

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 141 – "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

" Системи керування електроприводами "

324 год. / 9 кредити ЕКТС

(60 год. лекцій, 45 год. практичних занять, 30 год. лабораторних занять)

Навчальний контент

7-й семестр

Модуль 1

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

Тема 1. Вступ. Загальна характеристика автоматизованих електроприводів.

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

Тема 3. Показники якості процесів керування електромеханічними системами.

Тема 4. Основи системного проектування автоматичних систем керування електроприводами.

Тема 5. Проектування лінійних систем керування автоматизованих електроприводів.

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

Тема 7. Електроприводи, як об'єкти керування та вибір змінних.

Модуль 2

Змістовий модуль 2. Системи керування автоматизованими електроприводами постійного струму.

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

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

Тема 10. Математичний опис автоматичних систем керування електроприводами з асинхронними двигунами.

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

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

Тема 13. Оптимізація багато контурних систем керування електроприводами.

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

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

8-й семестр

Модуль 3

Змістовий модуль 3. Системи керування автоматизованими електроприводами змінного струму.

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

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

Тема 18. Системи частотного регулювання швидкості АД.

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

Тема 20. Замкнені системи частотного регулювання швидкості асинхронних двигунів.

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

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

Модуль 4

Змістовий модуль 4. Системи регулювання моменту та швидкості автоматизованих електроприводів

Тема 23. Системи стабілізації швидкості автоматизованих електроприводів.

Тема 24. Системи стабілізації швидкості точних електроприводів.

Тема 25. Системи керування позиційних і слідкуючих автоматизованих електроприводів.

Тема 26. Оптимальне керування позиційними і слідкуючими електроприводами.

Тема 27. Системи керування програмними автоматизованими електроприводами.

Тема 28. Формування законів керування програмними АСК ЕП.

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

Тема 30. Безпошукові адаптивні системи керування електроприводами.

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 141 – "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

" Системи керування електроприводами "

324 год. / 9 кредити ЕКТС

(60 год. лекцій, 45 год. практичних занять, 30 год. лабораторних занять)

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
7-й семестр		
Модуль 1		
Змістовий модуль 1. Проектування і побудова електромеханічних систем автоматичного керування		
1.	Вихідні параметри і постійні коефіцієнти основних елементів та вузлів систем автоматизованого електропривода.	2
2.	Розрахунок параметрів та складання структурних схем генератора постійного струму.	2
3.	Розрахунок параметрів та складання структурних схем двигунів постійного струму.	2
4.	Розрахунок параметрів та складання структурних схем двигунів змінного струму.	2
Модуль 2		
Змістовий модуль 2. Системи керування автоматизованими електроприводами постійного струму		
5.	Розрахунок та обрання елементів тиристорних перетворювачів та систем тиристорного електропривода.	2
6.	Розрахунок та обрання елементів типових регуляторів систем керування електроприводами постійного струму.	2
7.	Рівняння, передаточні функції та структурні схеми систем керування електроприводу.	3
Разом за семестр годин		15
8-й семестр		
Модуль 3		
Змістовий модуль 3. Системи керування автоматизованими електроприводами змінного струму		
8.	Система тиристорний перетворювач – двигун з зворотним зв'язком по швидкості.	4
9.	Система тиристорний перетворювач - двигун із затриманим зворотним зв'язком по струму.	4
10.	Система тиристорний перетворювач – двигун з підлеглими зворотними зв'язками.	6

Модуль 4		
	Змістовий модуль 4. Системи регулювання моменту та швидкості автоматизованих електроприводів	
11.	Послідовна корекція контура регулювання моменту у системі КП-Д.	4
12.	Властивості електропривода при налаштуванні контура регулювання швидкості на технічний оптимум.	2
13.	Властивості електропривода при налаштуванні контура регулювання швидкості на симетричний оптимум.	2
14.	Системи програмного керування промислових електроприводів з асинхронними двигунами.	2
15.	Системи частотного керування електроприводів з асинхронними двигунами.	2
16.	Системи частотно-струмового керування швидкістю асинхронних електроприводів.	2
17.	Асинхронні електроприводи з векторним керуванням.	2
Разом за семестр годин		30
Усього годин		45

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 141 – "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

" Системи керування електроприводами "

324 год. / 9 кредити ЕКТС

(60 год. лекцій, 45 год. практичних занять, 30 год. лабораторних занять)

