

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
Директор ННІ  
енергетики, автоматики і енергозбереження  
професор Віктор КАПЛУН  
2023 р.

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

На засіданні кафедри  
електроенергетики, електротехніки  
та електромеханіки  
Протокол № 12 від 29 травня 2023 р.  
В.о. завідувача кафедри  
доцент Олександр ОКУШКО

**РОЗГЛЯНУТО**

Гарант ОП  
«Автоматизація та комп'ютерно-  
інтегровані технології»  
професор Наталія ЗАЄЦЬ

*В. Заєць*

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Автоматизований електропривод  
(скорочений термін навчання)  
(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
(шифр і назва напрямку підготовки)

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження  
Розробник: к.т.н., доцент О. Ю. Синявський

Київ – 2023 р.

# 1. Опис навчальної дисципліни

## Автоматизований електропривод

(назва)

<b>Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</b>		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4,0	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	-	
Форма контролю	Залік	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	1	
Семестр	2	
Лекційні заняття	15 год.	
Практичні, семінарські заняття	30 год.	
Лабораторні заняття	15 год.	
Самостійна робота	60 год.	
Індивідуальні завдання	-	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	4 год. 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 проєктування 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 виробничих 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 виробничих машин і агрегатів;
- складати та аналізувати схеми керування;
- проводити налагодження електроприводів.

### **Набуття компетентностей:**

- *інтегральна компетентність (ІК):* 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.

- *фахові (спеціальні) компетентності (ФК):*

ФК5. 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.

### **Програмні результати навчання (ПРН):**

ПРН08. 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.

## 3. Програма та структура навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1. Основи електропривода

#### Тема 1. Вступ.

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

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 2. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму.**

Рівняння статичних механічної і електромеханічної характеристик електродвигунів постійного струму незалежного (паралельного), послідовного та змішаного збудження, їх аналіз. Природна та штучні механічні характеристики, їх розрахунок та побудова. Гальмівні режими, механічні характеристики в гальмівних режимах.

Пуск електродвигуна. Способи регулювання кутової швидкості в розімкнених системах.

**Тема 3. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів змінного струму.**

Рівняння механічної та електромеханічної характеристик та їх аналіз. Природна та штучні характеристики, їх розрахунок та побудова.

Гальмівні режими асинхронних електродвигунів. Способи пуску асинхронних електродвигунів та регулювання кутової швидкості в розімкнених системах.

Механічні характеристики однофазних та універсальних колекторних електродвигунів. Робота трифазного електродвигуна в однофазній мережі живлення.

Механічна та кутова характеристики синхронного електродвигуна.

**Тема 4. Основи динаміки та перехідні процеси в електроприводі.**

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.

Поняття про перехідні процеси в електроприводах. Механічні перехідні процеси в електроприводі з постійним моментом інерції і лінійним динамічним моментом.

**Тема 5. Автоматичне регулювання координат електроприводу.**

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 6. Визначення потужності електродвигунів.**

Рівняння нагрівання і охолодження електродвигуна, стала часу нагрівання і охолодження. Навантажувальні діаграми двигуна і робочої машини. Вихідні дані для визначення потужності електродвигуна.

Класифікація номінальних режимів роботи електродвигунів. Методи визначення потужності електродвигуна з урахуванням номінального режиму роботи і характеру навантаження..

### **Змістовий модуль 2. Системи автоматизованого керування електроприводами.**

#### **Тема 1. Апаратура захисту і керування електроприводами.**

Апарати ручного керування, електромагнітні контактори та пускачі, реле, напівпровідникові електричні апарати, плавкі запобіжники, автоматичні вимикачі, теплові реле, їх призначення, характеристики та вибір. Комплектні пристрої керування та захисту електроприводів.

#### **Тема 2. Схеми керування електроприводами.**

Функції систем автоматичного керування. Загальні вимоги до систем керування. Принципи автоматичного керування електроприводами. 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 багатошвидкісними двигунами, однофазними асинхронними електродвигунами та електродвигунами постійного струму.

#### **Тема 3. 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.

#### **Тема 4. Електропривод і автоматизація насосних установок.**

Вибір типу і розрахунок потужності насосів. Особливості конструкції заглибних електродвигунів. Приводні характеристики насосних установок. Вибір типу і потужності електродвигуна. Регулювання подачі насосних установок. Принципи автоматизації насосних установок. Комплекти електрообладнання для насосних установок.

