

Форма № Н - 3.04

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кафедра електротехніки, електромеханіки та електротехнологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Директор ННІ
енергетики, автоматичної енергозбереження
професор В.В. Каплун
_____ 2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри
електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій
Протокол № 12 від 29 травня 2023 р.
В.о. завідувача кафедри
доцент Окушко О.В.

РОЗГЛЯНУТО
Гарант ОП «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
доцент Синявський О.Ю.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи електропривода

(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва напрямку підготовки)

ННІ енергетики, автоматичної енергозбереження

Розробник: к.т.н., доцент О.Ю. Синявський

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Основи електропривода

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	240	
Кількість кредитів ECTS	8,0	
Кількість змістових модулів	4	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	-	
Форма контролю	Залік, екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	3	4
Семестр	6, 7	7, 8
Лекційні заняття	60 год.	26 год.
Практичні, семінарські заняття		-
Лабораторні заняття	60 год.	20 год.
Самостійна робота	120 год.	194 год.
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	4 год.	
самостійної роботи студента –	4 год.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є оволодіння студентами теоретичних і практичних знань з електропривода, навчити їх кваліфіковано формулювати і вирішувати інженерні завдання проектування і технічного вдосконалення електроприводів

Завдання:

- знати основні положення теорії електропривода і вміти користуватися ними при визначенні розрахункових параметрів всіх елементів електроприводу;
- вміти вірно вибирати електродвигуни, апарати керування і захисту для електроприводу сільськогосподарських машин і агрегатів;
- знати енергетику електроприводів та способи економії електроенергії. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні положення теорії електропривода;
- призначення та характеристики апаратів захисту і керування;
- типові схеми керування електродвигунами постійного і змінного струму;
- способи економії електроенергії при експлуатації електроприводів;

вміти:

- вибирати електродвигуни, перетворювальні пристрої, апарати захисту і керування для електроприводу сільськогосподарських машин і агрегатів;
- складати та аналізувати схеми керування;
- проводити налагодження електроприводів.

Набуття компетентностей:

- **інтегральна компетентність (ІК):** Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.
- **фахові (спеціальні) компетентності (ФК):**
- ФК5. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу;
- ФК9. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

Програмні результати навчання (ПРН):

- ПРН03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та вміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- ПРН07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах
- ПРН08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Механічні характеристики електродвигунів

Тема лекційного заняття 1. Вступ

Визначення поняття “Електропривод”. Елементи електропривода. Класифікація електроприводів. Короткий історичний огляд розвитку електропривода.

Тема лекційного заняття 2.. Механічні характеристики робочих машин і електродвигунів.

Визначення поняття “Механічна характеристика робочої машини”. Класифікація механічних характеристик робочих машин. Рівняння механічних характеристик робочих машин.

Визначення поняття “Механічна характеристика електродвигуна”. Класифікація механічних характеристик електродвигунів за ступенем жорсткості.

Тема лекційного заняття 3. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму незалежного збудження.

Рівняння статичних механічної і електромеханічної характеристик, їх аналіз. Природна та штучні механічні характеристики, їх розрахунок та побудова. Гальмівні режими, механічні характеристики в гальмівних режимах.

Пуск електродвигуна. Розрахунок та вибір опорів пускових та гальмівних резисторів.

Тема лекційного заняття 4. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму послідовного та змішаного збудження.

Рівняння механічної та електромеханічної характеристики двигуна постійного струму послідовного збудження та її аналіз. Природна та штучні механічні характеристики. Пуск електродвигуна. Гальмівні режими. Механічні характеристики двигунів постійного струму змішаного збудження.

Тема лекційного заняття 5. Механічні та електромеханічні характеристики асинхронного електродвигуна.

Рівняння механічної та електромеханічної характеристик та їх аналіз. Природна та штучні характеристики, їх розрахунок та побудова. Гальмівні режими асинхронних електродвигунів. Способи пуску асинхронних електродвигунів.

Тема лекційного заняття 6. Механічні характеристики однофазних електродвигунів.

Тема лекційного заняття 7. Механічна та кутова характеристики синхронного електродвигуна.

Змістовний модуль 2. Регулювання координат електроприводів. Основи динаміки і перехідні процеси в електроприводах.

Тема лекційного заняття 1. Регулювання координат електроприводів.

Основні показники регулювання кутової швидкості.

