 2015. – 509 с.
2. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін.; За ред. М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.
3. Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. – М.: Издательский центр "Академия", 2006. – 576 с.
4. Терехов В.М., Системы управления электроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Терехов, О.И. Осипов; под ред. В.М. Терехова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр "Академия", 2006. – 304 с.
5. Автоматическое управление электромеханическими системами. Учеб. пособие. В.Ю. Аркадьев, В.В. Шевченко. – Херсон: Айлант, 2002. – 264 с.
6. Онищенко Г.Б. Электрический привод. Учебник для вузов. – М.: РАСХН. 2004. – 320 с.
7. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 392 с.
8. Васильев О.Г., Фоменко А.М., Ольшевський С.І. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Системи управління електроприводом», Ч.1. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 48 с.
9. 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. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 48 с.
10. Башарин А.В., Блакитный Ф.Н., Кепперман В.Г. Примеры расчетов автоматизированного электропривода. – Л.: Энергия, 1972.
11. Системи автоматизації інженерних розрахунків електроприводу. Комп'ютерний практикум: навчальний посібник / А.В. Торопов, А.В. Босак, С.Л. Прядко, Л.В. Торопова; За ред. Л.Я. Кулаковського. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 63 с.
12. Васильев О.Г., Фоменко А.М. Индивидуальный комплект навчально-методичних матеріалів з дисципліни „Системи управління електроприводами (Курсовий проект)": Методичні вказівки. – Миколаїв; ІЗДО НУК, 2007. – 44 с.

13. Васильєв О.Г., Фоменко А.М., Віштакалюк А.С. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу “Системи управління електроприводами”. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 65 с.

14. Аркадьєв В.Ю., Шевченко В.В., Крупица П.А. Проектирование электропривода / Под общей редакцией доктора технических, профессора Аркадьєва В.Ю. – Херсон: Айлант, 2002. – 120 с.

Допоміжна література

15. Хлопенко М.Я., Білюк І.С., Шевченко В.В. Оптимальне керування об'єктами. – Миколаїв: НУК, 2013. – 172 с.

16. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – СПб.: Корона-век, 2008. – 368 с.

17. Усольцев А.А. Частотное управление асинхронными двигателями / Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006. – 94 с.

18. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием / Учебник. – М.: АСАДЕМА, 2006. – 265 с.

19. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.

20. Онищенко Г.Б. Автоматизированный электропривод промышленных установок: Учебное пособие / Г.Б. Онищенко, М.И. Аксенов, В.П. Грехов, М.Н. Зарицкий, А.В. Куприков, А.И. Нитиевская (под общей редакцией Г.Б. Онищенко) – М.: РАСХН, 2001. – 520 с.

21. Кацман М.М. Справочник по электрическим машинам: Учебное пособие для студ. – М.: Издательский центр “Академия”, 2005. – 480 с.

22. Справочник по электрическим машинам: В 2 т. / Под общ. Ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. Т. 1. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 456 с.

23. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского, – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.

24. Комплектные тиристорные электроприводы: Справочник / И.Х. Евзеров, А.С. Горобец, Б.И. Мошкович и др.; Под ред. канд. техн. наук В.М. Перельмутера. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 319 с.

1. Шибітченко В.Г., Шефер О.В. Розрахунок параметрів регуляторів системи керування електроприводом: Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування. – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – 18 с.

2. Шпіка М.І., Багричев В.В. Системи керування електроприводами: Методичні вказівки до виконання курсового проекту. – Х.: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2013. – 35 с.

Інформаційні ресурси

1. Сайт ХННІ НУК: <http://kb.nuos.edu.ua>
2. Електронні інформаційні ресурси НБУВ [Електронний ресурс].
Режим доступу: <http://www.irbis-nbuv.gov.ua>.
3. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського
[Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua>.
4. Херсонська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олеся
Гончара [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.lib.kherson.ua>.
5. <http://ukrdoc.com.ua/text/59242/index-1.html>

Розробник:
старший викладач кафедри
автоматики та електроустаткування



Філіпчук О.М.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Херсонський навчально-науковий інститут

