

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Одеський національний технологічний університет**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«МІКРОПРОЦЕСОРНЕ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМИ  
СИСТЕМАМИ»**

Вибіркова навчальна дисципліна

Мова навчання – українська

Освітньо-професійна програма – «Електромеханічні системи з інтелектуальним керуванням»

Код та найменування спеціальності – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Шифр та найменування галузі знань – 14 «Електрична інженерія»

Ступінь вищої освіти – магістр

Розглянуто, схвалено та затверджено  
Методичною радою університету

РОЗРОБЛЕНО ТА ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ: кафедрою електромеханіки та мехатроніки Одеського національного технологічного університету

РОЗРОБНИК: Бабіч В.Ф., доцент кафедри електромеханіки та мехатроніки, кандидат технічних наук, доцент

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри електромеханіки та мехатроніки.  
Протокол від «\_\_\_»\_\_\_\_\_2022 р. №\_\_\_\_\_.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Петро ОСАДЧУК  
/ПІДПИСАНО/

Розглянуто та схвалено методичною радою зі спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 – «Електрична інженерія».

Голова Ради \_\_\_\_\_ Петро ОСАДЧУК  
/ПІДПИСАНО/

Гарант освітньої програми \_\_\_\_\_ Владислав БАБІЧ  
/ПІДПИСАНО/

Розглянуто та схвалено Методичною радою університету.  
Протокол від «\_\_\_»\_\_\_\_\_2022 р. №\_\_\_\_\_.

Секретар Методичної ради університету \_\_\_\_\_ Валерій МУРАХОВСЬКИЙ  
/ПІДПИСАНО/

## ЗМІСТ

1 Пояснювальна записка.....	4
1.1 Мета та завдання навчальної дисципліни .....	4
1.2 Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти .....	5
1.3 Міждисциплінарні зв'язки .....	7
1.4 Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС .....	7
2 Зміст дисципліни.....	7
2.1 Програма змістовних модулів .....	7
2.2 Перелік практичних занять.....	8
2.3 Перелік лабораторних занять .....	9
2.4 Самостійна робота та індивідуальні завдання .....	9
3 Критерії оцінювання результатів навчання .....	10
4 Інформаційні ресурси .....	11

# 1 Пояснювальна записка

## 1.1 Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Мікропроцесорне керування електромеханічними системами» є надання здобувачам вищої освіти глибоких знань загальних принципів будови та організації роботи мікропроцесорних систем керування електромеханічними системами та технологічними процесами, ознайомлення з сучасними парадигмами і методами програмування контролерів, отримання здобувачами вищої освіти теоретичних знань та практичних навичок побудови і технологічного програмування промислових контролерів та автоматизованих робочих місць операторів, мікропроцесорних функціональних блоків; отримання навичок розробки людино-машинних інтерфейсів та алгоритмів управління технологічним обладнанням автоматизованого виробництва з використанням спеціалізованих пакетів.

Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- формування знань основних принципів побудови мікропроцесорних систем керування електромеханічними системами та технологічними процесами, а та кож вмінь використовувати ці знання у практичній діяльності;
- формування навичок самостійного рішення інженерних задач з розробки і програмування мікропроцесорних систем керування електромеханічними системами та технологічними процесами;
- дати можливість самостійного практичного використання сучасних методик проектування та програмування мікропроцесорних систем керування електромеханічними системами та технологічними процесами мовами міжнародних стандартів MEK61131-3 та SCADA-систем.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні

**знати:**

- основні архітектурні принципи будови мікропроцесорних систем керування електромеханічними системами та технологічними процесами;
- класифікацію та протоколи промислових дротових, оптичних та бездротових інтерфейсів та комп'ютерних мереж;
- джерела та методи мінімізації похибок у вимірювальних каналах;
- особливості реальних цифрових ПІД-регуляторів, автоматичне налаштування і адаптація;
- використання нечіткої логіки, нейронних мереж і генетичних алгоритмів;
- будову і використання контролерів електроприводів постійного і змінного струму;
- використання програмованих логічних контролерів (ПЛК) і комп'ютерів в системах автоматизації;
- класифікацію і будову пристроїв зв'язку з об'єктом, введення сигналів датчиків, виведення сигналів керування;
- резервування ПЛК, пристроїв введення-виведення та промислових мереж;
- види програмного забезпечення засобів автоматизації, OPC-сервер;
- системи програмування мовами стандарту MEK 61131-3 у об'ємі, необхідному для програмування ПЛК;

- людино-машинний інтерфейс, SCADA-системи.

