

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
імені адмірала Макарова

ХЕРСОНСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра автоматики та електроустаткування

**T8618**



***РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ***

**Program of the Discipline**

**«КОМПЛЕКТНІ ЕЛЕКТРОПРИВОДИ»**

**«COMPLETE ELECTRIC DRIVES»**

Рівень вищої освіти                      *другий (магістерський)*

тип дисципліни                              *обов'язкова*

мова викладання                            *українська*

Херсон - 2022 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Комплектні електроприводи» для студентів галузі знань 14 - «Електрична інженерія», спеціальність 141 - «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізація (освітня програма «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»

«12» травня 2022 року. – 27 с.

Розробник: Надточій В.А., доцент кафедри автоматики та електроустаткування, канд. техн. наук.

*Проект* робочої програми навчальної дисципліни «Комплектні електроприводи» узгоджено з гарантом освітньої програми

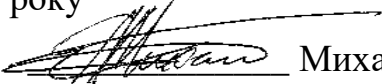
Гарант освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»

к.т.н., проф.  Якимчук Г. С.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Комплектні електроприводи» розглянуто та ухвалено на засіданні кафедри автоматики та електроустаткування.

Протокол № 06 від «13» травня 2022 року

Завідувач кафедри

 Михаліченко П.Є.

Робоча програма навчальної дисципліни «Комплектні електроприводи» затверджено методичною радою ХННІ НУК.

Протокол №10 від «19» травня 2022 р.

Голова методичної ради ХННІ НУК

 О.М. Дудченко

© ХФ НУК, 2022 рік

## Зміст

	стор.
Вступ.....	4
1 Опис навчальної дисципліни.....	5
2 Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3 Передумови для вивчення дисципліни.....	6
4 Очікувані результати навчання .....	6
5 Програма навчальної дисципліни.....	7
6 Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	17
7 Форми поточного та підсумкового контролю.....	17
8 Критерії оцінювання результатів навчання.....	18
9 Засоби навчання.....	21
10 Рекомендовані джерела інформації .....	22
Додаток.....	24

## ВСТУП

### *Анотація*

Метою викладання навчальної дисципліни «Комплектний електропривод» є набуття студентами знань щодо вивчення особливостей роботи комплектного електропривода для подальшого розв'язання теоретичних і практичних завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Завданням вивчення навчальної дисципліни є отримання знань для самостійного та інженерного розв'язування технічних задач, пов'язаних з розрахунком і вибором комплектного електропривода, електромеханічними та регулювальними властивостями комплектного електропривода, регулюванням швидкості та методами керування системами комплектного електропривода; сприяння закріпленню та поглибленню теоретичних знань, одержання практичних навичок з цих питань.

**Ключові слова:** *комплектного електропривода, методами керування, електромеханічні та регулювальні властивості.*

### *Annotation*

The purpose of teaching the educational discipline "Complete electric drive" is for students to acquire knowledge about the study of the features of the complete electric drive for further solving theoretical and practical tasks in the field of power engineering, electrical engineering and electromechanics. The task of studying the academic discipline is to acquire knowledge for independent and engineering solving of technical problems related to the calculation and selection of a complete electric drive, electromechanical and regulatory properties of a complete electric drive, speed regulation and control methods of complete electric drive systems; promotion of consolidation and deepening of theoretical knowledge, acquisition of practical skills on these issues.

**Keywords:** complete electric drive, control methods, electromechanical and control properties.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Таблиця 1.1

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, (освітня програма) освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів – 9	<b>Галузь знань</b> 14 “Електрична інженерія	Нормативна	
Модулів - 2	<b>Спеціальність</b> 141“Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”	<b>Рік підготовки</b> 1-й	
Змістових модулів - 2		<b>Семестри</b> 1-й	
Електронний адрес на сайті ХННІ НУК: <a href="http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/Electricity-electronics-and-electrical-engineering.html">http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/Electricity-electronics-and-electrical-engineering.html</a>		<b>Лекції</b> 1-й семестр – 30 год.	
		<b>Практичні</b> 1-й семестр - 30 год.	
Загальна кількість годин – 270		Освітня програма “Електромеханічні системи автоматизації та електропривод ”	<b>Самостійна робота</b> 1-й семестр – 120 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 1-й семестр – 4 самостійної роботи студента: 1-й семестр – 8		Освітній рівень: <b>другий (магістерський)</b>	<b>Курсовий проект</b> 1-й семестр - 90 год.
	<b>Види контролю:</b> 1-й семестр – екзамен		
	<b>Форма контролю:</b> Комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)		