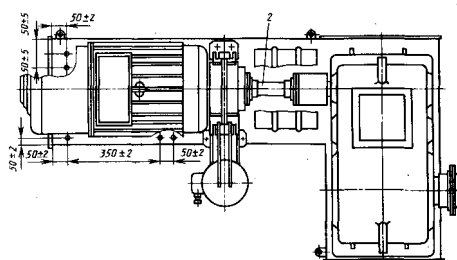
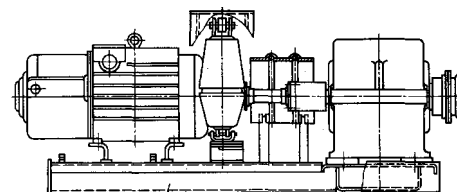
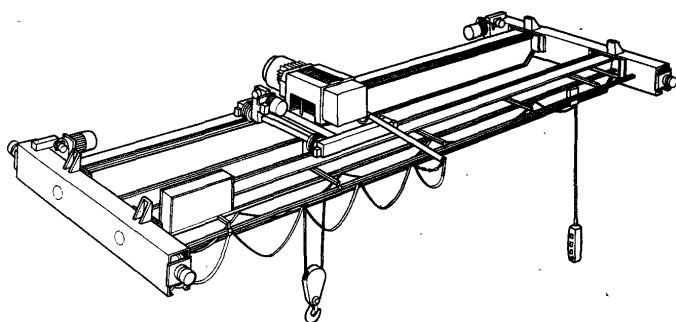


Кафедра автоматики та
електроустаткування

ЗАВДАННЯ
на виконання курсової роботи з дисципліни
“Системи керування електроприводів”

Тема проекту: „ Система керування електроприводом механізму руху
моста універсального крану ”

Група	П.І.Б	Варіант



Вихідні дані:

Механізм руху моста						Електродвигун		
Вантажо- підйомність $m_{ном}$, Т	v , м/с	a , м/с ²	Діаметр ходових колес, D_k , м	$P_{в,ном}$, %	Число вмикань за годину, h	$U_{ном}$, В	Род струму	λ_i
8,0	1,4	0,18	0,56	25	65	220	постійний	2,2
m_m , Т (2,5 ÷ 3,0) $m_{ном}$	m_b , Т (0,35 ÷ 0,4) $m_{ном}$	k_p 1,5	μ 0,1	f $0,6 \cdot 10^{-3}$	$\eta_{мех}$ 0,8			
Система керування електроприводом								
U_m , В	$U_{св.тп}$, В	$U_{тп}$, В	a_i	a_{ω}	ξ_0	$U_{v.pl}$, В	$U_{v.p\omega}$, В	
380	10	230	1 ÷ 4	1 ÷ 4	80	10	10	

Зміст завдання.

Спроекувати та розрахувати систему керування електроприводом постійного струму, використовуючи вихідні дані:

- вибрати напівпровідникові вентиля, розрахувати та зобразити характеристики перетворювача; розрахувати та зобразити швидкісні та механічні характеристики електропривода;

- проаналізувати сумісну роботу двигуна з перетворювачем та описати систему електропривод-робоча машина, електропривод-мережа, дати опис збурень, які впливають на електропривод.

- користуючись моделлю, одержати часові діаграми вхідних та вихідних змінних силової частини в усталеному режимі;

- зобразити функціональну схему системи керування;

- побудувати математичну модель системи керування;

- зобразити структурну схему системи керування;

- розрахувати параметри регуляторів (типи регуляторів задаються);

- зробити моделювання та проаналізувати динамічні властивості системи управління за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення та прикладних пакетів програм (TCAD, MathCAD, MathLab з додатком Simulink), враховуючи існуючі розширення;

Графічна частина

1. Функціональна та структурна схеми автоматичної системи керування електроприводом постійного струму.

2. Побудувати одержані часові діаграми вхідних та вихідних змінних силової частини та системи керування в перехідному процесі.

Література

1. Регульований електропривод: Підручник / І.М. Голодний, Ю.М. Лавріненко, В.В. Козирський, Л.С. Червінський, Д.А. Абдураманов, А.В. Торопов, О.В. Санченко; За ред. І.М. Голодного. – К.: ТОВ "ЦП "Компринт", 2015. – 509 с

2. Терехов В.М., Системи управління електроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Терехов, О.И. Осипов; под ред. В.М. Терехова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр “Академия”, 2006. – 304 с.

3. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепіков та ін.; За ред. М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.

4. Васильєв О.Г., Фоменко А.М., Індивідуальний комплект навчально-методичних матеріалів з дисципліни „Системи управління електроприводами (Курсовий проект)": Методичні вказівки. – Миколаїв; ІЗДО НУК, 2007. – 43 с.

5. Васильєв О.Г., Фоменко А.М., Віштакалюк А.С. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу “Системи управління електроприводами”. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 65 с.

