

КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД ОСВІТИ «ПОКРОВСЬКЕ ВИЩЕ
ПРОФЕСІЙНЕ УЧИЛИЩЕ» ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. директора КЗО «ПОКРОВСЬКЕ
ВИЩЕ ПРОФЕСІЙНЕ УЧИЛИЩЕ» ДОР»

Олена РАДЧЕНКО

01 вересня 2023

**ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ
ПРОГРАМА**

обов'язкової дисципліни

для підготовки фахівців за освітньо-професійним ступенем
«фаховий молодший бакалавр»

Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітньо-професійна програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітньо-професійний ступінь	Фаховий молодший бакалавр
Освітня кваліфікація	Фаховий молодший бакалавр з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Монтаж, обслуговування та ремонт електротехнічних установок в агропромисловому комплексі

Розглянуто та схвалено
на засіданні методичної комісії
Електрифікації сільського господарства
Протокол №1 від 31.08.2023
Голова МК _____ Микола Решетюк

Розробники програми

Програма розроблена відповідно до Програми нормативної навчальної дисципліни «Електричні машини і апарати» для підготовки фахівців «молодший спеціаліст» напряму 6100101 «Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі» спеціальності 5.10010102 «Монтаж, обслуговування та ремонт електротехнічних установок в агропромисловому комплексі» у вищих навчальних закладах I-II рівнів акредитації Міністерства аграрної політики та продовольства України, затвердженої Департаментом науково-освітнього забезпечення АПВ та розвитку сільських територій Міністерства аграрної політики та продовольства України від 12.06.2018 року.

Розробники програми:	
Кривошопка Е.А	ВикладачХорольського агропромислового коледжу Полтавської ДАА
Лисенко М.І	ВикладачГлухівського агротехнічний інституту ім..С.А. Ковпака Сумського НАУ,
Еременок П.М	викладач ВП НУБіП України «Немішаєвський агротехнічний коледж»
Рецензенти:	
Устименко О.А.,	Викладач Хорольського агропромислового коледжу Полтавського ДАА.
Соур Г.В.,	Викладач Коледжу електрифікації Дніпровського ДАЕУ.
Івчик О.А.,	Викладач Мирогощанського аграрного коледжу.
БясоваО.В.,	Викладач Нпвобузького коледжу Миколаївського НАУ.
Устименко С.А.,	Керівник Хорольської філії ПАТ «ПОЛТАВА-ОБЛЕНЕРГО».
Потапський П.В.,	Викладач Коледжу Подільського ДАТУ.

Обговорено та рекомендовано до видання навчально-методичною комісією аграрних вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації зі спеціальності 5.10010102 «Монтаж, обслуговування та ремонт електротехнічних установок в агропромисловому комплексі» (протокол від 25 жовтня 2013 року №1)

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Галузь знань	14 "Електрична інженерія"
Спеціальність	141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"
Освітньо-професійна програма	"Монтаж, обслуговування та ремонт електротехнічних установок в агропромисловому комплексі"
Рівень кваліфікації	Фаховий молодший бакалавр
Обов'язкова/вибіркова дисципліна	Обов'язкова
Семестри	1 .
Кількість кредитів ECTS/годин	3/90
Кількість розділів	5
Опис навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин	
Лекції	60
Практичні заняття	10
Самостійна робота	20
Форма підсумкового контролю	Екзамен

ВСТУП

Навчальна дисципліна “Електричні машини і апарати” входить до циклу професійно-орієнтованих дисциплін та є важливою складовою у системі підготовки студентів із спеціальності “Монтаж, обслуговування та ремонт електротехнічних установок в агропромисловому комплексі”.

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів теоретичних знань з конструкції, принципу дії, області застосування електричних машин та трансформаторів, а також набуття практичних навичок, пов’язаних з монтажем, підключенням, експлуатацією та визначенням параметрів електричних машин.

Міждисциплінарні зв’язки: “Фізика”, “Вища математика”, “Конструкційні та електротехнічні матеріали”, “Теоретичні основи електротехніки”, “Основи теплотехніки та гідравліки”, “Контрольно-вимірювальні прилади з основами метрології”, “Електропривод сільськогосподарських машин”, “Електропостачання сільського господарства”, “Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування”, “Експлуатація та ремонт електрообладнання та засобів автоматизації”, “Монтаж електрообладнання і систем керування”.