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Комплектні електроприводи» є формування у студентів згідно зі стандарту вищої освіти України підготовки магістрів з галузі знань 14 Електрична інженерія спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

*Інтегральна компетентність* - здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або в процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

*Загальні компетентності:*

**ЗК3.** Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

**ЗК4.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

*Фахові компетентності:*

**ФК1.** Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки..

**ФК2.** Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

**ФК 14\*.** Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

## 3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: «Теоретичні основи електротехніки»; «Електричні машини»; «Електричні апарати».

## 4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

**ПР1.** Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

**ПР7.** Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

**ПР14.** Дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної безпеки України.

**ПР20.** Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами.

## **5. Програма навчальної дисципліни**

### **1-й семестр**

#### **Модуль 1**

#### **Змістовий модуль 1.**

#### **Модуль 1**

#### **Змістовний модуль 1. Комплектні перетворювачі з природною та примусовою комутацією**

Тема 1. Вступ. Статичні перетворювачі з природною комутацією. Керовані статичні випрямлячі. Робочі та аварійні режими роботи трифазної мостової схеми випрямляча. Побудова зовнішньої характеристики випрямляча згідно режимів роботи. Визначення миттєвих значень короткого замикання струму.

Розрахунок якісних показників статичних перетворювачів. Розрахункові потужності обмоток та установлена потужність трансформатора. Коефіцієнт потужності випрямляча. Склад вищих гармонік у кривій випрямленої напруги та в первинному струмі.

Джерела інформації: [1, с. 12-17]

Тема 2. Методика розрахунку кута комутації, коефіцієнта потужності випрямляча при різних кутах комутації. Методика розрахунку амплітуди і частоти гармонік випрямленої напруги для типових схем випрямляча.

Сумісне та роздільне керування реверсивними перетворювачами напруги. Інвертування. Критерії вибору перетворювача. Методика розрахунку елементів комплектного перетворювача.

Джерела інформації: [1, с. 18-25]

Тема 3. Статичні перетворювачі з примусовою комутацією. Особливості роботи асинхронних двигунів при частотному регулюванні. Характеристики асинхронних двигунів при частотному регулюванні. Закони регулювання при частотному керуванні. Принципи примусової комутації.

Принципи побудови інверторів напруги, інверторів струму. Методика розрахунків основних елементів перетворювача частоти.

Джерела інформації: [2, с. 27-48]

Тема 4. Об'єктно-орієнтовані статичні перетворювачі. Перетворювачі частоти з безпосереднім зв'язком з напругою ( ПЧН ). Принцип дії, структурна та принципова схеми ПЧН. Утворення кривої вихідної напруги, зовнішні характеристики ПЧН. Оцінка вищих гармонік напруги ПЧН та їх вплив на роботу асинхронних машин. Порівняльні показники статичних перетворювачів.

Джерела інформації: [2, с. 27-48]

Тема 5. Комплектні перетворювачі, що працюють з широтно-імпульсною модуляцією ( ШІМ ). Практичні дії перетворювачі з ШІМ. Основні вузли ШІМ та їх принципова побудова. Перетворювачі потужності на тиристорах.

Комплектні перетворювачі з ШІМ на транзисторах. Принцип побудови перетворювачів з ШІМ на транзисторах. Симетричний та несиметричний режими роботи силових транзисторів. Методика розрахунку та вибір основних елементів силової частини електропривода з ШІМ.