6. Аркадьєв В.Ю., Шевченко В.В., Крупица П.А. Проектирование электропривода / Под общей редакцией доктора технических наук, профессора Аркадьева В.Ю. – Херсон: Айлант, 2002. – 120 с.

Дата початку проектування “__” лютого 2024 р.

Дата завершення проектування “__” травня 2024 р.

Здобувач вищої освіти _____ / _____ /

Обговорено та ухвалено на засіданні кафедри автоматичного керування та електроустаткування протокол № __ від “__” серпня 2023 р.

Завідуючий кафедрою АЕУ _____ /А.В. Надточий/

Ст. викладач _____ /О.М. Філіпчук/

“__” лютого 2024 р.

Питання для модульного контролю

7-й семестр

Контрольні питання до 1-го модуля

1. Які призначення й головні складові електроприводу?
2. У чому полягають основні відмінності керованих і некерованих електроприводів?
3. Які особливості електромеханічних системи автоматичного керування?
4. Наведіть структуру автоматизованого електропривода і дайте визначення електроприводу (ЕП) та його складових частин.
5. Головна мета автоматичного керування електроприводами.
6. Надайте класифікацію електроприводів.
7. Вимоги, яким повинні відповідати системи керування електроприводами.
8. Надайте класифікацію систем керування приводів промислових установок і технологічних комплексів.
9. Дайте визначення електромеханічної системи автоматизації (ЕМС).
10. Надайте тлумачення поняття керування.
11. Перелічіть і поясніть головні принципи автоматичного керування.
12. Електропривод як складова електромеханічної системи автоматичного керування.
13. Види електромеханічних систем автоматичного керування та електроприводів.
14. Назвіть та поясніть головні класифікаційні ознаки систем ЕП.
15. Накресліть структуру узагальненої типової ЕМС.
16. Задачі які вирішує кожний керуючий пристрій в складі ЕМС.
17. Поясніть сутність головних принципів керування, їх переваги та недоліки.
18. Надайте класифікацію систем керування електроприводами.
19. Поясніть загальний підхід до проектування АСК ЕП.
20. Укажіть напрями оптимізації при проектуванні СКЕП.
21. Поясніть вплив обмежень, при проектуванні, на вибір раціонального методу дослідження.
22. Основна задача вивчення замкнених СКЕП.
23. Наведіть і поясніть склад узагальненої структурної схеми автоматично керованого електропривода.
24. Додаткові зв'язки у структурних схемах, їх призначення та класифікація.
25. Поясніть вплив не лінійності характеристик елементів на систему керування.
26. Дайте визначення поняття передаточної функції ланки або системи.
27. Дайте визначення частотним характеристикам ланки або системи.
28. Вкажіть основні функції керуючого та вимірювального пристроїв.
29. Наведіть класифікація керуючих та вимірювальних пристроїв.

30. Сформулюйте узагальнені вимоги до керуючих та вимірювальних пристроїв.
31. Поясніть, що таке випрямляч. Для чого призначені випрямлячі?
32. Наведіть структурну схему випрямляча і поясніть призначення його функціональних вузлів.
33. Назвіть ознаки за якими класифікують випрямлячі.
34. Наведіть найбільш розповсюджені схеми випрямлячів, поясніть їх будову.
35. Які експлуатаційні характеристики і параметри притаманні випрямлячам?
36. Поясніть, у яких випадках застосовують трифазні випрямлячі.
37. Наведіть схему Міцкевича і поясніть принцип її роботи.
38. Наведіть схему Ларіонова і поясніть принцип її роботи. На схемі вкажіть анодну і катодну групи вентилів, покажіть контур протікання струму для будь-якого конкретного моменту часу.
39. Порівняйте схему Міцкевича зі схемою Ларіонова. У яких випадках яка з них більш придатна і чому?
40. Що таке зовнішня характеристика випрямляча? Які параметри випрямляча можна з неї отримати?
41. Вкажіть методи регулювання напруги постійного струму, поясніть їх особливості.
42. Поясніть специфіку побудови і роботи імпульсних регуляторів напруги постійного струму, а також переваги їх перед регуляторами безперервної дії.
43. Вкажіть переваги широтно-імпульсного методу регулювання перед іншими імпульсними методами.
44. Наведіть схему імпульсного регулятора напруги постійного струму, поясніть принцип дії.
45. Поясніть на чому ґрунтується принцип дії тиристорних керованих випрямлячів?
46. Наведіть регульовальну характеристику тиристорного керованого випрямляча і поясніть характер її залежності при лінійних змінах кута керування.
47. Що таке система імпульсно-фазного керування (СІФК). Для чого застосовують такі системи? Які види СІФК Ви знаєте?
48. Наведіть структурну схему і поясніть принцип роботи СІФК з горизонтальним керуванням.
49. Поясніть, у чому полягає принцип дії СІФК з вертикальним керуванням. Наведіть структурну схему і поясніть призначення її вузлів.
50. Поясніть властивості аналогового керуючого елемента на базі операційного підсилювача.
51. Охарактеризуйте ідеальний операційний підсилювач, його характеристики, переваги та недоліки.
52. На основі яких типових електронних пристроїв може бути побудована СІФК з вертикальним керуванням?
53. Поясніть специфіку побудови і принцип дії СІФК з цифровим керуванням.
54. Вкажіть переваги цифрової СІФК перед СІФК аналогової дії.
55. Поясніть призначення регуляторів (переривачів) змінного струму і наведіть їх класифікацію.