***Вміти:***

- використовувати мікроконтролерні системи для автоматичного керування електромеханічними системами і промисловими пристроями;
  - вибирати перетворювачі частоти, ПЛК та периферійні пристрої відповідно до умов практики;
  - написати програму мовою стандарту МЕК 61131-3 для роботи ПЛК відповідно до технологічного завдання;
  - скопіювати програму у пакеті CodeSys, відлагодити і записати у пам'ять ПЛК;
  - розробити в SCADA-системі Trace Mode 6 проект автоматизованого робочого місця оператора за індивідуальним варіантом.

**1.2 Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти**

Здобувач вищої освіти у результаті вивчення навчальної дисципліни «Мікропроцесорне керування електромеханічними системами» отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в [«Стандарті вищої освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»](#) та освітньо-професійній програмі [«Електромеханічні системи з інтелектуальним керуванням»](#) підготовки магістрів.

Загальні компетентності:

- ЗК4. Здатність до аналізу та синтезу;
- ЗК5. Здатність до застосування знань на практиці;
- ЗК6. Здатність здійснювати пошук та аналізувати інформацію з різних джерел;
- ЗК7. Мати дослідницькі навички;
- ЗК10. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою;
- ЗК11. Знання іноземної мови(мов);
- ЗК12. Уміння працювати як індивідуально, так і в команді;
- ЗК14. Креативність, здатність до системного мислення;
- ЗК15. Потенціал для подальшого навчання;
- ЗК16. Відповідальність за якість виконуваної роботи.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- ФК4. Знання з обчислювальної техніки та програмування, володіння навичками роботи з комп'ютером для вирішення задач спеціальності;
- ФК5. Знання основ охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час роботи з устаткуванням та обладнанням;
- ФК6. Знання сучасних технологічних процесів та систем технологічної підготовки виробництва;
- ФК7. Уміння застосовувати та інтегрувати знання і розуміння дисциплін інших інженерних галузей;

ФК10. Здатність застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для розв'язання типових задач спеціальності, а також експлуатації електротехнічних, електромеханічних систем, електроприводу та їх устаткування;

ФК11. Здатність використовувати знання й уміння для розрахунку, дослідження, вибору, впровадження, ремонту, та проектування електротехнічних та електромеханічних систем та їх складових;

ФК12. Уміння ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу систем і складових шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання;

ФК15. Уміння аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати.

#### Програмні результати навчання:

Зн1. Здатність продемонструвати знання і розуміння наукових і математичних принципів, що лежать в основі електротехніки та електромеханіки;

Зн2. Здатність продемонструвати знання основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності в області електричних кіл постійного та змінного струму, теорії електромагнітного поля, теорії електричних машин, теорії електроприводу, теорії автоматичного керування, схемотехніки, інформаційних технологій аналізу систем, ефективного енерговикористання;

Зн3. Здатність продемонструвати поглиблені знання принаймні в одній з областей електротехніки та електромеханіки: електромеханічні системи автоматизації та електропривод, електромеханотроніка і системи управління виробництвом;

Зн4. Здатність продемонструвати знання та навички щодо проведення експериментів, збору даних та моделювання у електротехнічних та електромеханічних системах, комп'ютерно-інтегрованому електроприводі.