Джерела інформації: [3, с. 175-180]

Тема 6. Комплектні тиристорні перетворювачі КТЕ. Загальні відомості та технічні дані КТЕ. Принцип дії основних вузлів захисту та сигналізації. Система автоматичного керування, структурні схеми та функціональні можливості регулювання КТЕ.

Джерела інформації: [3, с. 180-186]

Тема 7. Комплектні електроприводи вітчизняного виробництва. Уніфікований електропривод для верстатобудування на базі серій ЕПУ 1,2,3 та ЕТШР. Призначення та технічні дані комплектних електроприводів. Склад та особливості, функціональні та принципові схеми. Особливості експлуатації та їх налагодження.

Комплектні електроприводи змінного струму в металообробці. Технічні характеристики та опис роботи комплектних тиристорних перетворювачів змінного струму серії КТУ. Принципові схеми серії КТУ. Конструктивна будова та елементи захисту КТУ. Застосування КТУ у верстатобудуванні та металургії.

Джерела інформації: [4, с. 190-197]

Тема 8. Комплектні електропривода змінного струму серії ТПЧ. Технічні характеристики серійно виготовлених перетворювачів ТПЧ. Принцип роботи



ТПЧ. Основні рекомендації по використанню ТПЧ в автоматизованому електроприводі.

Джерела інформації: [4, с. 197-204]

## Модуль 2

### Змістовий модуль 2. Автоматизований електропривод механізмів циклічної дії та безперервної дії

Тема 9. Автоматизований електропривод кранових установок. Значення автоматизованого електропривода, класифікація загально - промислових механізмів.

Особливості кранових механізмів. Класифікація кранів, особливості роботи, навантаження на привод, вимоги до електропривода і автоматизації.

Релейно - контакторне управління крановими механізмами. Основне електрообладнання кранових механізмів, контролерне управління, магнітні контролери постійного і змінного струму.

Джерела інформації: [6, с. 75-102]

Тема 10. Управління крановими механізмами по системі генератор –двигун ( Г –Д) та тиристорний перетворювач – двигун ( ТП–Д), тиристорні регулятори напруги. Електропривод потужних кранів по системі Г–Д, тиристорний електропривод постійного струму, тиристорні регулятори напруги, імпульсне управління асинхронними двигунами.

Джерела інформації: [6, с. 103-121]

Тема 11. Автоматизований електропривод одноковшових екскаваторів. Пристрій, призначення і класифікація екскаваторів. Типи екскаваторів, основні вузли, вимоги до електропривода. Електропривод екскаваторів.

Електрообладнання екскаваторів, автоматизований електропривод по системі трьохобмотувальний генератор – двигун ( ТГ–Д ), електромашинний підсилювач – генератор – двигун ( ЕМП–Г–Д ), магнітний підсилювач – генератор – двигун ( МП–Г–Д), Г–Д с критичним самозбудженням, тиристорний електропривод постійного струму,

Джерела інформації: [7, с. 158-199]

Тема 12. Автоматизований електропривод підйомних пристроїв циклічної дії. Призначення, пристрій і класифікація підйомних машин.

Ліфти, шахтні підйомники, скіпи. Призначення, класифікація, конструкції, вимоги до електропривода. Розрахунок потужності електропривода двокінцевої лебідки і вибір електродвигуна.

Двокінцеві лебідки. Зрівноважувальні канати, розрахунок оптимальної противаги, розрахунок потужності електродвигуна і його вибір з умов роботи, тихохідні і швидкохідні електродвигуни.

Точна зупинка ліфта, кліті, вузол точної зупинки. Дослідження за -лежності неточності зупинки від параметрів механіки і елементів автоматизованого електропривода.

Автоматизований електропривод тихохідних, швидкохідних, швидкісних ліфтів з контактними і безконтактними датчиками положення, релейно-контакторні схеми управління, електропривод з гальмовим генератором, тиристорний електропривод.

Джерела інформації: [8, с. 218-247]

Тема 13. Автоматизований електропривод механізмів неперервного транспорту. Пристрій, призначення і класифікація механізмів неперервного транспорту. Конвеєри, канатні дороги, ескалатори, роторні екскаватори, основні вузли, вимоги до електропривода.