Способи регулювання кутової швидкості двигунів постійного струму. Системи регулювання кутової швидкості “генератор – двигун”, “тиристорний

перетворювач напруги – двигун”. Зворотні зв’язки за струмом та кутовою швидкістю. Автоматичне регулювання моменту та положення.

Способи регулювання кутової швидкості асинхронних електродвигунів.

Замкнені системи регулювання кутової швидкості асинхронних електродвигунів з тиристорним перетворювачем напруги та частоти.

Тема лекційного заняття 2.. Основи динаміки електроприводу.

Сили і моменти, що діють в системі “двигун – робоча машина”. Активні і реактивні моменти статичних опорів. Розрахункові схеми механічної частини електроприводу.

Зведення статичних моментів опору і моментів інерції до вала електродвигуна. Рівняння руху електроприводу і його аналіз.

Розрахунок часу пуску і гальмування системи “двигун – робоча машина” аналітичним і графоаналітичним способами.

Тема лекційного заняття 3. Перехідні процеси і стійкість електроприводу.

Визначення поняття “Перехідні процеси в електроприводах”. Класифікація перехідних процесів. Механічні перехідні процеси в електроприводі з постійним моментом інерції і лінійним динамічним моментом. Електромеханічна стала часу, її фізичний зміст та методи визначення.

Статична стійкість роботи електроприводу.

Тема лекційного заняття 4. Енергетика електроприводу. Енергозбереження в електроприводі.

Основні енергетичні показники електроприводу. Коефіцієнт корисної дії та коефіцієнт потужності.

Втрати енергії в усталеному режимі.

Енергетика перехідних процесів. Способи зменшення втрат енергії при перехідних процесах.

Тема лекційного заняття 5. Визначення потужності електродвигунів.

Класи нагрівостійкості ізоляції обмоток електродвигунів. Нагрівання та охолодження електродвигунів. Стала часу нагрівання і охолодження, їх фізичний зміст та способи визначення.

Класифікація режимів роботи електродвигунів.

Визначення потужності електродвигуна для тривалого режиму роботи.

Визначення потужності електродвигуна для короткочасного режиму роботи.

Коефіцієнт термічного та механічного перевантаження.

Визначення потужності електродвигуна для повторно-короткочасного режиму роботи. Визначення допустимого числа вмикань за годину.

Змістовний модуль 3. Апаратура керування і захисту.

Тема лекційного заняття 1. Апаратура захисту і керування електроприводами.

Класифікація апаратури захисту і керування електроприводами, загальні вимоги.

Апарати ручного керування. Призначення, вибір.

Електромагнітні контактори і електромагнітні пускачі. Призначення, вибір.

Напівпровідникові електричні апарати. Будова, принцип дії.

Характеристики реле, що використовуються в електроприводах.
 Резистори та електромагніти в схемах керування електроприводами.
 Апаратура захисту електродвигунів. Призначення, вибір.

Змістовний модуль 4. Схеми керування електроприводами.

Тема лекційного заняття 1. Схеми керування електроприводами.

Функції систем автоматичного керування. Загальні вимоги до систем керування. Принципи автоматичного керування електроприводами і їх порівняння. Правила виконання електричних схем.

Типові схеми нереверсивного і реверсивного керування асинхронними електродвигунами. Схеми гальмування асинхронних електродвигунів.

Схеми пуску асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором з обмеженням пускового струму і моменту. Типові схеми керування трифазними електродвигунами з фазним ротором.

Типові схеми керування багатшвидкісними двигунами, однофазними асинхронними електродвигунами та електродвигунами постійного струму.

Безконтактні логічні схеми керування електроприводами. Типові схеми замкнених та розімкнених автоматичних систем керування електроприводами. Програмне керування електроприводами.

Тема лекційного заняття 2. Загальна методика вибору електропривода.

Етапи вибору. Вибір електроприводів з урахуванням приводних характеристик робочих машин, режиму роботи.

Вибір електроприводів за родом струму, напругою, за частотою обертання, за конструктивним виконанням і способом монтажу, за електричними модифікаціями, за ступенем захисту від дії оточуючого середовища, за кліматичним виконанням та категорією розміщення.