56. Поясніть, як вибрати тиристори для електронного ключа за струмом і напругою?

57. Поясніть призначення схем запуску керованих напівпровідникових приладів в електронних ключах і вкажіть основні вимоги до них.

58. Наведіть схеми запуску електронних ключів, виконаних на основі підсилювачів-формуваців?

59. Вкажіть області використання різних схем запуску. Дайте короткий аналіз цих схем.

60. Поясніть, що таке автономний інвертор. Коли застосовують автономні інвертори?

61. Яка різниця між інверторами струму та інверторами напруги?

62. Наведіть схему напів мостового інвертора напруги і поясніть її роботу. Як в ньому забезпечується вимкнення тиристорів, що працюють на постійному струмі?

63. Вкажіть переваги застосування у перетворювачах новітніх вентильних напівпровідникових приладів у порівнянні з одно операційними тиристорами.

64. Наведіть схему трифазного інвертора напруги і поясніть принцип його роботи.

65. Що таке інвертор ведений мережею? Коли використовують такі інвертори?

66. Поясніть призначення і роботу реверсивного перетворювача напруги.

67. Для чого і як забезпечують електромагнітну сумісність перетворювачів з мережею живлення?

68. Поясніть принцип дії та характеристики лінійних частотно-незалежних пристроїв побудованих на операційних підсилювачах.

69. Поясніть принцип дії та характеристики лінійних частотно-залежних пристроїв побудованих на операційних підсилювачах.

70. Наведіть схеми захисту регуляторів від перешкод.

71. Поясніть особливості використання комбінованих регуляторів на практиці.

72. Поясніть принцип дії та характеристики нелінійних функціональних перетворювачів побудованих на операційних підсилювачах.

73. Поясніть принцип дії та характеристики датчиків вимірювання швидкості.

74. Поясніть принцип дії та характеристики датчиків вимірювання кута повороту.

Контрольні питання до 2-го модуля

1. Поясніть на прикладі загальні особливості технологічних об'єктів.

2. Що значить підпорядкованість електропривода вимогам технологічного об'єкта.

3. Надайте пояснення поняттю коефіцієнта самовирівнювання.

4. Поясніть вплив знака коефіцієнта самовирівнювання на динамічні властивості ланки, системи.

5. Наведіть рівняння динаміки об'єкта.

6. Поясніть вплив коефіцієнта самовирівнювання на механічні характеристики двигуна та механізму.

7. Надайте характеристику способам математичного опису електромеханічних систем з двигунами постійного струму.

8. Надайте характеристику способам математичного опису електромеханічних систем з двигунами змінного струму.

9. Надайте характеристику способам математичного опису нелінійних АСК ЕП і їх лінеаризації.

10. Наведіть форми математичного опису лінійаризованих АСК ЕП.

11. Які форми математичного опису лінійаризованих АСК ЕП вам відомі? Поясніть кожний з них.

12. Поясніть особливості математичного опису ЕМС автоматичного керування.

13. Поясніть призначення пристрою, що задає, і блоку обмеження вихідної напруги регулятора швидкості. Як змінюються статичні й динамічні характеристики електроприводу при зміні характеристик вказаних елементів схеми керування?

14. Як класифікують методи зміни і регулювання моменту електроприводів?

15. Які величини струму, напруги, швидкості обертання тощо беруть за основні одиниці відносних величин?

16. Якій системі керування – з модальним регулятором або з підпорядкованим регулюванням – ви віддали б перевагу, щоб здобути завдані швидкодію і демпфірування швидкості робочого органу електроприводу з пружною механічною ланкою?