Вибір електропривода, розрахунок потужності електродвигуна одно - та багатодвигунного привода. Розрахунок зусиль в тяговому органі, розрахунок потужності обертання електродвигуна для багатодвигунного привода, неузгодженість обертання і неідентичність характеристик електропривода, вибір числа двигунів для групового привода. Автоматизований електропривод конвеєрів, канатних доріг і ескалаторів.

Джерела інформації: [10, с. 234-277]

Тема 14. Автоматизація насосів, компресорів, вентиляторів. Класифікація насосів, компресорів, вентиляторів. Відцентрові і поршневі насоси, насоси низького і високого тиску, особливості роботи.

Розрахунок потужності і енергетичних показників електропривода. Залежність потужності електродвигуна і продуктивності насоса від швидкості, QH - характеристики насоса, характеристика магістралі.

Джерела інформації: [12, с. 247-257]

Тема 15. Способи регулювання продуктивності. Регулювання заслінками, регульований електропривод, способи регулювання швидкості асинхронного двигуна, визначення втрат асинхронного двигуна в функції швидкості при регулюванні продуктивності з вентиляторною характеристикою, регулювання напругою, опорами в роторному колі, каскадне вмикання. Регулювання частоти обертання синхронного електропривода. Схема статичної і безщіткової систем збудження синхронного електропривода.

Джерела інформації: [12, с. 257-268]

## 5.1. Структура навчальної дисципліни

Таблиця 5.1

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		Лекц.	Лаб.	Практ.	Сам. раб.
1	2	3	4	5	6
<b>1-й семестр</b>					
<b>Модуль 1.</b>					
<b>Змістовий модуль 1.</b>					
Тема 1. Вступ. Статичні перетворювачі. Розрахунок якісних показників	11	2	-	2	7
Тема 2. Методика розрахунку показників. Керування перетворювачами напруги	11	2	-	2	7
Тема 3. Статичні перетворювачі з примусовою комутацією. Принципи побудови інверторів напруги, інверторів струму. Методика розрахунків	11	2	-	2	7
Тема 4. Об'єктно-орієнтовані статичні перетворювачі. Оцінка вищих гармонік напруги ПЧН.	11	2	-	2	7
Тема 5. Комплектні перетворювачі, що працюють з широтно-імпульсною модуляцією.	11	2	-	2	7
Тема 6. Комплектні тиристорні перетворювачі КТЕ.	11	2	-	2	7
Тема 7. Комплектні електроприводи вітчизняного виробництва. Технічні дані комплектних електроприводів.	12	2	-	2	8
Тема 8. Комплектні електропривода змінного струму серії ТПЧ.	12	2	-	2	8
<b>Разом за змістовим модулем 1.1</b>	<b>90</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>58</b>

<b>1-й семестр</b>					
<b>Змістовий модуль 2.</b>					
Тема 9. Автоматизований електропривод кранових установок. Особливості кранових механізмів	13	2	-	2	9
Тема 10. Управління крановими механізмами по системі генератор –двигун (Г –Д) та тиристорний перетворювач – двигун (ТП–Д).	13	2	-	2	9
Тема 11. Автоматизований електропривод одноковшових екскаваторів.	13	2	-	2	9
Тема 12. Автоматизований електропривод підйомних пристроїв циклічної дії. Ліфти, шахтні підйомники, скіпи.	13	2	-	2	9
Тема 13. Автоматизований електропривод механізмів безперервного транспорту. Конвеєри, канатні дороги, ескалатори, роторні екскаватори, основні вузли.	13	2	-	2	9
Тема 14. Автоматизація насосів, компресорів, вентиляторів. Залежність потужності електродвигуна і продуктивності насоса від швидкості	13	2	-	2	9
Тема 15 Способи регулювання продуктивності. Регулювання частоти обертання синхронного електропривода.	12	2	-	2	8
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>90</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>62</b>
<b>В с ь о г о : за 1 семестр</b>	<b>180</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>120</b>
<b>Курсовий проект</b>	<b>90</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>90</b>
<b>Всього по дисципліні</b>	<b>270</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>210</b>

## 5.2 Теми практичних занять

Практичне заняття є формою навчального заняття, яке проводиться в аудиторії та під час якого викладач організує детальний розгляд студентами окремих теоретичних положень навчальної дисципліни та формує вміння і навички їх практичного застосування.