#### **Тема 5. Електропривод і автоматизація вентиляційних установок.**

Вентилятори та їх основні характеристики. Приводні характеристики вентиляторів. Визначення потужності електродвигуна для привода вентилятора. Характеристики електродвигунів для приводу вентиляторів. Регулювання продуктивності вентиляційних установок. Принципи автоматизації вентиляційних

установок. Комплекти вентиляційного обладнання. Електропривод установок активного вентилявання сіна, зерна, установок для створення мікроклімату в овочесховищах.

**Тема 6. Електропривод і автоматизація кормоприготувальних машин, агрегатів і потокових ліній.**

Приводні характеристики кормоприготувальних машин. Особливості електроприводу кормоприготувальних машин. Визначення потужності електродвигунів кормоприготувальних машин.

Загальні поняття про електропривод потокових ліній. Автоматизація кормоприготувальних машин і потокових ліній. Методи вирівнювання навантажувальних діаграм.

**Тема 7. Електропривод і автоматизація доїльних установок та машин первинної обробки молока.**

Електропривод молочних та вакуум-насосів. Електропривод молочних сепараторів. Електропривод холодильних машин. Автоматизація машин для доїння і первинної обробки молока.

**Тема 8. Електропривод і автоматизація транспортних машин і механізмів.**

Приводні характеристики і визначення потужності двигуна транспортерів: стрічкових, скребкових, шнекових для переміщення зерна, кормів, прибирання гною, роздавання кормів.

Особливості електроприводу транспортерів і скреперних установок. Схеми автоматизованого керування.

### Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	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	14	
Змістовий модуль 1. Основи електропривода														
Тема 1. Механічні характеристики робочих машин і електродвигунів	1	6	1	2			3							
Тема 2. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму	2	14	1	4	2		7							
Тема 3. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів змінного струму	3	12	1	2	2		7							
Тема 4. Основи динаміки та перехідні	4	9	1	4			4							

процеси в електроприводі														
Тема 5. Автоматичне регулювання координат електроприводу	5	7	1				6							
Тема 6. Визначення необхідної потужності електродвигунів	6	12	2	4			6							
Разом за змістовим модулем 1	60		7	16	4		33							
Змістовий модуль 2. Системи автоматизованого керування електроприводами.														
Тема 1. Апаратура захисту і керування електроприводами	7	8	1	2	2		3							
Тема 2. Схеми керування електроприводами	8,9	11	1	2	4		4							
Тема 3. Загальна методика вибору електропривода.	10	6	1	2			3							
Тема 4. Електропривод і автоматизація насосних установок	11	8	1	2	2		3							
Тема 5. Електропривод і автоматизація вентиляційних установок	12	8	1	2	2		3							
Тема 6. Електропривод і автоматизація кормоприготувальних машин, агрегатів і потокових ліній	13	6	1	2			3							
Тема 7. Електропривод і автоматизація доїльних установок та машин первинної обробки молока.	14	6	1				5							
Тема 8. Електропривод і автоматизація транспортних машин і механізмів.	15	7	1	2	1		3							
Разом за змістовим модулем 2	60		8	14	11		27							
Усього годин														
Курсовий проект (робота)	-		-	-	-	-	-							
Усього годин	60		15	30	15		60							

#### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Побудова механічних характеристик робочих машин	2
2.	Побудова механічних та електромеханічних характеристик ДПС НЗ	2
3.	Вибір пускових та гальмівних резисторів	2
4.	Побудова механічної характеристики асинхронного електродвигуна	2
5.	Зведення моментів інерції та моментів статичних опорів до валу двигуна	2
6.	Визначення часу пуску електродвигуна	2
7.	Визначення потужності електродвигуна.	2
8.	Перевірка вибраного електродвигуна	2
9.	Розробка схем автоматизованого керування робочими машинами	2
10.	Вибір апаратів керування та захисту	2
11.	Розрахунок електропривода насосної установки	2
12.	Розрахунок електропривода вентиляційної установки	2
13.	Розрахунок електропривода дробарки	2
14.	Розрахунок електропривода стрічкового транспортера	2
15.	Розробка схеми керування виконавчими механізмами	2
Разом		30