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
7-й семестр		
Модуль 1		
Змістовий модуль 1. Проектування і побудова електромеханічних систем автоматичного керування		
1.	Будова, принцип роботи та конструкція передавальних пристроїв механічної частини електроприводів.	2
2.	Дослідження принципу роботи та конструкції електротехнічних перетворювачів.	2
3.	Дослідження принципу роботи та конструкції аналогових регуляторів.	2
Модуль 2		
Змістовий модуль 2. Системи керування автоматизованими електроприводами постійного струму		
4.	Дослідження принципу роботи та конструкції датчиків постійного струму.	2
5.	Дослідження принципу роботи та конструкції датчиків напруги і ЕРС.	2
6.	Дослідження принципу роботи та конструкції датчиків швидкості.	2
7.	Знайомство із функціональною схемою лабораторного стенда системи керування електропривода постійного струму та одержання навичок роботи з ним.	2
8.	Знайомство із загальною структурою промислової системи керування електропривода подачі.	1
Разом за семестр годин		15
8-й семестр		
Модуль 3		
Змістовий модуль 3. Системи керування автоматизованими електроприводами змінного струму		
9.	Дослідження загальної структури і силового ланцюга комплектного електропривода.	2
10.	Дослідження принципу роботи та конструкції регуляторів в системі керування електропривода.	2
11.	Дослідження принципу роботи та конструкції блоків системи захисту електропривода	2

Модуль 4		
Змістовий модуль 4. Системи регулювання моменту та швидкості автоматизованих електроприводів		
12.	Методика налагодження елементів системи керування електропривода постійного струму.	2
13.	Вплив параметрів налаштування регуляторів на динамічні характеристики системи керування електропривода постійного струму.	2
14.	Аналіз динаміки системи керування електропривода постійного струму при зміні законів регулювання.	2
15.	Вплив адаптивного регулятора на динамічні характеристики системи керування електропривода постійного струму.	2
16.	Вплив адаптивного регулятора на динамічні характеристики системи керування електропривода постійного струму.	1
Разом за семестр годин		15
Усього годин		30

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 141 – "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

" Системи керування електроприводами "

324 год. / 9 кредити ЕКТС

(60 год. лекцій, 45 год. практичних занять, 30 год. лабораторних занять)

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
7-й семестр		
Модуль 1		
Змістовий модуль 1. Проектування і побудова електромеханічних систем автоматичного керування		
1.	Стан і перспективи розвитку силових напівпровідникових елементів регульованого електропривода.	2
2.	Математичний опис дискретних логічних систем керування рухом електроприводів.	4
3.	Загальні положення і принципи фаззи-логіки. Структура і алгоритм фаззи-керування.	4
4.	Приклади фаззи-керування в електроприводах.	4
5.	Регулятори (переривачі) змінного струму. Схеми запуску керованих напівпровідникових приладів у регуляторах напруги.	4
6.	Перетворювальні пристрої. Автономні інвертори. Інвертори напруги на повністю керованих напівпровідникових приладах.	4
7.	Перетворювальні пристрої. Інвертори ведені мережею. Вплив перетворювальних пристроїв на мережу.	4
Модуль 2		
Змістовий модуль 2. Системи керування автоматизованими електроприводами постійного струму		
8.	Приклад побудови системи модального керування з наглядом для електропривода постійного струму.	4
9.	Частотні оцінки точності і якості автоматичного регулювання координат.	4
10.	Метод послідовної корекції з підпорядкованим регулюванням координат.	4
11.	Принципи оптимізації в системах підлеглого регулювання. Порядок синтезу контурів в системах електроприводу з підлеглим регулюванням.	4
12.	Автоматичне регулювання моменту в електромеханічній системі керований перетворювач-двигун.	4
13.	Автоматичне регулювання швидкості в електромеханічній системі керований перетворювач-двигун.	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
14.	Вибір типу регулятора швидкості у двократно інтегровальній системі.	4
15.	Регулювання координат електропривода з двигуном постійного струму незалежного збудження зміною напруги якоря.	4
16.	Система керування "перетворювач – двигун"	4
17.	Імпульсне регулювання швидкості електропривода з двигуном постійного струму незалежного збудження.	4
Разом за семестр годин		66
8-й семестр		
Модуль 3		
Змістовий модуль 3. Системи керування автоматизованими електроприводами змінного струму		
18.	Реостатне регулювання моменту та швидкості в приводах з асинхронними двигунами.	4
19.	Система частотного керування асинхронним двигуном. Асинхронні електроприводи з частотно-параметричним регулюванням швидкості.	4
20.	Структури систем керування при живленні асинхронного двигуна від ПЧ з АІН.	4
21.	Структури систем керування при живленні асинхронного двигуна від ПЧ з АІС.	4
22.	Система асинхронного електропривода з частотно-векторним регулюванням швидкості.	4
Модуль 4		
Змістовий модуль 4. Системи регулювання моменту та швидкості автоматизованих електроприводів		
23.	Оптимізація систем стабілізації швидкості з урахуванням регулярних і випадкових складових збурень та перешкод.	4
24.	Система керування положенням механізму в режимі позиціонування. Настроювання в режимі малих переміщень.	4
25.	Система керування положенням механізму в режимі позиціонування. Позиційна система при відпрацюванні середніх і великих переміщень. Параболічний регулятор положення.	4
26.	Програмна автоматична система керування електроприводом з імпульсним датчиком і перетворювачем "код-напруга".	4
27.	Програмна автоматична система керування електроприводом із фазовим зсувом параметрів, що працює в амплітудному режимі.	4
28.	Адаптивні системи керування електроприводами із змінною структурою регуляторів. Організація руху до екстремуму в пошукових адаптивних системах керування.	4
29.	Адаптивні системи керування електроприводами із змінною структурою регуляторів. Організація руху до екстремуму в пошукових адаптивних системах керування.	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
30	Приклади застосування інверторів із використанням мікроелектронних пристроїв.	3
Разом за семестр годин		51
Усього годин		117
Курсовий проект		
1.	Етап 1. Аналіз сучасних систем керування промисловими електроприводами	6
2.	Етап 2 Побудова і розрахунок силової частини електроприводу.	10
3.	Етап 3. Оптимальні параметри налаштування контуру регулювання струму.	10
4.	Етап 4. Дослідження електромеханічних характеристик у контурі регулювання струму.	10
5.	Етап 5. Оптимальні параметри налаштування контуру регулювання швидкості.	12
6.	Етап 6. Дослідження електромеханічних характеристик у контурі регулювання швидкості.	12
7.	Етап 7. Моделювання перехідних процесів та визначення оптимальних налаштувань контурів регулювання.	12
Разом за етапами курсового проектування		72
Усього годин		189*