Теми практичних занять наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

№ з/п	Найменування тем практичних занять	Обсяг в годинах
1	Розрахунок та дослідження контуру е.р.с. в системі ТП–Д.	2
2	Розрахунок контуру е.р.с. в системі ТП–Д з двома зонами керування	2
3	Розрахунок та дослідження контуру магнітного потоку в системі ТП–Д.	2
4	Розрахунок контуру магнітного потоку в системі ТП–Д з двома зонами керування	2
5	Розрахунок кіл перетворення струму збудження двигуна постійного струму у магнітний потік	2
6	Розрахунок кіл перетворення струму збудження двигуна постійного струму у е.р.с.	
7	Розрахунок та дослідження двозонної астатичної системи керування	2
8	Вибір потужності електродвигуна конкретного виробничого механізму	2
9	Розрахунок електромеханічних характеристик електродвигуна.	2
10	Вибір електричної схеми силової частини електропривода.	2
11	Вибір елементів силової частини електропривода	2
12	Розрахунок і вибір елементів силової частини електропривода	2
13	Вибір системи управління перетворювачем енергії в електроприводі заданого механізму	2
14	Розрахунок параметрів регуляторів електропривода	2
15	Розрахунок глибини зворотних зв'язків електропривода	2
<b>Разом</b>		<b>30</b>

### 5.3. Самостійна робота

#### Теми самостійного вивчення теоретичного матеріалу

Таблиця 5.3

№ з/п	Назва теми самостійного вивчення	Кількість годин
		Денна форма
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1-й семестр</b>		
1	Побудова зовнішньої характеристики випрямляча згідно режимів роботи. Визначення миттєвих значень короткого замикання струму.	2
2	Методика розрахунку амплітуди і частоти гармонік випрямленої напруги	2
3	Види схем інверторів. Їх порівняння.	2
4	Утворення кривої вихідної напруги, зовнішні характеристики ПЧН.	2
5	Принципові схеми серії КТУ. Конструктивна будова та елементи захисту КТУ.	2
6	Класифікація підйомних кранів, особливості роботи, навантаження на привод, вимоги до електропривода і автоматизації.	2
7	Тиристорні регулятори напруги, імпульсне управління асинхронними двигунами.	2
8	Система Г–Д с критичним самозбудженням	2
9	Релейно-контакторні схеми управління ліфтів, електропривод з гальмовим генератором, тиристорний електропривод.	2
10	Неузгодженість обертання і неідентичність характеристик електропривода, вибір числа двигунів для групового привода.	2
<b>Разом</b>		<b>20</b>

## 5.4. Розподіл годин самостійної роботи

Таблиця 5.4

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин
		Денна форма
<b>1-й семестр</b>		
1	Підготовка до лекцій	30
2	Підготовка до лабораторних робіт	-
3	Підготовка до практичних занять	30
4	Підготовка до поточного модульного контролю 1	10
5	Виконання контрольної роботи	-
6	Самостійне вивчення тем, що не входять до лекційного курсу	20
7	Підготовка до поточного модульного контролю 2	10
8	Підготовка до екзамену	20
<b>Разом за 1-й семестр</b>		<b>120</b>
<b>Курсовий проект</b>		<b>90</b>
<b>РАЗОМ</b>		<b>210</b>

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

Методами навчання є: лекції, практичні роботи, виконання курсового проекту.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- контроль виконання практичних завдань;
- поточні модульні контрольні роботи у формі тестування (тестовий контроль);
- захист курсового проекту;
- екзамен.

### 7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

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

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.