Вибір низьковольтних комплектних пристроїв керування електроприводами. Методи оцінки і випробувань електроприводів.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Змістовний модуль 1. Механічні характеристики електродвигунів													
Тема 1. Основні відомості з електроприводу. Механічні характеристики робочих машин.	6	2		2		2	10	2					8
Тема 2. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму незалежного збудження.	16	4		4		8	16	2		4			10

Тема 3. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму послідовного та змішаного збудження.	12	2	4	6	12	2			10
Тема 4. Механічні та електромеханічні характеристики асинхронних електродвигунів.	14	2	4	8	14	2	4		8
Тема 5. Механічні характеристики однофазних електродвигунів. Механічна та кутова характеристики синхронного електродвигуна.	12	2	4	6	8				8
Разом за змістовим модулем 1	60	12	18	30	60	8	8		44
Змістовний модуль 2. Регулювання координат електроприводів. Основи динаміки і перехідні процеси в електроприводах.									
Тема 1. Регулювання кутової швидкості двигунів постійного струму в розімкненій системі.	9	4		5	10	2	2		6
Тема 2. Регулювання кутової швидкості асинхронного електродвигуна в розімкненій системі.	11	2	4	5	9	1	2		6
Тема 3. Автоматичне регулювання координат електроприводу.	6	2		4	8	2			6
Тема 4. Основи динаміки електроприводу.	10	2	4	4	8	1			7
Тема 5. Перехідні процеси і стійкість електроприводу.	10	2	4	4	8	1			7
Тема 6. Енергетика електроприводу. Енергозбереження в електроприводі.	6	2		4	8	1			7
Тема 7. Визначення потужності електродвигунів.	8	4		4	9	2			7
Разом за змістовим модулем 2	60	18	12	30	60	10	4		46

Змістовний модуль 3. Апаратура керування і захисту.												
Тема 1. Апаратура керування і захисту електродвигунів.	60	10		10		40	60	4		4		52
Разом за змістовим модулем 3	60	10		10		40	60	4		4		52
Змістовний модуль 4. Схеми керування електроприводами.												
Тема 1. Схеми керування електроприводами.	48	14		20		14	46	2		4		40
Тема 2. Загальна методика вибору електропривода.	12	6				6	14	2				12
Разом за змістовим модулем 4	60	20		20		20	60	4		4		52
Усього годин	240	60		60		120	240	26		20		196
Курсовий проект (робота) з _____ (якщо є в робочому навчальному плані)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Усього годин	240	60		60		120	240	26		20		196

5. Темі лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Дослідження електромеханічних і механічних характеристик двигуна постійного струму паралельного збудження	4
2.	Дослідження електромеханічних характеристик двигуна постійного струму послідовного збудження	4
3.	Дослідження електромеханічних і механічних характеристик двигуна постійного струму змішаного збудження	4
4.	Дослідження механічних характеристик асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором	4
5.	Дослідження механічних та електромеханічних характеристик трифазного асинхронного електродвигуна з фазним ротором	4
6.	Дослідження регульованого асинхронного електроприводу	2
7.	Визначення моменту інерції системи “електродвигун – робоча машина”	2
8.	Дослідження перехідних процесів при пуску і гальмуванні трифазного асинхронного двошвидкісного двигуна	2
9.	Дослідження нагрівання та охолодження електродвигуна	4
10.	Дослідження схем автоматизованого керування асинхронним електродвигуном	4
11.	Дослідження схем гальмування асинхронних електродвигунів	2
12.	Дослідження схем пуску з обмеженням пускового струму і моменту гальмування асинхронних електродвигунів	4

13.	Дослідження і налагодження схем керування багатошвидкісними електродвигунами	4
14.	Дослідження схем автоматизованого керування електродвигуном постійного струму паралельного збудження	4
15.	Дослідження блокіровок в схемах автоматизованого керування асинхронним електродвигуном	4
16.	Дослідження та налагодження апаратури автоматичного керування	4
17.	Дослідження теплових реле і автоматичних вимикачів	2
18.	Дослідження та налагоджування реле, що застосовуються в електроприводах	2
Разом		60

6. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побудова механічних характеристик робочих машин	2
2	Побудова електромеханічних та механічних характеристик ДПС НЗ	4
3	Розрахунок пускових та гальмівних опорів ДПС НЗ	4
4	Побудова електромеханічних та механічних характеристик ДПС ПЗ та ДПС ЗЗ	6
5	Побудова механічних характеристик асинхронних двигунів	4
6	Розрахунок пускових опорів для асинхронних двигунів	4
7	Механічні характеристики однофазних двигунів. Розрахунок пускових конденсаторів	6
8	Способи регулювання кутової швидкості ДПС НЗ	5
9	Способи регулювання кутової швидкості асинхронних двигунів	5
10	Типові структури регульованих електроприводів постійного і змінного струму	4
11	Визначення часу перехідного процесу в електроприводі	4
12	Побудова кривих перехідних процесів в електроприводах	4
13	Визначення втрат енергії в електроприводах постійного і змінного струму	4
14	Визначення потужності електродвигунів	4
15	Вибір апаратів керування і захисту	40
16	Розробка схем керування електроприводами	14
17	Вибір електропривода в цілому	6
Разом		120

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Контрольні питання

1. Електропривод і його складові частини.
2. Класифікація електроприводів.
3. Основні етапи та напрямки розвитку електроприводу.
4. Механічні характеристики робочих машин.