17. Напишіть початкові диференціальні рівняння для розрахунку електромеханічних перехідних процесів в електроприводі з двигуном постійного струму незалежного збудження.

18. В чому відмінність одно контурних систем регулювання швидкості з зворотними зв'язками по напрузі, струму і швидкості?

19. Поясніть роботу структурної схеми з порівнянням сигналів завдання і зворотних зв'язків реалізованих на одному регуляторі.

20. В чому відмінність системи підпорядкованого регулювання від одно контурних систем регулювання швидкості з зворотними зв'язками по напрузі, струму і швидкості?

21. Які достоїнства і недоліки ви відмітили б в системі каскадного керування швидкістю електропривода за принципом підпорядкованого регулювання координат?

22. В чому відмінність системи підпорядкованого регулювання від систем з паралельним вмиканням регуляторів?

23. Поясніть роботу структурної три контурної схеми СКЕП підлеглого підпорядкування з мікропроцесорним керуванням по положенню.

24. Поясніть призначення контурів регулювання контурів збудження і ЕРС двигуна у системах двозонного регулювання швидкості.

25. Поясніть відмінність статичних характеристик ЕМС із розімкненою і замкненою схемою керування.

26. Поясніть динамічні властивості (показники перехідних характеристик) ЕМС із замкненою схемою керування.

27. Який показник замкненого контуру приймається для настройки на так званий модальний, або технічний, оптимум? Чому цей оптимум має таку назву?

28. В чому відмінність симетричного оптимуму контуру швидкості від модального оптимуму?

29. У схемі з ПІ-регуляторами струму і швидкості в два рази зменшили коефіцієнт зворотного зв'язку за швидкістю. Як при цьому зміняться статичні характеристики електроприводу? Як це впливає на динамічні властивості контурів струму та швидкості?

30. В силовій мережі живлення тиристорного перетворювача відбулося зменшення напруги на 10%. Як якісно зміняться статичні і динамічні характеристики контурів струму і швидкості електроприводу в схемі з ПІ-регуляторами струму і швидкості?

31. Як магнітний потік двигуна впливає на його механічні і електромеханічні сталі часу?

32. Поясніть призначення блоків обмеження завдання струму збудження і виділення модуля ЕРС двигуна. Як вони впливають на статичні і динамічні характеристики електропривода?

33. В схемі з ПІ-регуляторами струму якоря і збудження, швидкості і І-регулятором ЕРС двигуна у два рази зменшили коефіцієнт зворотного зв'язку за швидкістю. Як при цьому зміняться статичні характеристики електроприводу? Як це впливає на динамічні властивості контурів регулювання струму якоря, струму збудження, швидкості і ЕРС двигуна?

34. Наведіть приклади технологічних установок, в яких доцільно використання електроприводу з двозонним регулюванням швидкості.

8-й семестр

Контрольні питання до 3-го модуля

1. Способи регулювання швидкості в електроприводах змінного струму та причини які ускладнюють синтез систем керування.

2. Яким способом можливо змінювати у вентильного двигуна з живленням від некерованого випрямляча момент короткого замикання, швидкість ідеального холостого руху?

3. Поясніть, як здійснюється зміна напрямку обертання вентильного двигуна?

4. Намалюйте механічну характеристику двоконтурного електропривода з вентильним двигуном, що відповідає процесу пуску при відключеному тахогенераторі.

5. Математичний опис АД при управлінні частотою і напругою статора в дійсних змінних статора і ротора.

6. Математичний опис АД при управлінні частотою і напругою статора в результуючих векторах.

7. Математичний опис АД при управлінні частотою і напругою статора, якщо розглядати змінні величини, в прирощеннях відносно початкових значень.

8. Математичний опис АД при управлінні частотою і напругою статора. Структурна схема АД при управлінні кутовою частотою напруги статора та умові, що $\psi = const$.

9. Математичний опис АД при управлінні зі сторони ротора. Динаміка АД з фазним ротором при регулюванні додаткової ЕРС.

10. Математичний опис АД при управлінні зі сторони ротора. Динаміка АД з фазним ротором при регулюванні додаткового опору в ланцюзі ротора.

11. Тиристорні перетворювачі, які працюють на електродвигун змінного струму, як елемент системи керування.

12. Назвіть приклади технологічних установок, в яких доцільно використання асинхронного електроприводу з регулюванням швидкості за рахунок зміни напруги на статорі двигуна.