Як результат вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- термінологію та символіку, які застосовуються в електротехніці;
- основні елементи конструкції електричних машин та трансформаторів, варіанти їх конструктивного виконання;
- область використання електричних машин різних типів та конструктивного виконання;

уміти:

- аналізувати паспорт електричної машини;
- здійснювати підключення, пуск та регулювання вихідних параметрів електричних машин;
- проводити досліди для визначення параметрів електричних машин;
- виконувати розрахунки елементів конструкції під час проектування та ремонту електричних машин.

Структура навчальної дисципліни є орієнтовною. Під час складання навчальних програм циклові (предметні) комісії можуть вносити обґрунтовані зміни та доповнення в зміст програмного матеріалу і розподіл навчальних годин за темами в межах бюджету часу, відведеному навчальним планом на вивчення дисципліни. Внесені зміни та доповнення мають бути обговорені на засіданні циклової комісії і затверджені заступником директора з навчальної роботи.

Структура навчальної дисципліни «Електричні машини та апарати»

Розділ		Тема		Обсяг годин для окремих видів навчальних занять і самостійної роботи				
№	назва	№	назва	лекції	лабораторні заняття	практичні заняття	самостійна робота	разом
1	2	3	4	5	6	7	9	10
			Вступ	1				1
1.	Машини постійного струму	1.1.	Будова і принцип дії машин постійного струму	2	2	–	–	4
		1.2.	Обмотки якоря	3	–		3	6
		1.3.	Реакція якоря	1	–	–	–	1
		1.4.	Явище комутації в машинах постійного струму	2	–	–	–	2
		1.5.	Генератори постійного струму і їх характеристика	3		–	3	6
		1.6.	Двигуни постійного струму	3	2	–		5
		1.7.	Втрати потужності і коефіцієнт корисної дії машин постійного струму	1	–	–	–	1
Всього за розділ				15	4		6	25
2.	Трансформатори	2.1.	Загальні відомості про трансформатори	1	2	–		3
		2.2.	Робочий процес трансформатора	2			3	5

		2.3.	Елементи конструкції трансформаторів	1	–			1
		2.4.	Схеми і групи з'єднання обмоток трифазних трансформаторів	2	2			4
		2.5.	Паралельна робота трансформаторів	2				2
		2.6.	Спеціальні типи трансформаторів	2			3	5
Всього за розділ				10	4		6	20

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.	Синхронні машини	3.1.	Будова і принцип дії синхронного генератора	2	2			4
		3.2.	Обмотки машин змінного струму	1			3	4
		3.3.	Збудження синхронних генераторів	1				1
		3.4.	Реакція якоря синхронного генератора	2				2
		3.5.	Характеристики синхронного генератора	2			3	5
		3.6.	Паралельна робота синхронних генераторів	1				1
		3.7	Синхронні двигуни і компенсатори	2				2
Всього за розділ				11	2		6	19
4.	Асинхронні машини	4.1.	Будова і принцип дії асинхронного двигуна	1				1
		4.2.	Робочий процес трифазної асинхронної машини	2			3	5

		4.3.	Обертаючий момент асинхронного двигуна	1				1
		4.4.	Регулювання частоти обертання і пуск в хід трифазних асинхронних двигунів	2				2
		4.5.	Однофазні асинхронні двигуни	2			3	5
		4.6.	Асинхронні генератори	1				1
		4.7.	Індукційні регулятори і фазорегулятори	1				1
		4.8.	Обертові перетворювачі	1				1
Всього за розділ				11			6	17
5.	Електричні мікромашини	5.1.	Мікромашини постійного струму	1				1
		5.2.	Синхронні мікромашини	1			3	4
		5.3.	Асинхронні мікромашини	1			3	4
Всього за розділ				3			6	9
Разом годин з навчальної дисципліни				60	2	8	20	90

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВСТУП

Зміст і завдання навчальної дисципліни, її значення у підготовці фахівців, зв'язок з іншими дисциплінами навчального плану.

Історія і перспективи розвитку теорії і практики електромашинобудування.

Роль електричних машин в інтенсифікації сільськогосподарського виробництва.

Класифікація електричних машин, призначення та застосування електричних машин, трансформаторів, мікромашин.

1. МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

1.1. Будова і принцип дії машин постійного струму

Застосування основних законів електротехніки до теорії електричних машин. Будова машин постійного струму. Принцип зворотності. Принцип дії генератора постійного струму. Серії машин постійного струму.

1.2. Обмотки якоря

Основні елементи обмоток. Прості петльові і хвильові обмотки: розрахункові формули, принцип виконання. Поняття про складні обмотки. Електрорушійна сила обмотки якоря.