5. Механічні та електромеханічні характеристики електродвигунів. Класифікація механічних характеристик електродвигунів за ступенем жорсткості.

6. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму незалежного і паралельного збудження.

7. Електромеханічні і механічні характеристики двигунів постійного струму незалежного збудження у за даними каталогів.

8. Електромеханічні і механічні характеристики двигунів постійного струму незалежного збудження у відносних одиницях.

9. Гальмівні режими роботи двигунів постійного струму незалежного і паралельного збудження.

10. Способи пуску двигунів постійного струму незалежного і паралельного збудження. Розрахунок опорів пускових і гальмівних резисторів аналітичним та графічним методами.

11. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму послідовного збудження.

12. Гальмівні режими роботи двигунів постійного струму послідовного збудження.

13. Розрахунок опорів пускових резисторів для двигунів постійного струму послідовного збудження.

14. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму змішаного збудження.

15. Електромеханічні і механічні характеристики асинхронних електродвигунів.

16. Побудова механічної характеристики асинхронного електродвигуна за даними каталогів.

17. Штучні механічні характеристики асинхронного електродвигуна.

18. Пуск асинхронних електродвигунів. Обмеження пускового струму і моменту асинхронного електродвигуна.

19. Гальмівні режими роботи асинхронних електродвигунів.

20. Механічні характеристики однофазних електродвигунів. Робота трифазного електродвигуна в режимі однофазного.

21. Механічна та кутова характеристики синхронного електродвигуна.

22. Основні показники регулювання кутової швидкості електродвигунів.

23. Регулювання кутової швидкості двигуна постійного струму незалежного збудження в розімкненій системі: зміною напруги на якорі, зміною опору в колі якоря, при шунтуванні якоря резистором, зміною магнітного потоку, імпульсним способом.

24. Регулювання кутової швидкості двигуна постійного струму послідовного збудження в розімкненій системі.

25. Регулювання кутової швидкості асинхронного електродвигуна в розімкненій системі: зміною напруги на якорі, зміною частоти струму, зміною числа пар полюсів, зміною опору в колі ротора, зміною напруги на статорі.

26. Регулювання кутової швидкості двигуна постійного струму незалежного збудження в замкненій системі із від'ємним зворотним зв'язком по швидкості та з додатним зворотним зв'язком по моменту.

27. Автоматичне регулювання моменту в електроприводах постійного струму.

28. Обмеження струму і моменту двигунів постійного струму незалежного збудження у замкненій системі з нелінійним від'ємним зворотним зв'язком по струму.

29. Автоматичне регулювання положення. Позиційні та слідкуючі електроприводи.

30. Автоматичне регулювання кутової швидкості асинхронних електродвигунів при зміні підведеної напруги та частоти струму.

31. Сили і моменти, що діють в електроприводах. Зведення моментів статичних опорів і моментів інерції до вала електродвигуна.

32. Рівняння руху електропривода та його аналіз.

33. Визначення часу пуску і гальмування системи “електродвигун – робоча машина”.

34. Визначення часу перехідного процесу в електроприводі з асинхронним електродвигуном при запуску вхолосту.

35. Перехідні процеси в електроприводі з лінійною механічною характеристикою електродвигуна при незмінних моменті статичних опорів і моменті інерції.

36. Механічні перехідні процеси в електроприводі з лінійною механічною характеристикою електродвигуна при незмінному моменті інерції і моменті статичних опорів, лінійно залежним від швидкості.

37. Механічні перехідні процеси в електроприводі з лінійною механічною характеристикою двигуна та при лінійному законі зміни задаючого сигналу.

38. Динамічна механічна характеристика двигуна.

39. Побудова кривих перехідного процесу графічним методом.

40. Статична стійкість електроприводу.

41. Основні енергетичні показники електроприводу.

42. Втрати енергії при усталеному режимі роботи в регульованому та нерегульованому електроприводі.