#### 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
16.	Дослідження електромеханічних характеристик двигуна постійного струму послідовного збудження	2
17.	Дослідження механічних характеристик асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором	2
18.	Дослідження теплових реле і автоматичних вимикачів	2
19.	Дослідження схем автоматизованого керування асинхронним електродвигуном	2
20.	Дослідження схем пуску з обмеженням пускового струму і моменту та гальмування асинхронних двигунів	2
21.	Дослідження і налагодження схем автоматизованого керування насосними установками	2
22.	Дослідження електропривода і налагодження систем автоматизованого керування вентиляційними установками	2
23.	Дослідження та налагодження схем автоматичного керування виконавчими механізмами	1
Разом		15



## 6. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побудова механічних характеристик робочих машин	2
2	Побудова електромеханічних характеристик ДПС ПЗ	6
3	Побудова механічних характеристик асинхронних двигунів з фазним ротором	2
4	Механічні характеристики однофазних двигунів. Розрахунок пускових конденсаторів	2
7	Типові структури регульованих електроприводів постійного і змінного струму	2
8	Визначення часу перехідного процесу в електроприводі	6
9	Визначення втрат енергії в електроприводах постійного і змінного струму	6
10	Визначення потужності електродвигунів	6
11	Вибір апаратів керування і захисту	6
12	Розробка схем керування електроприводами	6
13	Вибір електропривода в цілому	4
14	Проектування електропривода водонасосних установок	4
15	Проектування електропривода вентиляційних установок	4
16	Проектування електропривода холодильних машин	4
Разом		60

## 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.
11. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму послідовного збудження.
12. Гальмівні режими роботи двигунів постійного струму послідовного збудження.
13. Механічні та електромеханічні характеристики двигунів постійного струму змішаного збудження.

14. Електромеханічні і механічні характеристики асинхронних електродвигунів.

15. Побудова механічної характеристики асинхронного електродвигуна за даними каталогів.

16. Штучні механічні характеристики асинхронного електродвигуна.

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

18. Гальмівні режими роботи асинхронних електродвигунів.

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

20. Механічна та кутова характеристики синхронного електродвигуна.

21. Основні показники регулювання кутової швидкості електродвигунів.

22. 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.

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

24. 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.

25. Регулювання кутової швидкості двигуна постійного струму незалежного збудження в замкненій системі із від'ємним зворотним зв'язком за швидкістю та з додатним зворотним зв'язком за моментом.

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

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

28. Рівняння руху електропривода та його аналіз.

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

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

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

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

33. Нагрівання і охолодження електродвигунів.

34. Класифікація режимів роботи електродвигунів.

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

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

37. Перевірка вибраного електродвигуна за тепловим режимом під час пуску, на перевантажувальну здатність і за умовами пуску.

38. Вибір потужності електродвигуна для короткочасного режиму роботи.

39. Вибір потужності електродвигуна для повторно-короткочасного режиму роботи.

40. Призначення і класифікація апаратури захисту і керування в електроприводах.

41. Апарати ручного керування. Призначення, характеристики, вибір.

42. Електромагнітні контактори та пускачі. Призначення, характеристики, вибір.

43. Реле, що використовуються в електроприводах.

44. Напівпровідникові електричні апарати.

45. Аварійні та аномальні режими в електроприводах та апарати захисту від них.

46. Автоматичні вимикачі. Призначення, характеристики, вибір.

47. Плавкі запобіжники. Призначення, характеристики, вибір.

48. Теплові реле. Призначення, характеристики, вибір.

49. Пристрої вбудованого температурного захисту двигунів.

50. Пристрої для контролю напруги нульової та зворотної послідовності (схеми з використанням реле напруги та реле ЕЛ).

51. Фазочутливий пристрій захисту електродвигунів.

52. Загальні відомості про системи керування електроприводами.

53. Функції систем керування електроприводами.

54. Принципи автоматичного керування електроприводами.

55. Вимоги, які ставляться до схем керування.

56. Правила виконання принципіальних електричних схем та схем електричних з'єднань.

57. Типові вузли і блокування в схемах керування.

58. Типові схеми керування асинхронними електродвигунами з короткозамкненим ротором.

59. Типові схеми обмеження пускових струмів і моментів асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором.

60. Типові схеми гальмування асинхронних електродвигунів.

61. Типові схеми керування асинхронними електродвигунами з фазним ротором.

62. Типові схеми керування багатошвидкісними електродвигунами.