Практичні заняття

1.3. Реакція якоря

Суть явища реакції якоря. Магнітне поле машин постійного струму під час навантаження. Фізична нейтраль. Вплив реакції якоря на магнітне поле машини. Вплив реакції якоря на роботу машин постійного струму і методи її зменшення.

1.4. Явище комутації в машинах постійного струму

Причини і ступені іскріння на колекторі. Фізична суть процесу комутації. Прямолінійна і криволінійна комутації. Способи поліпшення комутації вплив типу щіток, зміщення щіток з фізичної нейтралі, додаткові полюси.

1.5. Генератори постійного струму і їх характеристика

Системи збудження машин постійного струму. Генератори незалежного збудження і їх характеристика. Самозбудження генераторів. Характеристика генераторів паралельного і змішаного збудження.

Лабораторні заняття

1.6. Двигуни постійного струму

Принцип дії двигуна постійного струму. Рівняння рівноваги е.р.с. та моментів. Пуск у хід, зміна напрямку обертання і регулювання частоти обертання двигунів постійного струму.

Двигуни паралельного, послідовного і змішаного збудження, робочі та механічні характеристики, застосування.

Лабораторні заняття

1.7. Втрати потужності і коефіцієнт корисної дії машин постійного струму

Класифікація втрат і залежність їх від навантаження. Енергетичні діаграми генератора та двигуна. Визначення к.к.д. генератора і двигуна.

1.4. Явище комутації в машинах постійного струму

Причини і ступені іскріння на колекторі. Фізична суть процесу комутації. Прямолінійна і криволінійна комутації. Способи поліпшення комутації вплив типу щіток, зміщення щіток з фізичної нейтралі, додаткові полюси.

1.5. Генератори постійного струму і їх характеристика

Системи збудження машин постійного струму. Генератори незалежного збудження і їх характеристика. Самозбудження генераторів. Характеристика генераторів паралельного і змішаного збудження.

Лабораторні заняття

1.6. Двигуни постійного струму

Принцип дії двигуна постійного струму. Рівняння рівноваги е.р.с. та моментів. Пуск у хід, зміна напрямку обертання і регулювання частоти обертання двигунів постійного струму.

Двигуни паралельного, послідовного і змішаного збудження, робочі та механічні характеристики, застосування.

Лабораторні заняття

1.7. Втрати потужності і коефіцієнт корисної дії машин постійного струму

Класифікація втрат і залежність їх від навантаження. Енергетичні діаграми генератора та двигуна. Визначення к.к.д. генератора і двигуна.

2. ТРАНСФОРМАТОРИ

2.1. Загальні відомості про трансформатори

Призначення трансформаторів і основні визначення, принцип дії трансформатора, коефіцієнт трансформації. Класифікація трансформаторів. Номінальні величини. Типи трансформаторів.

2.2. Робочий процес трансформатора

Режим холостого ходу, дослід холостого ходу трансформатора. Робота трансформатора під навантаженням: рівняння магніторушійних сил, зведений трансформатор. Рівняння струмів і напруг. Схема заміщення трансформатора. Спрощена векторна діаграма. Режим короткого замикання, дослід короткого замикання. Визначення параметрів схеми заміщення з дослідів холостого ходу і короткого замикання. Зміна вторинної напруги трансформатора, зовнішня характеристика. Втрати потужності і к.к.д. трансформатора. Регулювання напруги трансформатора.

2.3. Елементи конструкції трансформаторів

Будова трансформаторів: магнітопроводи, обмотки, баки, пристрої охолодження, перемикачі напруги, вводи. Обладнання для обслуговування та захисту трансформаторів.

Серії трансформаторів невеликої та середньої потужності. Шкала номінальних потужностей силових трансформаторів.

2.4. Схеми і групи з'єднання обмоток трифазних трансформаторів

Схеми з'єднання обмоток трифазних трансформаторів: зірка, трикутник, зигзаг. Поняття про початок і кінець обмоток, напрям е.р.с. Групи з'єднання обмоток трифазних трансформаторів. Векторні діаграми е.р.с. первинної і вторинної обмоток різних груп з'єднання. Основні групи з'єднання обмоток трифазних трансформаторів і їх застосування.

2.5. Паралельна робота трансформаторів

Умови вмикання трансформаторів на паралельну роботу. Фазування трансформаторів. Явища, що виникають в паралельно працюючих трансформаторах із різними коефіцієнтами трансформації за неоднакових напруг короткого замикання та різних груп з'єднання обмоток трансформаторів.