43. Енергетика перехідних процесів у електроприводі з двигунами постійного струму незалежного збудження.

44. Енергетика перехідних процесів у електроприводі з асинхронним електродвигуном.

45. Вихідні дані для визначення потужності електродвигуна. Навантажувальні діаграми робочих машин.

46. Нагрівання і охолодження електродвигунів.

47. Визначення сталої часу нагрівання електродвигуна.

48. Класифікація режимів роботи електродвигунів.

49. Вибір потужності електродвигуна для тривалого режиму роботи з постійним навантаженням.

50. Вибір потужності електродвигуна для тривалого режиму роботи із змінним навантаженням і перевірка його методами середніх втрат і еквівалентних величин.

51. Перевірка вибраного електродвигуна за тепловим режимом під час пуску, на перевантажувальну здатність і за умовами пуску.
52. Вибір потужності електродвигуна для короткочасного режиму роботи.
53. Вибір потужності електродвигуна для повторно-короткочасного режиму роботи.
54. Визначення допустимого числа вмикань за годину асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором.
55. Призначення і класифікація апаратури захисту і керування в електроприводах.
56. Загальні вимоги до електричних апаратів.
57. Нормовані параметри електричних апаратів.
58. Апарати ручного керування. Призначення, характеристики, вибір.
59. Електромагнітні контактори та пускачі. Призначення, характеристики, вибір.
60. Реле, що використовуються в електроприводах.
61. Напівпровідникові електричні апарати.
62. Аварійні та аномальні режими в електроприводах та апарати захисту від них.
63. Автоматичні вимикачі. Призначення, характеристики, вибір.
64. Плавкі запобіжники. Призначення, характеристики, вибір.
65. Теплові реле. Призначення, характеристики, вибір.
66. Пристрої вбудованого температурного захисту двигунів.
67. Пристрої для контролю напруги нульової та зворотної послідовності (схеми з використанням реле напруги та реле ЕЛ).
68. Фазочутливий пристрій захисту електродвигунів.
69. Загальні відомості про системи керування електроприводами.
70. Функції систем керування електроприводами.
71. Принципи автоматичного керування електроприводами.
72. Вимоги, які ставляться до схем керування.
73. Правила виконання принципіальних електричних схем та схем електричних з'єднань.
74. Типові вузли і блокування в схемах керування.
75. Типові схеми керування асинхронними електродвигунами з короткозамкненим ротором.
76. Типові схеми обмеження пускових струмів і моментів асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором.
77. Типові схеми гальмування асинхронних електродвигунів.
78. Типові схеми керування асинхронними електродвигунами з фазним ротором.
79. Типові схеми керування багатошвидкісними електродвигунами.
80. Схеми керування однофазними електродвигунами.
81. Типові вузли схем керування синхронними двигунами.
82. Типові схеми керування двигунами постійного струму.
83. Принципи побудови замкнених систем регулювання координат електроприводу.

84. Схеми керування із автоматичною стабілізацією швидкості і струму двигуна.
85. Основні логічні елементи.
86. Принципи побудови схем керування електродвигунами на безконтактних логічних елементах.
87. Програмне керування електроприводами.
88. Електроприводи з керуючими мікро-ЕОМ.
89. Вихідні дані для вибору електроприводу.
90. Вибір електродвигунів за родом струму та напругою.
91. Вибір електродвигунів за частотою обертання.
92. Вибір електродвигунів за електричною модифікацією.
93. Вибір електродвигунів за конструктивним виконанням.
94. Вибір електродвигунів за ступенем захисту від дії оточуючого середовища, кліматичним виконанням та категорією розміщення.
95. Перевірка двигуна за допустимим механічним навантаженням на виступаючий кінець вала.
96. Основні етапи розробки принципіальної електричної схеми керування електроприводом.
97. Низьковольтні комплектні пристрої керування електроприводами.
98. Визначення кошторисної вартості комплекту електроприводу.
99. Методика розрахунку надійності електроприводів.

Тестові завдання

1. Механічна характеристика електродвигуна – це залежність

- а) кутової швидкості електродвигуна від струму якоря або ротора
- б) кутової швидкості електродвигуна від електромагнітного моменту
- в) кутової швидкості електродвигуна від прикладеної напруги
- г) моменту від струму.

Правильна відповідь: б.

