

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

БАКАЛАВР

Кафедра електротехніки та електроприводу

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету автоматизації і
інформаційних технологій

_____ / Ігор РУСАН /
« 30 » _____ 2022 року

НАВЧАЛЬНА РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

**«Автоматизація електромеханічних систем в
будівності»**

(назва навчальної дисципліни)

шифр	Галузь знань
14	«Електрична інженерія»
	Назва спеціальності
141	«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Розробник:

Богдан КОВАЛИШИН, кандидат технічних наук, доцент

_____ (підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електротехніки та електроприводу

протокол № 7 від "27" червня 2022 року

Завідувач кафедри

_____ (підпис)

(Леонід МАЗУРЕНКО)
(прізвище та ініціали)

Гарант освітньої програми

_____ (підпис)

(Геннадій ГОЛЕНКОВ)
(прізвище та ініціали)

Схвалено навчально-методичною комісією спеціальності (НМКС):

"Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Протокол № 3 від "24 " 06. 2022 року

Голова НМКС

_____ (підпис)

(Леонід МАЗУРЕНКО)
(прізвище та ініціали)

Київ - 2022

1. ВИТЯГ З НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ 2021-2022 н.р.

шифр	ОР бакалавр	Форма навчання:										Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження
	Назва спеціальності (спеціалізації)	Кредитів на сем.	Всього	Обсяг годин аудиторних			Кількість індивідуальних робіт							
				Разом	у тому числі			КП	КР	РГР	Роб			
					Л	Лр	Пз							
141	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	3,20	96	82	30	22	22		5			Екз Залік	7 8	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни полягає у отримання студентами знань про процеси перетворення електроенергії за допомогою статичних перетворювачів, основні типи статичних перетворювачів і принципи управління статичними перетворювачами для електроприводів загальнопромислових механізмів.

Завдання дисципліни – отримання навичок з розрахунку та проектування автоматизованих систем керування електроприводів.

Компетентності студентів, які формуються в результаті засвоєння дисципліни

Код	Зміст	Результати навчання
Спеціальні (фахові) компетентності. Загально-професійні		
141	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	<p><i>Знати:</i> сучасні конструкції, принцип дії, теоретичні основи розрахунків, основи вибору і проектування статичних перетворювачів для електроприводів.</p> <p><i>Вміти:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – виконувати проектно-конструкторські роботи при створенні систем із застосуванням силових напівпровідникових перетворювачів; – обґрунтовано, на основі техніко-економічного аналізу, вибирати електрообладнання; – створювати нові і вдосконалювати існуюче електрообладнання; – сприяти використанню і розповсюдженню сучасного електрообладнання.

Код	Зміст	Результати навчання
Інтегральні компетентності		
ІК	Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної та наукової діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.	<ul style="list-style-type: none"> - Володіти теоретичними знаннями у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. - Уміти застосовувати отримані знання у практичній діяльності
Загальні компетентності		
ЗК01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	<ul style="list-style-type: none"> - Володіти сучасними методами ведення науково-дослідних робіт, організації та планування експерименту, комп'ютеризованими методами дослідження та опрацювання результатів вимірювань.
ЗК02	Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.	
ЗК03	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).	
ЗК04	Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.	
ЗК 10	Здатність до застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності, пошуку та критичного аналізу інформації.	<ul style="list-style-type: none"> - Знати на відповідному рівні програмне забезпечення. - Уміти використовувати комп'ютерні бази даних, хмарні- та інтернет-технології, наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації.
Спеціальні (фахові) компетентності		
ФК1	Здатність демонструвати знання і розуміння	- Знати принципи і методи

	наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами та комплексами.	керування електромеханічними системами та комплексами. - Уміти аналізувати предметну область, формалізувати завдання керування та розділяти глобальну задачу на складові.
ФК2	Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.	- Знати: методологічні основи побудови електромашинно-вентильних систем. Вміти: - прогнозувати тенденції розвитку в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. - ставити і вирішувати конкретні задачі побудови електромашинно-вентильних систем.
ФК5	Здатність застосовувати відповідні математичні методи, комп'ютерні технології, а також засади стандартизації та сертифікації для вирішення завдань у сфері електромеханіки.	- Знати математичні моделі та методи для вирішення задач у сфері електромеханічних систем з напівпровідниковими перетворювачами. - Уміти застосовувати апаратні та програмні засоби сучасних інформаційних технологій для вирішення задач у сфері електромеханіки та інформаційно-виміральної техніки в тому числі і у сфері електромашинно-вентильних систем.
ФК9	Здатність впроваджувати новітні досягнення для проектування автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електромеханічних систем.	- Знати новітні досягнення щодо принципів керування електромашинно-вентильних систем. - Уміти застосовувати новітні принципи керування електромашинно-вентильними системами при їх проектуванні та створенні технологічних комплексів та обладнання електроенергетики.
ФК10	Здатність демонструвати практичні навички в області електромеханіки.	- Знати технічні засоби електромашинно-вентильних систем. Уміти: - проектувати і розробляти інженерні продукти, процеси та системи автоматизованого виробництва, обирати і

		застосовувати методи комп'ютеризованих експериментальних досліджень. - організувати і проводити технічні випробування інженерних продуктів. - правильно вибирати електромашиновентильні системи і мати навички по їх експлуатації.
ФК11	Здатність демонструвати розуміння технічних аспектів надійності та ефективності функціонування електромеханічних об'єктів і систем.	- Знати заходи щодо підвищення надійності та ефективності функціонування електромеханічних об'єктів. - Уміти розробляти техніко-економічне обґрунтування проектів з електромеханіки та оцінювати економічну ефективність їх впровадження.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Елементи автоматизованого електропривода

Змістовний модуль 1. Вступ.