63. Схеми керування однофазними електродвигунами.

64. Типові схеми керування двигунами постійного струму.

65. Вихідні дані для вибору електроприводу.

66. Вибір електродвигунів за родом струму та напругою.

67. Вибір електродвигунів за частотою обертання.

68. Вибір електродвигунів за електричною модифікацією.

69. Вибір електродвигунів за конструктивним виконанням.
70. Вибір електродвигунів за ступенем захисту від дії оточуючого середовища, кліматичним виконанням та категорією розміщення.
71. Основні етапи розробки принципіальної електричної схеми керування електроприводом.
72. Низьковольтні комплектні пристрої керування електроприводами.
73. Приводні характеристики виробничих машин і механізмів.
74. Електропривод насосних установок.
75. Вибір електродвигунів для привода насосів. Особливості заглибних електродвигунів.
76. Комплекти електрообладнання і автоматизація насосних установок.
77. Електропривод вентиляційних установок.
78. Вибір електродвигунів для привода вентиляторів. Особливості електродвигунів серії АИРПю
79. Комплекти вентиляційного обладнання і його автоматизація.
80. Приводні характеристики і визначення потужності двигуна транспортних машин.
81. Електропривод стаціонарних і мобільних кормороздочивачів.
82. Електроприводустановок для прибирання гною.
83. Електропривод і автоматизація кормоприготувальних машин.
84. Електропривод змішувачів кормів.
85. Електропривод і автоматизація потокових ліній.
86. Електропривод молочних та вакуум-насосів.
87. Електропривод холодильних машин.
88. Електропривод молочних сепараторів.
89. Електропривод молочних насосів.

### **Тестові завдання**

#### **1. Механічна характеристика електродвигуна – це залежність**

- a) кутової швидкості електродвигуна від струму якоря або ротора
- b) кутової швидкості електродвигуна від електромагнітного моменту
- c) кутової швидкості електродвигуна від прикладеної напруги
- d) моменту від струму.

Правильна відповідь: b.

#### **2. Гальмування противмиканням двигуна постійного струму має місце:**

- a) коли якір під дією активного моменту статичних опорів робочої машини обертається із швидкістю, вищою за швидкість ідеального холостого ходу (генераторний режим роботи)
- 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: b.

**3. Динамічне гальмування двигуна постійного струму має місце:**

- a) 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 оберտального моменту або зміни напрямку дії оберտального 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 в.

**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: а.

**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 в, 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 b, 3 с.

**9. Час пуску асинхронного електродвигуна вхолосту визначається**

- a) моментом інерції приводу
- b) електромеханічною сталою часу
- c) критичним ковзанням двигуна
- d) синхронною швидкістю двигуна.

Правильна відповідь: b, c.

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

- a) за експоненціальним законом
- b) за логарифмічним законом
- c) за лінійним законом
- d) за квадратичним законом.

Правильна відповідь: a.

**11. Навантажувальна діаграма електродвигуна – це залежність**

- a) потужності статичних опорів робочої машини від часу
- b) моменту статичних опорів робочої машини від часу
- c) потужності, моменту або струму двигуна від часу
- d) струму двигуна від моменту статичних опорів.

Правильна відповідь: c.

**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 b, 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

<b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ</b>			
<b>ОС бакалавр</b> <b>Спеціальність 151 -</b> <b>Автоматизація та</b> <b>комп'ютерно-</b> <b>інтегровані</b> <b>технології</b>	<b>Кафедра</b> <b>Електротехніки,</b> <b>електромеханіки</b> <b>та</b> <b>електротехнологій</b>	<b>ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ</b> <b>БІЛЕТ № _1_</b> <b>з дисципліни</b> <b>Автоматизований</b> <b>електропривода</b>	<b>Затверджую</b> Зав. кафедри  _____ (підпис)
<i><b>Екзаменаційні запитання</b></i>			
Механічні характеристики робочих машин.			
Зведення моментів статичних опорів і моментів інерції до вала електродвигуна.			
<i><b>Тестові завдання різних типів</b></i>			
	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	Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4					
0-100	0-100	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	<b>A</b>	відмінно	Зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
64-73	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	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. Синявський О.Ю., Савченко В.В., Соломко Н.О. Електрифіковані технології в АПК. Ч.2. Автоматизований електропривод: Навчальний посібник. К.: ФОВ Ямчинський О.В., 2022. 534 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.