13. Який вигляд мають механічні характеристики асинхронного двигуна при зміні напруги живлення?

14. Поясніть принцип дії тиристорного регулятора напруги.

15. Наведіть функціональну схему автоматичного регулювання моменту або швидкості асинхронного електроприводу і поясніть призначення її елементів.

16. Які є структури систем автоматичного керування при частотно-струмовому керуванні?

17. ТП частоти з ланкою постійного струму. Склад та принцип роботи ТП частоти з НВ.

18. ТП частоти з ланкою постійного струму. Склад та принцип роботи ТП частоти з КВ.

19. Особливості використання ТП частоти з безпосереднім зв'язком в електроприводах змінного струму.

20. Особливості використання ТП в роторних колах АД. Керування додатковою ЕРС.

21. Особливості використання ТП в роторних колах АД. Керування додатковим опором за допомогою ШІМ.

22. За рахунок яких зворотних зв'язків можливо збільшення жорсткості механічної характеристики асинхронного частотно-регульованого електропривода?

23. Наведіть функціональну схему автоматичного регулювання моменту або швидкості асинхронного частотно-регульованого електропривода і визначте характер зміни частоти і напруги на статорі двигуна, а також його швидкості в функції моменту на валу двигуна. Як вказані змінні будуть різнитися у двигунів з різними значеннями номінального ковзання? Визначте граничні зони механічних характеристик електроприводу.

24. Обґрунтуйте можливість частотного управління електродвигунами в статичних режимах. Схема заміщення однієї фази асинхронного короткозамкненого двигуна з урахуванням регулювання в широкому діапазоні частоти та напруги статора.

25. Особливості настроювання системи частотного управління з функціональним перетворювачем координат. Системи з підпорядкованими контурами регулювання напруги КВ.

26. Особливості настроювання системи частотного управління з функціональним перетворювачем координат. Системи з підпорядкованими контурами регулювання струму.

27. Особливості настроювання системи частотного управління швидкістю з зворотнім зв'язком по ЕРС.

28. Особливості настроювання системи частотного управління швидкістю з контурами регулювання ЕРС та швидкості.

29. Особливості систем частотно-струмового управління, якщо двигун живиться від ТП частоти з автономним інвертором струму.

15. Особливості частотно-струмового управління в електроприводах змінного струму з ТП частоти.

30. Особливості систем векторного управління асинхронних короткозамкнених електродвигунів.

31. Особливості систем управління з введенням додаткової ЕРС в роторне коло електродвигуна.

32. Які фактори обмежують максимальний коефіцієнт позитивного зворотного зв'язку за струмом статора асинхронного двигуна?

33. Поясніть призначення асинхронно-вентильного каскаду.

34. Визначте для системи ПЧ-АД з зворотним зв'язку за швидкістю асинхронного електропривода характер зміни вихідної напруги регулятора швидкості, частоти і напруги на статорі двигуна а також швидкості в функції моменту на валу двигуна при П-регуляторі і ПП-регуляторі швидкості. Як вказані змінні будуть різнитися у двигунів з різними значеннями номінального ковзання? Визначте граничні зони механічних характеристик електроприводу.

35. Які фактори обмежують застосування розімкнених систем з частотно-струмовим керуванням асинхронними двигунами?

36. Чим пояснюються менші значення електромеханічної і більші значення електромагнітної сталих часу асинхронного двигуна при живленні його від джерела струму в порівнянні з живленням від джерела напруги?

37. У чому полягає різниця скалярного та векторного керування?

38. Укажіть особливості побудови систем керування з орієнтацією систем координат x, y за вектором потокозчеплення статора і ротора.

39. Побудуйте і порівняйте регульовальні характеристики асинхронного електроприводу і діаграми змін частоти, напруги, складових струму статора за осями x і y , магнітного потоку ротора в функції сигналу керування швидкістю асинхронного двигуна в системі керування з непрямою орієнтацією за вектором потокозчеплення ротора, при відсутності наявності статичного навантаження на валу двигуна.

40. Побудуйте і порівняйте регульовальні характеристики асинхронного електроприводу і діаграми змін частоти, напруги, складових струму статора за осями x і y , магнітного потоку ротора в функції моменту на валу двигуна в системі керування з непрямою орієнтацією за вектором потокозчеплення ротора, при вихідних заданих частотах вихідної напруги менше і більше номінального їх значення.

41. Укажіть достоїнства і недоліки систем векторного керування асинхронним електроприводом без датчика швидкості.