Перевірка можливості вмикання трифазних трансформаторів на паралельну роботу.

Лабораторне заняття

2.6. Спеціальні типи трансформаторів

Автотрансформатори: принцип дії, схеми з'єднання, співвідношення струмів і потужностей, втрати, застосування. Зварювальні трансформатори та випрямлячі: будова, схеми, регулювання зварювального струму. Триобмоткові трансформатори. Трансформатори для перетворення форми кривої е.р.с.

3. СИНХРОННІ МАШИНИ

3.1. Будова і принцип дії синхронного генератора

Будова і принцип дії синхронних генераторів. Основні визначення. Елементи конструкції: статор, ротор, збудник. Явнополюсні і неявнополюсні генератори.

3.2. Обмотки машин змінного струму

Основні елементи обмоток і їх розрахунків. Однофазні обмотки. Трифазні обмотки. Електрорушійна сила фази обмоток статора. Коефіцієнт розподілу, обмотковий коефіцієнт.

Умови створення обертаючого магнітного поля за допомогою трифазної та двофазної системи струмів.

3.3. Збудження синхронних генераторів

Будова, схема, принцип дії синхронного генератора з машинним збудником. Будова, схема, принцип дії синхронного генератора із збудженням від напівпровідникових випрямлячів. Будова, схема, принцип дії синхронного генератора із збудженням постійними магнітами випрямляча. Схема безконтактного збудження.

3.4. Реакція якоря синхронного генератора

Магнітне поле синхронного генератора. Суть реакції якоря синхронного генератора при активному, індуктивному навантаженні. Вплив реакції якоря на роботу синхронного генератора при змішаному навантаженні, залежність від коефіцієнта потужності.

3.5. Характеристики синхронного генератора

Характеристика холостого ходу. Характеристика короткого замикання. Відношення короткого замикання. Зовнішні і регульовальні характеристики за різних видів навантаження. Визначення зміни напруги під час навантаження.

3.6. Паралельна робота синхронних генераторів

Умови вмикання синхронних генераторів на паралельну роботу. Способи синхронізації. Вмикання лампових синхроноскопів. Самосинхронізація. Явища в паралельно працюючих генераторах під час невиконання умов вмикання.

Паралельна робота синхронних генераторів на потужну мережу. У-подібні характеристики. Регулювання реактивної і активної потужностей. Електромагнітна і синхронізуюча потужності. Коливання при паралельній роботі власні і змушені.

3.7. Синхронні двигуни і компенсатори

Принцип дії синхронного двигуна. Кутові та V-подібні характеристики. Електромагнітний обертаючий момент. Робочі характеристики синхронного двигуна. Пуск у хід синхронного двигуна. Застосування синхронних двигунів. Синхронний компенсатор, призначення, принцип дії. Втрати і к.к.д. синхронних машин.

Вивчення способів пуску трифазного синхронного двигуна. Пуск у хід синхронного

двигуна та зняття регулювальних і робочих характеристик.

4. АСИНХРОННІ МАШИНИ

4.1. Будова і принцип дії асинхронного двигуна

Будова і принцип дії асинхронних двигунів. Основні визначення. Типи роторів. Режим роботи: двигунний, генераторний, гальмівний.

4.2. Робочий процес трифазної асинхронної машини

Асинхронні машини при нерухомому роторі. Режим холостого ходу і короткого замикання. Струм холостого ходу та короткого замикання, втрати. Асинхронний двигун під час обертання ротора: частота струму, опори ротора, струм в роторі. Магнітні потоки і рівняння е.р.с. під час навантаження. Приведення робочого процесу асинхронної машини до робочого процесу трансформатора. Основні векторні рівняння обмоток ротора і статора та векторні діаграми.

4.3. Обертаючий момент асинхронного двигуна

Енергетична діаграма асинхронного двигуна. Рівняння обертаючого моменту асинхронного двигуна. Залежність обертаючого моменту від ковзання, напруги, активної складової струму ротора.

Механічна характеристика асинхронного двигуна. Номінальний, максимальний та пусковий моменти. Критичне ковзання. Залежність пускового моменту від активного опору ротора. Робочі характеристики асинхронного двигуна.

4.4. Регулювання частоти обертання і пуск у хід трифазних асинхронних двигунів

Прямий пуск за номінальної напруги та пуск у хід під час зниження напруги асинхронних короткозамкнених двигунів. Пуск двигуна з фазним ротором. Регулювання частоти обертання асинхронних двигунів зміною частоти струму, кількістю пар полюсів, зміною опору реостата в колі ротора, величиною підведеної напруги та асиметрією підведеної напруги.