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

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

## 7.1 Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

### Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань

#### у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
<b>1-й семестр</b>										
<b>Бал</b>	30	25	20	17	15	12	10	8	6	4

### Критерії оцінювання підсумкового контролю та екзамену

Бал	Критерії оцінювання
40	Студент відповідає на всі теоретичні питання без помилок
30	Студент дає повні відповіді на 70% теоретичних питань, однак після додаткового питання студент дає правильну відповідь на інші питання.
20	Відповідь на 50% питань повна, та дає правильні відповіді на інші питання після уточнюючих питань.
10	Відповідь на 50% питань повна, та дає помилкові відповіді на інші питання після уточнюючих питань
0	Студент дає менше 30% правильних відповідей на теоретичні питання

### Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів
<b>1-й семестр</b>	
Поточний модульний контроль	МКР№1.1×30 балів = 30 балів МКР№1.2×30 балів = 30 балів
<b>Всього</b>	<b>60</b>

## 8. Критерії оцінювання результатів навчання

Змістовий модуль	Тема	Денна форма	
		Вид роботи	Бали
1	2	3	4
<b>Семестр 1</b>			
	T1-T7	Поточний модульний контроль	30
	T9-T15	Поточний модульний контроль	30
Підсумковий контроль		Екзамен	40
<b>Сума</b>			<b>100</b>

### Розподіл балів за виконання курсового проекту

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40 балів	до 20 балів	до 40 балів	до 100 балів

### Критерії оцінювання курсового проекту

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
1	2	3
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.

1	2	3
	30	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	20	Робота оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
Пояснювальна записка	15	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	5	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями.
	10	Ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість.
	5	Ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.

1	2	3
	25	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	Студент невіпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	15	Студент невіпорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
Захист роботи	10	Студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	Студент невіпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію.

## 9. Засоби навчання

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

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

## 10. Рекомендована література

### Базова

1. Ривкин Г.А. Преобразовательные устройства [Текст] / Ривкин Г.А. // М.: Энергия, 1999.
2. Данилевская Б.Ю. Тиристорные реверсивные электроприводы постоянного тока [Текст] / Данилевская Б.Ю. // М.: Энергия, 1999.
3. Башарин А.В. Примеры расчетов автоматизированного электропривода [Текст] / Башарин А.В. // М.: Энергия, 2001.
4. Ситник Н.Х. Силовая полупроводниковая техника [Текст] / Ситник Н.Х. // М.: М.: Энергия, 2004.

5. Лебедев Б.Д. Управление вентильными электроприводами постоянного тока [Электроний ресурс] / Лебедев Б.Д. // М.: Энергия, 2005.
6. Кондратюк В.Н. Тиристорные преобразователи ТП/ТВ, АТ, АТР. [Текст] / Кондратюк В.Н. // М.: Энергия, 2003.
7. Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными электродвигателями [Электроний ресурс] / Булгаков А.А. // М.: Наука, 2001.
8. Арчной Г.В. Тиристорные преобразователи частоты для регулируемых электроприводов [Текст] / Арчной Г.В. // М.: Энергия, 2002.
9. Гольц М.Б. Автоматизированные электроприводы постоянного тока с широтно-импульсными преобразователями [Текст] / Гольц М.Б. // М.: Энергия, 2005.
10. Гарнов В.К. Унифицированные системы автоуправления электроприводом в металлургии [Текст] / Гарнов В.К. // М.: Металлургия, 2001.

### **Допоміжна**

11. Барский В.А. Реверсивный тиристорный преобразователь постоянного тока для автоматизированных электроприводов [Электроний ресурс] / Барский В.А. // М.: Энергия, 2004.
12. Глазунко Т. А. Импульсивные полупроводниковые усилители в электроприводах [Электроний ресурс] / Глазунко Т. А. // М.: Энергия, 2002.
13. Терехов В.М. Элементы автоматизированного электропривода [Электроний ресурс] / Терехов В.М. // М.: Энергоатомиздат, 2000.
14. Шапарев Н. К. Автоматизация типовых технологических процессов металло-обработки [Электроний ресурс] / Шапарев Н. К. // Киев –Одесса : Вища школа, 2003. –312 с.
15. Сандлер А. С. Электропривод и автоматизация металлорежущих станков [Электроний ресурс] / Сандлер А. С. // М.: Высшая школа, 2005. – 440 с.
16. Гарнов В.К. Унифицированные системы автоуправления электроприводом в металлургии [Электроний ресурс] / Гарнов В.К. // М.: Металлургия, 2006. – 214 с.
17. Корытов А. М. Автоматизация типовых технологических процессов и установок [Электроний ресурс] / Корытов А. М. // М.: Энергоатомиздат, 2003. – 431 с.