Контрольні питання до 4-го модуля

1. Наведіть класифікація систем стабілізації швидкості електроприводів.
2. Побудуйте і поясніть роботу аналогової системи обробки інформації о швидкості електропривода з тахогенератором постійного струму.
3. Побудуйте і поясніть роботу аналогової системи обробки інформації о швидкості електропривода з тахогенератором змінного струму.
4. Побудуйте і поясніть роботу функціональної схеми цифрової обробки інформації о швидкості електропривода.
5. Які способи вимірювання дійсної швидкості електропривода в цифровій системі обробки інформації ви знаєте?
6. Поясніть спосіб вимірювання дійсної швидкості електропривода заснований на підрахунку імпульсів, які поступають від імпульсного датчика швидкості за фіксований інтервал часу T_0 .
7. Поясніть спосіб вимірювання дійсної швидкості електропривода зв'язаний з вимірюванням часового інтервалу між 1-м та $(i+k)$ -м імпульсами імпульсного датчика швидкості.
8. Які імпульсні системи обробки інформації о швидкості електроприводів вам відомі? Поясніть їх сутність.
9. Які цифрові способи обробки інформації о швидкості електроприводів вам відомі? Поясніть їх сутність.
10. Побудуйте функціональну схему цифро-аналогової системи стабілізації швидкості точних електроприводів і поясніть її роботу.
11. Побудуйте функціональну схему цифрової системи стабілізації швидкості точних електроприводів і поясніть її роботу.
12. Побудуйте функціональну схему імпульсно-фазової системи стабілізації швидкості електропривода постійного струму.
13. Поясніть особливості роботи імпульсно-фазової системи стабілізації швидкості електропривода сумісно з контуром автоматичної синхронізації.
14. Побудуйте функціональну схему і поясніть принцип дії та характеристики фазового дискримінатора (ФД).
15. Побудуйте функціональну схему розімкненої стабілізуючої системи частотного керування АД з функціональним перетворювачем координат і поясніть її роботу.
16. Побудуйте функціональну схему стабілізуючої системи частотного керування АД з контуром регулювання напруги керованого випрямляча і поясніть її роботу.
17. Побудуйте функціональну схему стабілізуючої системи частотного керування АД з контуром регулювання напруги та підпорядкованим контуром струму і поясніть її роботу.
18. Побудуйте функціональну схему стабілізуючої системи частотного керування швидкістю АД з зворотним зв'язком по ЕРС статора і поясніть її роботу.

19. Побудуйте функціональну схему стабілізуючої системи частотного керування швидкістю АД з контурами регулювання ЕРС та швидкості і поясніть її роботу.

20. Поясніть особливості частотно-струмового керування швидкістю АД з короткозамкненим ротором.

21. Побудуйте функціональну схему стабілізуючої системи частотно-струмового керування швидкістю АД і поясніть її роботу.

22. Поясніть особливості векторного керування швидкістю АД з короткозамкненим ротором.

23. Побудуйте функціональну схему стабілізуючої системи векторного керування швидкістю АД і поясніть її роботу.

24. Побудуйте структурну схему стабілізуючої системи електропривода змінного струму при векторному керуванні швидкістю АД і поясніть її роботу.

25. Поясніть особливості систем керування швидкістю з введенням додаткової ЕРС в роторний ланцюг АД з фазним ротором.

26. Побудуйте функціональну схему стабілізуючої системи керування швидкістю з введенням додаткової ЕРС в роторний ланцюг АД з фазним ротором і поясніть її роботу.

27. Побудуйте структурну схему стабілізуючої системи керування швидкістю з введенням додаткової ЕРС в роторний ланцюг АД з фазним ротором і поясніть її роботу.

28. Поясніть особливості систем керування швидкістю з дією на додатковий опір роторному ланцюзі АД з фазним ротором.

29. Побудуйте функціональну схему стабілізуючої системи керування регулюванням швидкості електроприводу з повільним регулюванням додаткового опору широтно-імпульсним модулятором.

30. Побудуйте структурну схему стабілізуючої двоконтурної системи керування швидкістю електропривода з зворотними зв'язками по швидкості та струму випрямляча.

31. Побудуйте структурну схему стабілізуючої системи керування швидкістю з дією на напругу статора АД з фазним ротором і поясніть її роботу.

32. Поясніть особливості оптимізації систем стабілізації швидкості з урахуванням регулярних та випадкових складових збурень і перешкод.

33. Визначте і поясніть сутність загальної процедури динамічного синтезу систем стабілізації швидкості.