Примітка: * – разом з годинами на виконання курсового проекту.

Виконання курсового проекту входить до самостійної роботи студента, що виконується під керівництвом викладача. Курсовий проект виконується протягом семестру. Метою його виконання є закріплення студентами теоретичних знань і отримання навичок розрахунку елементів силової частини та системи керування автоматизованих електроприводів технологічних процесів, транспортуючих машин та механізмів, дослідження електромеханічних характеристик, моделювання перехідних процесів та визначення оптимальних налаштувань контурів системи керування із урахуванням сучасних досягнень науки, техніки і виробництва; при цьому розвивається вміння використовувати у практичних цілях вивчені раніше дисципліни, довідкову літературу, державні, галузеві та міжнародні стандарти.

Для виконання курсового проекту студент отримує завдання з переліком вихідних даних, складу, обсягу та термінів виконання. Темою курсового проекту може бути розробка електроприводу технологічних та вантажопідійомних машин, транспортуючих механізмів, що є складовими частинами промислового технологічного устаткування або механічного та енергетичного устаткування промислового підприємства або судна.

Теми курсових проектів:

1. Система управління електроприводом постійного струму.
2. Система керування електроприводом стрічкового конвеєра.

3. Система керування електроприводом приводної станції стрічкового конвеєру.
4. Система керування електроприводом гвинтового конвеєра.
5. Система керування електроприводом роликового конвеєра.
6. Система керування електроприводом вантажної лебідки.
7. Система керування електроприводом механізму руху моста універсального крану.
8. Система керування електроприводом механізму підйому вантажного ліфта.
9. Система керування електроприводом суднової вантажної лебідки.

Курсовий проект виконується відповідно до вимог діючих стандартів та ЄСКД. Він складається з розрахунково-пояснювальної записки (50...70 аркушів формату А4) та 2-х креслень формату А1. Термін виконання – 15 тижнів.

Тема курсового проекту може бути також запропонована студентом самостійно (за наявності у нього певного обсягу необхідних матеріалів), або бути запропонована провідними викладачами кафедри. В усіх випадках теми погоджується безпосередньо з керівником курсового проекту та завідуючим кафедри. Тема курсового проекту записується у бланк завдання. Оригінал бланка завдання з обраною темою та підписами зберігається у керівника курсового проекту до моменту захисту.

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 141 – "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

" Системи керування електроприводами "

324 год. / 9 кредити ЕКТС

(60 год. лекцій, 45 год. практичних занять, 30 год. лабораторних занять)

Завдання для поточного та підсумкового контролю

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 елементу на базі операційного підсилувача.
51. Охарактеризуйте ідеальний операційний підсилувач, 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. Намалуйте 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 завданих 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 підготовка 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.