## Додаток

### ПИТАННЯ ДЛЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

#### Контрольні питання до 1-го модуля

1. Статичні перетворювачі з природною комутацією. Керовані статичні випрямлячі. Робочі та аварійні режими роботи трифазної мостової схеми випрямляча.
2. Побудова зовнішньої характеристики випрямляча згідно режимів роботи. Визначення миттєвих значень короткого замикання струму.
3. Розрахунок якісних показників статичних перетворювачів. Розрахункові потужності обмоток та установлена потужність трансформатора.
4. Коефіцієнт потужності випрямляча. Склад вищих гармонік у кривій випрямленої напруги та в первинному струмі.
5. Методика розрахунку кута комутації, коефіцієнта потужності випрямляча при різних кутах комутації. Методика розрахунку амплітуди і частоти гармонік випрямленої напруги для типових схем випрямляча.
6. Сумісне та роздільне керування реверсивними перетворювачами напруги. Інвертування. Критерії вибору перетворювача. Методика розрахунку елементів комплектного перетворювача.
7. Статичні перетворювачі з примусовою комутацією. Особливості роботи асинхронних двигунів при частотному регулюванні.
8. Характеристики асинхронних двигунів при частотному регулюванні. Закони регулювання при частотному керуванні. Принципи примусової комутації.
9. Принципи побудови інверторів напруги, інверторів струму. Методика розрахунків основних елементів перетворювача частоти.
10. Об'єктно-орієнтовані статичні перетворювачі. Перетворювачі частоти з безпосереднім зв'язком з напругою ( ПЧН ). Принцип дії, структурна та принципова схеми ПЧН. Утворення кривої вихідної напруги, зовнішні характеристики ПЧН.
11. Оцінка вищих гармонік напруги ПЧН та їх вплив на роботу асинхронних машин. Порівняльні показники статичних перетворювачів.
12. Комплектні перетворювачі, що працюють з широтно-імпульсною модуляцією ( ШІМ ). Практичні дії перетворювачі з ШІМ.

13. Основні вузли ШІМ та їх принципова побудова. Перетворювачі потужності на тиристорах.
14. Комплектні перетворювачі з ШІМ на транзисторах. Принцип побудови перетворювачів з ШІМ на транзисторах. Симетричний та несиметричний режими роботи силових транзисторів.
15. Методика розрахунку та вибір основних елементів силової частини електропривода з ШІМ.
16. Комплектні тиристорні перетворювачі КТЕ. Загальні відомості та технічні дані КТЕ. Принцип дії основних вузлів захисту та сигналізації.
17. Система автоматичного керування, структурні схеми та функціональні можливості регулювання КТЕ.
18. Комплектні електроприводи вітчизняного виробництва. Уніфікований електропривод для верстатобудування на базі серій ЕПУ 1,2,3 та ЕТШР.
19. Призначення та технічні дані комплектних електроприводів. Склад та особливості, функціональні та принципові схеми. Особливості експлуатації та їх налагодження.
20. Комплектні електропривода змінного струму в металообробці. Технічні характеристики та опис роботи комплектних тиристорних перетворювачів змінного струму серії КТУ.
21. Принципові схеми серії КТУ. Конструктивна будова та елементи захисту КТУ. Застосування КТУ у верстатобудуванні та металургії.
22. Комплектні електропривода змінного струму серії ТПЧ. Технічні характеристики серійно виготовлених перетворювачів ТПЧ.
23. Принцип роботи ТПЧ. Основні рекомендації по використанню ТПЧ в автоматизованому електроприводі.