Тема 1. Вступ – 2 год.

Мета, задачі і зміст дисципліни. Види електромеханічних систем автоматичного керування та електроприводів. Особливості термінології електромеханічних систем автоматичного керування й електропривода.

Тема 2. Регулятори – 2 год.

Структурні схеми і основні параметри регуляторів. Неінвертувальний підсилювач із зворотним зв'язком. Інвертувальний підсилювач із зворотним зв'язком. Типові схеми регуляторів на інвертувальному підсилювачі із зворотним зв'язком.

Тема 3. Датчики – 2 год.

Функціональні схеми датчиків струму та напруги. Датчики швидкості. Датчики переміщення. Датчики положення.

Тема 4. Узгоджувальні елементи – 2 год.

Емітерний повторювач. Фазовий детектор. Цифро-аналогові й аналогово-цифрові перетворювачі.

Тема 5. Задавальні елементи – 2 год.

Потенціометричний командоконтролер. Сельсинний командоконтролер. Задавачі інтенсивності.

Змістовий модуль 2. Системи керування електроприводами

Тема 6. Класифікація систем керування електроприводами (СКЕП) – 2 год.

Вимоги до СКЕП. Основні функції, які виконують системи. Класифікація СКЕП. Принципи побудови СКЕП. Вибір апаратури керування. Панелі, блоки, пульти керування. Захист електроприводів.

Тема 7. Розімкнені системи керування – 2 год.

Загальні принципи побудови систем керування пуском, реверсом, гальмуванням у функції вихідних координат. Формування штучних характеристик електроприводів у розімкнених системах. Апаратура силова і оперативна.

Тема 8. Типові розімкнені схеми керування пуско-гальмівними режимами електроприводів з двигунами постійного струму – 2 год.

Схеми керування електроприводами з двигунами незалежного збудження, засоби захисту.

Схеми керування електроприводами з двигунами послідовного і змішаного збудження. Системи електроприводів з широтно-імпульсними перетворювачами (ШП). Основні принципи побудови і аналізу ШП-ДПС. Реалізація ШП на транзисторах і тиристорах.

Тема 9. Типові релейно-контакторні схеми керування пуско-гальмівними режимами електроприводів з двигунами змінного струму – 2 год.

Схеми керування електроприводами з асинхронними короткозамкненими двигунами. Магнітні пускачі. Системи «тиристорний регулятор напруги – асинхронний двигун». ТРН-Д-перетворювач частоти – асинхронний двигун. Засоби захисту. Схеми керування електроприводами з асинхронними двигунами з фазовим ротором. Формування штучних характеристик. Вибір пускових опорів і пускової апаратури. Схеми керування пуском і гальмуванням електроприводами з синхронними двигунами. Оберткові і статичні збудники. Системи контролю за підсинхронною швидкістю. Контактні і безконтактні збудники. Засоби захисту.

Тема 10. Замкнені системи стабілізації вихідних координат електроприводів – 2 год.

Основні показники роботи систем в статичних і динамічних режимах. Статична точність, діапазон і точність регулювання. Екскаторні характеристики. Стабілізуючі та обмежувальні зв'язки. Основні структури систем стабілізації вихідних координат. Статичні і астатичні системи. Основні особливості побудови багатоконтурних систем. Системи з підпорядкованим регулюванням координат (СПР). Принципи «технічного оптимуму» і «симетричного оптимуму». Системи з паралельними з'єднанням регуляторів. Особливості побудови і роботи.

Тема 11. Замкнені системи стабілізації з двигунами постійного струму 4 год.

Електропривід ТП-Д, керований двоконтурною СПР. Формування статичних СПР. Розрахунок контурів струму і швидкості. Одноразово інтегровальна система. Визначення параметрів регуляторів. Статична точність і діапазон регулювання. Формування пуско-гальмівних характеристик. Задавачі інтенсивності. Двоконтурні астатичні СПР. Вибір типу і розрахунок параметрів регуляторів за умови «симетричного оптимуму». Динамічні і статичні характеристики. Системи двозонного регулювання координат системи електропривода ТП-Д. Розрахунок параметрів і вибір типу регуляторів струму збудження і ЕРС. Системи з зовнішнім зворотним зв'язком за напругою двигуна. Статичні і динамічні характеристики. Системи з регулюванням швидкості в другій зоні. Призначення контурів регулювання. Характеристики. Системи, які забезпечують реверс швидкості реверсом струму збудження двигуна. Статичні і динамічні характеристики. Зона неперервності і шляхи зменшення цієї зони. Підпорядковане регулювання координат електропривода за системою Г-Д з тиристорними збудниками електричних машин. Вибір кількості контурів регулювання. Розрахунок параметрів регуляторів. Використання зовнішніх зворотних зв'язків за напругою. Системи з паралельним регулюванням координат. Вибір типу регуляторів і розрахунок їх параметрів. Статичні і динамічні характеристики. Системи електроприводів з широтно-імпульсними перетворювачами. (ШП). Застосування зворотних зв'язків за вихідними координатами і принципами побудови ШП-ДПС. Динамічні і статичні характеристики. Комбіновані системи стабілізації вихідних координат.