2. Гальмування противмиканням двигуна постійного струму має місце:

- а) коли якір під дією активного моменту статичних опорів робочої машини обертається із швидкістю, вищою за швидкість ідеального холостого ходу (генераторний режим роботи)
- б) у разі зміни напрямку обертання якоря за незмінного напрямку дії обертового моменту, або зміни напрямку дії обертового моменту за незмінного напрямку обертання якоря
- в) у разі вимикання обмотки якоря із мережі і замикання її на гальмівний опір
- г) такий гальмівний режим неможливий.

Правильна відповідь: б.

3. Динамічне гальмування двигуна постійного струму має місце:

- а) коли якір під дією активного моменту статичних опорів робочої машини обертається зі швидкістю, вищою за швидкість ідеального холостого ходу і віддає енергію в мережу

- b) у разі зміни напрямку обертання якоря за незмінного напрямку дії обертального моменту або зміни напрямку дії обертального моменту за незмінного напрямку обертання якоря
- c) у разі вимикання обмотки якоря із мережі і замикання її на гальмівний опір
- d) такий гальмівний режим неможливий.

Правильна відповідь: с.

4. Визначити відповідність механічних характеристик двигунам:

- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| 1. жорстка | a. ДПС незалежного збудження |
| 2. абсолютно жорстка | b. ДПС послідовного збудження |
| 3. м'яка | c. синхронний двигун |
| 4. абсолютно м'яка | d. асинхронний двигун |

Правильна відповідь: 1 а, d, 2 с, 3 b.

5. Залежність моменту асинхронного двигуна від напруги на статорі

- a) лінійна
- b) пропорційна квадрату напруги
- c) пропорційна кубу напруги
- d) не існує.

Правильна відповідь: b.

6. Лінійний пусковий струм асинхронного електродвигуна під час пуску з перемиканням обмотки статора із "зірки" на "трикутник" зменшується

- a) у 3 рази
- b) у 5 раз
- c) у 10 раз
- d) не зменшується.

Правильна відповідь: a.

7. Гальмування асинхронного електродвигуна здійснюється:

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. рекуперативним гальмуванням | a. обертанням ротора двигуна із швидкістю, вищою за синхронну |
| 2. гальмуванням противмиканням | b. зміненням порядку чергування фаз під час працюючого двигуна |
| 3. динамічним гальмуванням | c. вимиканням обмотки статора із мережі змінного струму і подачею зниженої напруги постійного струму |

Правильна відповідь: 1 а, 2 b, 3 с.

8. Відповідність способів регулювання кутової швидкості асинхронного двигуна його показникам

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. зміною напруги на статорі | a. критичне ковзання не змінюється, а |
| 2. зміною опору у колі ротора | момент двигуна змінюється пропорційно |
| 3. зміною частоти струму | квадрату напруги |
| | b. максимальний момент не змінюється, а |
| | критичне ковзання зростає |
| | c. максимальний момент зменшується, а |
| | синхронна швидкість зростає |

Правильна відповідь: 1 а, 2 б, 3 с.

9. Час пуску асинхронного електродвигуна вхолосту визначається

- a) моментом інерції приводу
- б) електромеханічною сталою часу
- с) критичним ковзанням двигуна
- д) синхронною швидкістю двигуна.

Правильна відповідь: б, с.

10. Механічні перехідні процеси на лінійній ділянці механічної характеристики двигуна за незмінного моменту статичних опорів протікають:

- a) за експоненціальним законом
- б) за логарифмічним законом
- с) за лінійним законом
- д) за квадратичним законом.

Правильна відповідь: а.

11. Навантажувальна діаграма електродвигуна – це залежність

- a) потужності статичних опорів робочої машини від часу
- б) моменту статичних опорів робочої машини від часу
- с) потужності, моменту або струму двигуна від часу
- д) струму двигуна від моменту статичних опорів.

Правильна відповідь: с.

12. Втрати енергії в регульованому електроприводі постійного струму незалежного збудження в усталеному режимі і незмінному навантаженні змінюються:

- | | |
|---|---|
| 1. у разі зниження напруги на якорі | a. постійні зменшуються, а змінні не |
| 2. у разі збільшення опору в колі якоря | змінюються |
| 3. у разі зменшення магнітного потоку | b. постійні зменшуються, а змінні зростають |
| | c. втрати залишаються незмінними |
| | d. постійні і змінні втрати зростають |

Правильна відповідь: 1 а, 2 б, 3 с.

13. Електродвигуни від струмів коротких замикань захищають:

- a) плавкі запобіжники
- b) автоматичні вимикачі
- c) реле напруги
- d) реле контролю трифазної напруги ЕЛ.