### **Контрольні питання 2-го модуля**

24. Автоматизований електропривод кранових установок. Значення автоматизованого електропривода, класифікація загально-промислових механізмів.
25. Особливості кранових механізмів. Класифікація кранів, особливості роботи, навантаження на привод, вимоги до електропривода і автоматизації.
26. Релейно-контакторне управління крановими механізмами. Основне електрообладнання кранових механізмів, контролерне управління, магнітні контролери постійного і змінного струму.
27. Управління крановими механізмами по системі генератор–двигун (Г–Д) і тиристорний перетворювач–двигун (ТП–Д), тиристорні регулятори напруги.

28. Електропривод потужних кранів по системі Г–Д, тиристорний електропривод постійного струму, тиристорні регулятори напруги, імпульсне управління асинхронними двигунами.
29. Автоматизований електропривод одноковшових екскаваторів. Пристрій, призначення і класифікація екскаваторів.
30. Типи екскаваторів, основні вузли, вимоги до електропривода. Електропривод екскаваторів.
31. Електрообладнання екскаваторів, автоматизований електропривод по системі трьохобмотувальний генератор – двигун ( ТГ–Д ), електромашинний підсилювач – генератор – двигун ( ЕМП–Г–Д ).
32. Електрообладнання екскаваторів, автоматизований електропривод по системі магнітний підсилювач – генератор – двигун ( МП–Г–Д), Г–Д с критичним самозбудженням, тиристорний електропривод постійного струму,
33. Автоматизований електропривод підйомних пристроїв циклічної дії. Призначення, пристрій і класифікація підйомних машин.
34. Ліфти, шахтні підйомники, скіпи. Призначення, класифікація, конструкції, вимоги до електропривода. Розрахунок потужності електропривода двокінцевої лебідки і вибір електродвигуна.
35. Двокінцеві лебідки. Зрівноважуючі канати, розрахунок оптимальної противаги, розрахунок потужності електродвигуна і його вибір з умов роботи, тихохідні і швидкохідні електродвигуни.
36. Точна зупинка ліфта, кліті, вузол точної зупинки. Дослідження залежності неточності зупинки від параметрів механіки і елементів автоматизованого електропривода.
37. Автоматизований електропривод тихохідних, швидкохідних, швидкісних ліфтів з контактними і безконтактними датчиками положення, релейно-контакторні схеми управління, електропривод з гальмовим генератором, тиристорний електропривод.
38. Автоматизований електропривод механізмів неперервного транспорту. Пристрій, призначення і класифікація механізмів неперервного транспорту. Конвеєри, канатні дороги, ескалатори, роторні екскаватори, основні вузли, вимоги до електропривода.
39. Вибір електропривода, розрахунок потужності електродвигуна одно- і багатодвигунного привода.
40. Розрахунок зусиль в тяговому органі, розрахунок потужності обертання електродвигуна для багатодвигунного привода.
41. Неузгодженість обертання і неідентичність характеристик електропривода, вибір числа двигунів для групового привода.
42. Автоматизований електропривод конвеєрів, канатних доріг і ескалаторів.



43. Автоматизація насосів, компресорів, вентиляторів. Класифікація насосів, компресорів, вентиляторів. Відцентрові і поршневі насоси, насоси низького і високого тиску, особливості роботи.
44. Розрахунок потужності і енергетичних показників електропривода. Залежність потужності електродвигуна і продуктивності насоса від швидкості,  $QH$  - характеристики насоса, характеристика магістралі.
45. Способи регулювання продуктивності. Регулювання заслінками, регульований електропривод, способи регулювання швидкості асинхронного двигуна.
46. визначення втрат асинхронного двигуна в функції швидкості при регулюванні продуктивності з вентиляторною характеристикою, регулювання напругою, опорами в роторному колі, каскадне вмикання.
47. Регулювання частоти обертання синхронного електропривода. Схема статичної і безщіткової систем збудження синхронного електропривода.