Зміна напрямку обертання і гальмування асинхронних двигунів.

Двигуни з подвійною білячою кліткою та глибоким пазом у роторі: їх будова, принцип дії, механічні характеристики, переваги й недоліки, застосування.

Лабораторне заняття

Пуск у хід асинхронного трифазного двигуна за номінальної і зниженої напруги. Пуск двигуна з фазним ротором. Зміна напрямку обертання і гальмування. Визначення пускових і номінальних струмів, порівняння способів пуску.

4.5. Однофазні асинхронні двигуни

Принцип дії і будова однофазних асинхронних двигунів. Двигуни з пусковою обмоткою і конденсаторні двигуни, схеми пуску.

Використання трифазних асинхронних двигунів під час живлення від однофазної мережі:

схеми пуску, вибір пускових опорів і ємностей конденсаторів.

4.6. Асинхронні генератори

Принцип дії і схеми вмикання асинхронних генераторів із збудженням від мережі і з конденсаторним збудженням. Переваги, недоліки і застосування асинхронних генераторів.

4.7. Індукційні регулятори і фазорегулятори

Трифазний індукційний регулятор, однофазний регулятор: схеми, принцип дії, переваги і недоліки, застосування. Фазорегулятори: схеми, принцип дії, застосування.

4.8. Обертові перетворювачі

Електромашинні перетворювачі двигуна генераторного типу, перетворювачі постійно-змінного і постійного струмів: конструкція, принцип дії, пуск у хід, регулювання напруги на виході. Обертові перетворювачі частоти И-75, И-75В, С-572, принцип дії, схеми, номінальні величини.

5. ЕЛЕКТРИЧНІ МІКРОМАШИНИ

5.1. Мікромашини постійного струму

Загальна характеристика мікромашин, їх класифікація, застосування.

Тахогенератори постійного струму, їх призначення, будова, принцип дії, основні характеристики.

Виконавчі двигуни: будова, принцип дії, основні експлуатаційні властивості, застосування. Виконавчі двигуни з якірним та полюсним керуванням. Двигуни з дисковим якорем, з пустотілим якорем.

Електромашинні підсилювачі, будова та принцип дії ЕМП з поперечним полем.

5.2. Синхронні мікромашини

Реактивний синхронний двигун. Гістерезисний синхронний двигун. Кроковий двигун. Синхронний тахогенератор.

5.3. Асинхронні мікромашини

Однофазні асинхронні двигуни з розщепленими полюсами: будова, принцип дії, основні експлуатаційні властивості, застосування.

Асинхронні виконавчі двигуни: принцип дії, схеми керування, основні експлуатаційні властивості, застосування.

Асинхронні тахогенератори: принцип дії, основні експлуатаційні властивості, застосування.

Сельсини: принцип дії, призначення.

Універсальний колекторний двигун: будова, принцип дії, схеми вмикання, основні експлуатаційні властивості, застосування.

Критерій оцінювання навчальних досягнень студентів

І рівень – початковий

Характеристика рівня: Здобувач освіти з *допомогою викладача* відтворює на рівні розпізнання окремі елементи (фрагменти) навчального матеріалу. При відповіді на питання допускає суттєві помилки.

Ба ли	Критерії оцінювання навчальних досягнень
1	Здобувач освіти з допомогою викладача відтворює на рівні розпізнання окремі елементи навчального матеріалу та виконує зі значними труднощами окремі елементи завдань. Під час відповіді і при виконанні завдань припускається суттєвих помилок.
2	Здобувач освіти з допомогою викладача відтворює на рівні розпізнання окремі фрагменти навчального матеріалу та не усвідомлено виконує окремі фрагменти завдань. При відповіді і виконанні завдань припускається суттєвих помилок.
3	Здобувач освіти з допомогою викладача відтворює фрагменти навчального матеріалу та не усвідомлено виконує частину завдань. При відповіді і виконанні завдань припускається суттєвих помилок.

PAGE *
MERGEF
ORMAT2
2

II рівень – середній

Характеристика рівня: Здобувач освіти *на рівні запам'ятовування без достатнього розуміння* відтворює навчальний матеріал та виконує завдання в неповному обсязі з частковою допомогою викладача. Недостатньо обґрунтовано аналізує і порівнює інформацію. Не усвідомлено користується технічною та конструкторсько-технологічною документацією. При відповіді і виконанні завдань припускається помилок, які самостійно виправити не може.