Правильна відповідь: a, b.

14. Встановити відповідність розчіплювачів автоматичних вимикачів їх призначенню:

- | | |
|---------------------|--|
| 1. електромагнітний | a. для захисту споживачів електроенергії від струмів |
| 2. тепловий | перевантаження |
| 3. комбінований | b. для захисту споживачів електроенергії від струмів |
| 4. незалежний | короткого замикання |
| | c. для дистанційного вимикання автоматичного |
| | вимикача |
| | d. для захисту споживачів електроенергії від струмів |
| | перевантаження і короткого замикання |

Правильна відповідь: 1 b, 2 a, 3 d, 4 c.

15. Електродвигуни від перевантажень захищають:

- a) плавкі запобіжники
- b) теплові реле
- c) пристрої вбудованого температурного захисту
- d) реле контролю трифазної напруги ЕЛ.

Правильна відповідь: b, c.

16. Керування пуском асинхронних електродвигунів з фазним ротором здійснюється:

- a) у функції шляху
- b) у функції частоти струму
- c) у функції часу
- d) у функції струму.

Правильна відповідь: b, c, d.

17. Керування пуском двигунів постійного струму здійснюється:

- a) у функції шляху
- b) у функції е. р. с.
- c) у функції часу
- d) у функції струму

Правильна відповідь: b, c, d.

18. Електрична модифікація двигунів, яку застосовують для приводу робочих машин:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. з важкими умовами пуску | a. з підвищеним пусковим моментом |
| 2. які потребують ступінчастого регулювання кутової швидкості | b. з підвищеним ковзанням |
| 3. які потребують плавного регулювання кутової швидкості | c. багатошвидкісні |
| 4. які працюють з ударним навантаженням і в повторно-короткочасному режимі роботи | d. з фазним ротором |
- Правильна відповідь: 1 a, 2 c, 3 d, 4 b

19. Конструктивне виконання і спосіб монтажу електродвигунів позначається:

- a) У1, У2, УХЛ тощо
- b) IP23, IP44, IP54 тощо
- c) IM1081, IM2001, IM3081 тощо
- d) S1, S2, S3 тощо.

Правильна відповідь: c.

20. Режим роботи електродвигунів позначається:

- | | |
|--|-------|
| 1. тривалий режим роботи | a. S1 |
| 2. короткочасний режим роботи | b. S2 |
| 3. повторно короткочасний режим роботи | c. S3 |
| 4. переміжний режим роботи | d. S6 |

Правильна відповідь: 1 a, 2 b, 3 c, 4 d.

Зразок екзаменаційного білету

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОС бакалавр Спеціальність 141 Електроенергетика , електротехніка і електромеханіка	Кафедра Електротехніки, електромеханіки та електротехнологій	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № <u> 1 </u> з дисципліни Основи електропривода	Затверджую Зав. кафедри <hr style="width: 80%; margin: auto;"/> (підпис)
Екзаменаційні запитання			
Механічні характеристики робочих машин.			
Зведення моментів статичних опорів і моментів інерції до вала електродвигуна.			
Тестові завдання різних типів			
	Питання 1. Механічна характеристика робочої машини – це залежність:		
1	Моменту статичних опорів від кутової швидкості;		
2	Моменту статичних опорів від часу;		
3	Потужності статичних опорів від часу;		
4	Потужності статичних опорів від кутової швидкості.		
	Питання 2. Механічні характеристики двигунів зображені під номером:		
1	А. синхронний двигун Б. асинхронний двигун В. ДПС змішаного збудження Г. ДПС послідовного збудження Д. ДПС незалежного збудження	1. 2. 3. 4. 5.	
	Питання 3. У скільки разів зменшується лінійний пусковий струм асинхронного електродвигуна при його пуску з перемиканням обмотки статора із „зірки” на „трикутник”:		
	Питання 4. При зменшенні прикладеної до обмотки якоря напруги у двигуна постійного струму незалежного збудження:		
1	Зменшується швидкість ідеального холостого ходу, а жорсткість механічної характеристики не змінюється		
2	Швидкість ідеального холостого ходу не змінюється, а жорсткість механічної характеристики зменшується		
3	Збільшується швидкість ідеального холостого ходу, а жорсткість механічної характеристики зменшується		
4	Зменшується швидкість ідеального холостого ходу, а жорсткість механічної характеристики зростає		
	Питання 5. При збільшенні коефіцієнту від’ємного зворотного зв’язку по швидкості в системі автоматичного регулювання швидкості двигуна постійного струму незалежного збудження:		