Тема 12. Замкнені системи стабілізації вихідних координат електроприводів з двигунами змінного струму – 4 год.

Основні положення побудови замкнених систем змінного струму. Формування статичних і динамічних характеристик. Скалярне, частотно-струмове, векторне керування двигунами змінного струму. Векторне керування з орієнтацією за потоком ротора. Пряме керування моментом. Давачі та естиматори змінних стану машин змінного струму. Системи, які здійснюють регулювання вихідних координат асинхронних двигунів змінної напруги статора. Система ТРН-АД. Схеми, характеристики. Системи з частотним керуванням електроприводами. Електроприводи з ланкою постійного струму і без ланки постійного струму – циклоконвертори. Системи з інверторами напруги і струму (АІН, АІС). Типові схеми. Системи з широтно-імпульсною модуляцією, реалізовані на транзисторах і тиристорах. Формування механічних характеристик. Системи дискретним керуванням в коло ротора асинхронного двигуна (ШП в роторі АД). Схеми. Механічні характеристики. Системи приводів з подвійним живленням

двигунів. Машинно-вентильні і асинхронно-вентильні каскади. Схеми замкнених систем. Механічні характеристики.

Тема 13. Позиційний і стежний електропривод – 2 год.

Особливості роботи. Типові схеми керування. Робота системи керування положенням у разі малих, середніх та значних переміщень. Розрахунок параметрів регуляторів. Регулятор з параболічною характеристикою. Типові вузли адаптації. Безпошукові і пошукові системи адаптації. Особливості роботи. Основні структури адаптивних електроприводів.

4. Темі практичних занять

№	Назва теми
1	Типові схеми релейно-контакторних систем автоматизації
2	Електроприводи переміщення візка мостового крану
3	Електроприводи механізму підйому мостового крану
4	Автоматизований ЕП позиційних механізмів
5	Автоматизований ЕП насосів
6	Автоматизований ЕП компресорів
7	Автоматизований ЕП вентиляторів
8	Автоматизований ЕП кондиціонерів
9	Автоматизований ЕП дробарок
10	Автоматизований ЕП віброустановок
11	Автоматизований ЕП конвеєрів
12	Електротехнічні перетворювачі
13	Керування двигунів зміною напруги живлення
14	Скалярне керування
15	Векторне керування

5. Темі лабораторних занять

№	Назва теми
1	Дослідження схеми керування електродвигуном постійного струму паралельного збудження при пуску в функції часу.
2	Дослідження схеми керування пуском асинхронного двигуна з фазним ротором в функції часу.
3	Дослідження схеми керування асинхронним двигуном з короткозамкнутим ротором в гальмівних режимах.
4	Дослідження роботи електропривода по системі генератор-двигун.
5	Дослідження схем керування електроприводами з керуванням на безконтактній апаратурі.
6	Дослідження роботи однофазного тиристорного перетворювача.
7	Дослідження роботи схеми керування асинхронним двигуном з схемою керування на основі частотного перетворювача.
8	Дослідження замкненої системи електропривода в системі тиристорний перетворювач - двигун (ТП-Д) з зворотнім зв'язком по швидкості.
9	Дослідження роботи схеми керування з слідкуючим електроприводом.
10	Дослідження роботи схеми програмного керування електроприводами.

6. Методи контролю та оцінювання знань студентів

Поточне оцінювання (кількість балів)			Сума
Змістовий модуль №1	Змістовий модуль № 2	Залік	
20	40	40	100

7. Методичне забезпечення дисципліни

1. Електроустаткування, виконавчі механізми і регулюючі органи: методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи / уклад.: В.І. Ярас, В.Я. Хоптій. – К.: КНУБА, 2009. – 36 с.

8. Рекомендована література

Базова

1. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи / М.Г. Попович, О.Ю.Лозинський, В.В.Буртний та ін.; за ред. М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. – К.: Либідь, 2005. – 679 с.

Допоміжна

1. Плахтина О.Г. Частотно-керовані асинхронні і синхронні електроприводи / О.Г. Плахтина, С.С. Мазепа, А.С. Куцик. – Львів: вид-во НУ «Львівська політехніка», 2002. – 226 с.
2. Справочник по автоматизированному електроприводу /Под ред. В.А.Елисеєва и А.В.Шиянського. – М.: Энергоиздат, 1987. – 616 с .

9. Інтернет-ресурси

1. <http://library.knuba.edu.ua>
2. <http://org2.knuba.edu.ua>