Ба ли	Критерії оцінювання навчальних досягнень
4	Здобувач освіти на рівні запам'ятовування без розуміння відтворює навчальний матеріал, виконує завдання з допомогою викладача. Стикається зі значними труднощами при аналізі та порівнянні. Усвідомлено користується технічною та конструкторсько-технічною документацією. При відповіді та виконанні завдань припускається значної кількості помилок, які самостійно виправити не може.
5	Здобувач освіти на рівні запам'ятовування без достатнього розуміння відтворює основні положення навчального матеріалу та виконує завдання з

	частковою допомогою викладача. З помилками дає визначення основних понять. Може частково обґрунтувати і проаналізувати свою відповідь. Недостатньо усвідомлено користується технічною документацією. При відповіді та виконанні завдань припускається помилок, які самостійно виправити не може.
6	Здобувач освіти без достатнього розуміння відтворює основний навчальний матеріал та виконує завдання з епізодичною допомогою викладача і з окремими помилками визначення основних понять. Може частково аналізувати навчальний матеріал, порівнювати і робити висновки. Користується окремими видами технічної документації. При відповіді та виконанні завдань припускається помилок, може частково виправити.

III рівень – достатній

Характеристика рівня: Здобувач освіти *самостійно з розумінням* відтворює основний навчальний матеріал та застосовує його при виконанні завдань в типових умовах (стандартних ситуаціях). Дає визначення основних понять, аналізує, порівнює інформацію і робить висновки. Відповідь студента в цілому правильна, логічна та достатньо обґрунтована. Виконує завдання за типовим алгоритмом (послідовність дій). Можлива консультативна допомога викладача. Достатньо усвідомлено користується довідковою інформацією, технічною документацією. При відповіді та виконанні завдань припускається несуттєвих помилок, які може виправити.

PAGE *
MERGEF
FORMAT2

2	Ба	Критерії оцінювання навчальних досягнень
ли		
7		Здобувач освіти самостійно з розумінням відтворює суть основних положень навчального матеріалу та застосовує його при виконанні завдань в типових умовах. Дає визначення основних термінів і понять, аналізує, порівнює, робить висновки. Його відповідь в цілому правильна, але містить неточності й недостатньо обґрунтована. Виконує завдання за типовим алгоритмом (послідовність дій) з консультативною допомогою викладача. Користується довідковою інформацією, технічною документацією. При відповіді та виконанні завдань припускається несуттєвих помилок, які частково виправляє.
8		Здобувач освіти самостійно з розумінням відтворює основний навчальний матеріал та застосовує його при виконанні завдань в типових умовах (стандартних ситуаціях). Дає визначення основних термінів і понять, аналізує, порівнює інформацію, встановлює її зв'язок з обраною професією та робить висновки. Відповідь у цілому правильна, логічна та достатньо обґрунтована. Виконує завдання за типовим алгоритмом з консультативною допомогою викладача. Усвідомлено користується довідковою інформацією, технічною документацією. При відповіді та виконанні завдань припускається несуттєвих помилок, які частково виправляє.

9	Здобувач освіти володіє основним навчальним матеріалом в усній, письмовій і графічній формах та застосовує його при виконанні завдань як у типових, так і в дещо ускладнених умовах. Дає визначення основних термінів і понять, аналізує, порівнює і систематизує інформацію, встановлює зв'язок з обраною професією та робить висновки. Його відповідь в цілому правильна, логічна і достатньо обґрунтована. Виконує завдання за типовим алгоритмом з консультацією викладача. Усвідомлено користується довідковою інформацією, технічною документацією. При відповіді та виконанні завдань припускається несуттєвих помилок, які може виправити.
---	--

IV рівень – високий

Характеристика рівня: Здобувач освіти володіє глибокими, міцними, узагальненими, системними знаннями навчального матеріалу в повному обсязі та здатний їх ефективно використовувати для виконання всіх передбачених навчальною програмою завдань. Відповідь студента повна, правильна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення. Вміє самостійно знаходити джерела інформації й користуватися ними, оцінювати отриману інформацію. Встановлює причинно-наслідкові та між предметні зв'язки, робить аргументовані висновки. Здобувач освіти правильно й усвідомлено застосовує всі види технічної документації в межах навчальної програми. Може самостійно розробляти окремі її види. Самостійно, правильно і в повному обсязі виконує завдання як з використанням типового алгоритму, так і за самостійно складеним планом. При відповіді та виконанні завдань припускається неточностей, які самостійно виявляє та виправляє. Виявляє пізнавально-творчий інтерес до обраної професії, нової техніки і технології.