34. Визначте і поясніть сутність динамічного синтезу систем стабілізації швидкості методом простору стану.

35. Поясніть сутність способів побудови схем змінних стану безперервних систем.

36. Побудуйте функціональну схему стабілізуючої цифро-аналогової системи керування швидкості електроприводу постійного струму з цифровою інформаційною системою.

37. Побудуйте функціональну схему стабілізуючої локальної цифро-аналогової системи керування швидкості електроприводу постійного струму з цифровим інтегратором.

38. Побудуйте структурну схему стабілізуючої локальної цифро-аналогової системи керування швидкості електроприводу постійного струму з цифровим інтегратором.

39. Які способи виконання цифрових систем керування ТП Ви знаєте?

40. Побудуйте функціональну схему стабілізуючої імпульсно-фазової системи керування швидкості високоточних електроприводів постійного струму.

41. Побудуйте структурну схему стабілізуючої імпульсно-фазової системи керування швидкості високоточних електроприводів постійного струму.

42. Які принципи побудови системи керування стану у просторі вам відомі? Поясніть їх сутність.

43. Поясніть особливості настроювання системи керування стану механізму у просторі в режимі малих переміщень в режимі позиціонування.

44. Поясніть особливості настроювання системи керування стану механізму у просторі в режимі позиціонування при відпрацюванні середніх і великих переміщень.

45. Побудуйте систему керування стану механізму у просторі в режимі позиціонування і поясніть особливості роботи параболічного регулятора в її складі.

46. Сформулюйте задачу слідкуючого керування промислових систем.

47. Які помилки виникають при відпрацюванні керуючої дії у системах керування стану механізмами у просторі в режимі слідкування.

48. Поясніть особливості підвищення точності відпрацювання керуючої дії за рахунок застосування комбінованого керування.

49. Які помилки виникають при відпрацюванні системою керування стану механізму у просторі в режимі слідкування при основній дії, що збурює, та поясніть шляхи їх зменшення.

50. Дайте визначення системам програмного керування.

51. Які принципи керування властиві системам програмного керування?

52. Які типи електричних машин використовують в системах програмного керування?

53. Поясніть конструкцію і принцип дії крокового електродвигуна.

54. Наведіть структурну схему крокового двигуна.

55. Поясніть особливості керування кроковими електроприводами.

56. Наведіть основні характеристики крокового двигуна.

57. За якими ознаками можливо класифікувати системи програмного керування?

58. Побудуйте загальну структуру систем числового програмного керування (ЧПК) і поясніть функціональне призначення кожного з елементів.

59. Які способи відображення інформації о технологічних процесах застосовують в програмних системах керування?

60. Поясніть особливості підготовка числових програм на основі геометричної та технологічної інформації.

61. Які задачі і функції виконують в системах програмного керування інтерполятори?

62. Побудуйте загальну структурну схему інтерполятора і поясніть принцип її роботи.

63. Які способи кодування інформації о технологічних процесах відомі вам?

Поясніть особливості підготовки числових програм на основі кодування та відтворення числової програмної інформації.

64. У чому полягає суть адаптивного керування?

65. При яких умовах роботи електропривода виникає потреба в його адаптивному керуванні?

66. Яким чином класифікують адаптивні системи керування електроприводами?

67. Сформулюйте основні положення по організації адаптивних систем керування електроприводами.

68. Які задачі керування нестационарними системами електроприводів та механізмів вирішують адаптивні системи.

69. Поясніть особливості визначення частотних та тимчасових характеристик в адаптивних системах керування.

70. Побудуйте структурну схему адаптивного пристрою ідентифікації, що наглядає. Поясніть принцип його роботи.

71. Дайте визначення без пошуковим адаптивним системам керування електроприводами.

72. З якою метою застосовуються еталонні моделі. Наведіть приклади використання в практиці.

73. Для якої задачі керування двоконтурного електропривода ви запропонували б систему з еталонною моделлю з сигнальною адаптацією?

74. Побудуйте структурну схему адаптивної системи керування з стабілізацією частотних та тимчасових характеристик і поясніть принцип її дії.

75. Поясніть особливості адаптивних систем керування, побудованих на порівнянні високочастотних і низькочастотних складових сигналів.

76. Поясніть особливості адаптивних систем керування з пристроями ідентифікації, які наглядають.

77. Дайте визначення пошуковим адаптивним системам керування електроприводами.

78. Поясніть особливості пошукових адаптивних систем керування електроприводами.