1	Зменшується швидкість ідеального холостого ходу, а жорсткість механічної характеристики не змінюється	
2	Швидкість ідеального холостого ходу не змінюється, а жорсткість механічної характеристики зменшується	
3	Збільшується швидкість ідеального холостого ходу, а жорсткість механічної характеристики зменшується	
4	Зменшується швидкість ідеального холостого ходу, а жорсткість механічної характеристики зростає	
	Питання 6. Як змінюється коефіцієнт потужності при збільшенні завантаження двигуна	
1	Спочатку він зростає до певного значення, а потім зменшується	
2	Зростає	
3	Зменшується	
4	Не змінюється	
	Питання 7. Вибраний двигун перевіряють:	
1	1. для електроприводів з великим коефіцієнтом інерції 2. для машин з важкими умовами пуску 3. для машин, навантажувальна діаграма у яких має пікове навантаження	А. нагрівання під час пуску Б. за умовами пуску В. на перевантажувальну здатність Г. на допустиму кількість вмикань
	Питання 8. Які апарати захищають електродвигуни від перевантажень	
1	Плавкі запобіжники	
2	Теплові реле	
3	Пристрої вбудованого температурного захисту	
4	Реле контролю трифазної напруги ЕЛ	
	Питання 9. Буквено-цифрові позиційні позначення елементів на принципіальних електричних схемах слід проставляти	
1	під умовним графічним позначенням елемента	
2	зліва від умовного графічного позначення елемента	
3	справа від умовного графічного зображення елемента або над ним	
4	зліва від умовного графічного зображення елемента або під ним	
	Питання 10. Гальмування противмиканням двигунів найчастіше здійснюється:	
1	У функції шляху	
2	У функції швидкості	
3	У функції часу	
4	У функції струму	

8. Методи навчання

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Форми контролю

Оцінювання якості знань студентів, в умовах організації навчального процесу за кредитно-модульною системою здійснюється шляхом поточного, модульного, підсумкового (семестрового) контролю за 100-бальною шкалою оцінювання, за шкалою ECTS та національною шкалою оцінювання.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи R НР	Рейтинг з додаткової роботи R ДР	Рейтинг штрафний R ШТР	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	Зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D		
60-63	E	задовільно	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

1. Підручники та посібники, зазначені у списку літератури.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
3. Нормативні документи.
4. Таблиці, схеми і плакати з електропривода, виготовлені на кафедрі, а також типографічним способом.
5. Стенди із зразками електродвигунів, апаратів керування і захисту.
6. Лабораторні установки з електроприводу.
7. Інтернет-ресурси.

12. Рекомендована література

Основна

1. Основи електропривода / [Лавріненко Ю. М., Марченко О. С., Савченко П. І. та ін.] ; за ред. Ю. М. Лавріненка. – К. : Ліра-К, 2016. – 504 с.
2. Електропривод і автоматизація: Підручник / О.Ю. Синявський, В.В. Савченко, В.В. Козирський, В.Я. Бунько, В.Ю. Рамш; За ред. О.Ю. Синявського. К., ЦП «Компринт», 2019. 619 с.
3. Синявський О.Ю. Основи електропривода / Синявський О.Ю., Савченко В.В. – К.:ЦП «Компринт», 2017. – 598 с.
4. Електропривод у питаннях і відповідях / П. І. Савченко, М. Л. Лисиченко, О. К. Тищенко, В. В. Гузенко. – Х. : ХНТУСГ; Факт, 2012. – 500 с.
5. Практикум з електропривода / О. Ю. Синявський, В. В. Савченко, П. В. Олійник. – К. : ЦП «Компринт», 2017. – 245 с.
6. Електропривод: посібник для виконання лабораторних та практичних занять / М. Л. Лисиченко, П. І. Савченко, О. К. Тищенко, В. В. Гузенко. – Х. : ХНТУСГ; Факт, 2012. – 270 с.

Додаткова

7. Довідник сільського електрика / за ред. В. С. Олійника. – К. : Урожай, 1989. – 254 с.
8. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві / [О. С. Марченко, О. В. Дацишин, Ю. М. Лавріненко та ін.] ; за ред. О. С. Марченка. – К. : Урожай, 1995. – 416 с.
9. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ. 7-ме видання, перероблене та доповнене. – К.: Міненерговугілля України, 2022. – 794 с.