Бали	Критерії оцінювання навчальних досягнень
10	Здобувач освіти уміє усвідомлено засвоювати нову інформацію обсягом, передбаченим програмою. Володіє глибокими, міцними знаннями навчального матеріалу та здатний їх правильно використовувати для виконання завдань. Відповідь студента повна, правильна, логічна, містить аналіз, систематизацію. Встановлює причинно-наслідкові та між предметні зв'язки, робить аргументовані висновки з незначною консультацією викладача. Вміє самостійно користуватися джерелами інформації. Здобувач освіти самостійно і правильно застосовує довідкову інформацію, технічну документацію. Завдання виконує в цілому правильно в повному обсязі з використанням типового алгоритму, так і в дещо змінених умовах. При відповіді та виконанні завдання припускається окремих неточностей, які може виправити самостійно. Виявляє пізнавально-творчий інтерес до обраної професії, нової техніки і технології.
11	Здобувач освіти володіє узагальненими знаннями навчального матеріалу в повному обсязі та здатний їх ефективно використовувати для виконання всіх передбачених навчальною програмою практичних завдань. Відповідь

студента повна, правильна, логічна і містить аналіз, систематизацію, узагальнення навчального матеріалу. Вміє самостійно знаходити і користуватися джерелами інформації, оцінювати отриману інформацію. Встановлює причинно-наслідкові та між предметні зв'язки. Робить аргументовані висновки. Правильно й усвідомлено застосовує всі види довідкової інформації, технічної документації в межах навчальної програми. Може самостійно складати окремі її види. Завдання виконує правильно у повному обсязі як з використанням типового алгоритму, так і за самостійно розробленим алгоритмом. При відповіді та виконанні завдань припускається незначних неточностей, які самостійно виявляє та виправляє. Виказує пізнавально-творчий інтерес до обраної професії, нової техніки і технології.

12 Здобувач освіти володіє системними знаннями навчального матеріалу та ефективно їх застосовує для виконання практичних завдань, передбачених навчальною програмою. Відповідь студента повна, правильна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення. Вміє самостійно знаходити і користуватися джерелами інформації, оцінювати отриману інформацію. Встановлює причинно-наслідкові та між предметні зв'язки. Робить аргументовані висновки. Правильно і усвідомлено використовує всі види довідкової, технічної документації в межах навчальної програми. Бездоганно виконує завдання як з використанням типового алгоритму, так і за самостійно розробленим алгоритмом. Виявляє пізнавально-творчий інтерес до обраної професії, нової техніки і технології.

Питання підсумкового контролю з предмету:

ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ

1. В чому полягає принцип дії генератора постійного струму?
2. Яке призначення колектора та щіток при роботі машини в режимі генератора?

3. Яка роль статора машини постійного струму?
4. Яку конструкцію має статор машини постійного струму?
5. Яку конструкцію має головний полюс машини постійного струму?
6. Яку конструкцію має щітковий апарат?
7. Яка конструкція колектора машини постійного струму?
8. Що називається обмоткою якоря машини постійного струму?
9. Що таке секція обмотки якоря?
10. Що таке паралельні гілки обмотки?
11. За якою формулою визначається електромагнітний момент машини? (Вивести її).
12. Як визначається електромагнітна потужність через механічні та електричні величини?
13. Що називається реакцією якоря?
14. Що називається комутацією в машині постійного струму?
15. Які причини викликають іскріння між колектором і щітками?
16. На які класи за ступенем іскріння між колектором і щітками поділяється комутація?
17. Де застосовуються генератори постійного струму?
18. Як класифікуються генератори постійного струму?
19. Пояснити принцип самозбудження генератора постійного струму.
20. Пригадати і пояснити принцип дії генератора постійного струму та його конструкцію.
21. Де застосовуються двигуни постійного струму?
22. Як класифікуються двигуни постійного струму?
23. Яким чином можна регулювати частоту обертання двигуна постійного струму?

24. Які характеристики називають робочими, як вони знімаються і будуються для двигунів незалежного збудження?

25. Поясніть принцип дії асинхронного двигуна.

26. З яких основних частин складається асинхронний двигун і яке призначення?

27. Що таке ковзання і як його визначають?

28. З якою максимальною швидкістю може обертатися асинхронний двигун при частоті мережі 50 Гц?

29. Розкажіть про режим холостого ходу і короткого замикання асинхронного двигуна.

30. Розкажіть про зведення величини обмотки ротора до обмотки статора.

31. В якому режимі знаходиться асинхронний короткозамкнений двигун при пуску?

32. Чому струм холостого ходу в асинхронному двигуні відносно більший, ніж у трансформаторі?

33. Чим відрізняється г-подібна схема заміщення асинхронного двигуна від т-подібної?

34. Зобразіть енергетичну діаграму асинхронного двигуна та поясніть її.

35. Як визначається ККД асинхронного двигуна?

36. Що таке критичне ковзання і від яких величин воно залежить?

37. Яке призначення пускового реостату в асинхронному двигуні фазним ротором?

38. Назвати переваги і недоліки пуску трифазного короткозамкненого асинхронного двигуна прямим вмиканням у мережу.

39. Що потрібно зробити для зміни напрямку обертання ротора асинхронного трифазного двигуна?

40. Назвати переваги і недоліки двокліткового і глибоко пазового двигунів.

41. Пояснити принцип дії однофазного асинхронного двигуна.

42. Як можна визначити величину пускового опору для пуску трифазного двигуна у однофазному режимі?

43. Назвіть основні переваги і недоліки асинхронних генераторів.
44. Назвіть різновиди конструкції ротора асинхронних виконавчих двигунів.
45. Поясніть роль синхронних машин у виробництві електроенергії. Чому машина називається синхронною?
46. Поясніть різницю в конструкції роторів потужних синхронних генераторів.
47. Поясніть конструктивні відмінності турбогенераторів, гідрогенераторів та дизель-генераторів.
48. Які існують способи збудження синхронних машин? Які вимоги ставляться до систем збудження синхронних генераторів?
49. Поясніть конструкцію та призначення збуджувача синхронної машини.
50. Що слід розуміти під реакцією якоря синхронного генератора?
51. Поясніть, як діє реакція якоря в синхронному генераторі при активному, індуктивному, ємнісному та змішаному характерах навантаження.
52. Що є основною причиною зміни напруги навантаженого синхронного генератора?
53. Які існують характеристики для синхронних генераторів, що характеризують їх властивості?
54. Які втрати синхронних машин відносять до основних, а які до додаткових втрат? Як визначаються електричні втрати в обмотці статора синхронної машини?
55. Що слід розуміти під синхронізацією синхронного генератора з мережею? Які є способи синхронізації генератора з мережею, в чому їх переваги та недоліки?
56. Як регулюється активне навантаження синхронного генератора при паралельній роботі з мережею?
57. Поясніть природу виникнення основного та додаткового (реактивного) електромагнітних моментів явнополюсної синхронної машини.
58. Поясніть природу виникнення синхронізуючої потужності (моменту) синхронної машини при паралельній роботі з мережею.
59. Поясніть процеси, що відбуваються в синхронному генераторі, який працює паралельно з мережею при зміні струму збудження.

60. Чим пояснити поширене використання в сучасних електроприводах синхронних двигунів?
61. Наведіть конструктивну схему синхронного двигуна і поясніть принцип дії синхронного двигуна.
62. Які переваги та недоліки синхронного двигуна у порівнянні з асинхронним?
63. На яку потужність і де використовуються синхронні двигуни загального призначення?
64. Що таке синхронний компенсатор? Що дає використання синхронних компенсаторів в електричних системах?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА І ДЖЕРЕЛА

1. Куценко Ю.М., Яковлев В.Ф., Смуригін В.М. та ін. Електричні машини і апарати : навч. посіб. – Київ : Аграрна освіта, 2013. – 449 с.
2. Загірняк М.В., Невзмін Б.І. Електричні машини : підручник. – Київ : Знання, 2009. – 399 с.
3. Яцун М. В. Електричні машини : підручник. – Львів : Львівська політехніка, 2011. – 464 с.
4. Кацман М.М. Электрические машины : учебник. – Москва : Высшая школа, 2002. – 469 с.
5. Черник М.А., Гайдук В.Г. Електричні машини : збірник задач. – Львів : Львівська політехніка, 2008. – 176 с.
6. Андрейко І.І., Біляковський І.Є., Денис Б.Д. Електричні мікромашини : У 2 т. – Т. 1 : Електричні машини постійного струму та мікротрансформатори : навч. посібн. – Львів : Львівська політехніка, 2007. – 452 с.

- . 7. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. – Харків : ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с.
- . 8. Електричні машини: машини постійного струму і трансформатори. Начальний посібник для виконання лабораторних робіт/ С.О. Квітка, С.В. Галько, О.В. Ковальов. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. – 167 с.