Ум1. Застосовувати знання і розуміння для розв'язування задач синтезу та аналізу в системах, які характерні обраній спеціалізації;

Ум2. Застосовувати знання і розуміння для розв'язування задач синтезу та аналізу в системах, які характерні обраній спеціалізації;

Ум3. Системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей;

Ум4. Застосовувати знання технічних характеристик, конструкційних особливостей, призначення і правил експлуатації устаткування та обладнання для вирішення технічних задач спеціальності;

Ум5. Розраховувати, конструювати, проектувати, досліджувати, експлуатувати, ремонтувати, налагоджувати типове для обраної спеціалізації електроустаткування та обладнання;

Ум8. Ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу систем і їх складових;

Ум10. Виконувати відповідні експериментальні дослідження та застосовувати дослідницькі навички за професійною тематикою;

Ком1. Уміння спілкуватись, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та однією з іноземних мов (англійською, німецькою,

італійською, французькою, іспанською);

АіВ2. Здатність усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих і здобуття нових фахових знань.

### 1.3 Міждисциплінарні зв'язки

Попередні – обчислювальна техніка та програмування, електричні машини, теорія автоматичного управління, електроніка та мікропроцесорна техніка, моделювання електромеханічних систем, мікропроцесорні та програмні засоби керування електроприводу, автоматизований електропривод харчових виробництв.

Послідовні – проектування та дослідження електромеханічних систем автоматизації, комплектні електроприводи, курсове проектування, виконання кваліфікаційних робіт магістрів.

### 1.4 Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС

Навчальна дисципліна викладається на 1 курсі у 1 семестрі денної та заочної форм навчання.

**Кількість кредитів: 5, години: 150**

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	лабораторні	практичні
денна	66	26	16	24
заочна	14	6	–	8
<b>Самостійна робота, годин</b>	Денна – 84		Заочна – 136	

## 2 Зміст навчальної дисципліни

### 2.1 Програма змістових модулів

**Змістовий модуль 1: Архітектура і пристрої мікропроцесорних систем керування електромеханічними системами та технологічними процесами**

№ теми	Зміст теми	Годин	
		денна	заочна
1	Вступ. Різновиди архітектур мікропроцесорних систем. Застосування Інтернет-технологій. Поняття відкритої системи	2	0,5
2	Загальні відомості про промислові мережі. Модель OSI. Інтерфейси RS-485, RS-422 і RS-232. Інтерфейс «струмова петля». HART-протокол. CAN. Profibus. Modbus. Промисловий Ethernet. Протокол DCON. Бездротові локальні мережі. Мережеве обладнання.	2	0,5
3	Джерела завад. Методи екранування і заземлення. Гальванічна розв'язка. Захист промислових мереж від блискавки.	2	0,5
4	Вимірювальні канали. Основні поняття. Багаторазові і динамічні вимірювання. Теорема Котельникова. Підсумовування похибок вимірювань.	2	0,5
5	Класичний ПД-регулятор і його модифікації.	2	0,5

	Особливості реальних регуляторів. Розрахунок параметрів. Автоматичне налаштування і адаптація. Нечітка логіка, нейронні мережі і генетичні алгоритми.		
6	Контролери електроприводів постійного і змінного струму – частотні перетворювачі і регульовані випрямлячі. Скалярні та векторні закони регулювання. СІФУ. Електронні реле. Пристрої плавного пуску.	2	0,5
7	Контролери для систем автоматизації. Програмовані логічні контролери. Комп'ютер в системах автоматизації. Пристрої введення-виведення. Введення струму і напруги. Введення сигналів термодатчиків і термометрів опору. Введення-виведення аналогових сигналів. Введення-виведення дискретних сигналів. Введення частоти, періоду і рахунок імпульсів.	4	0,5

## Змістовий модуль 2: Програмування пристроїв мікропроцесорних систем керування електромеханічними системами та технологічними процесами

№ теми	Зміст теми	Годин	
		денна	заочна
1	Розвиток програмних засобів автоматизації. Системи програмування мовами МЕК 61131-3 (LD, IL, ST, FBD, SFC).	2	0,5
2	Середовище програмування ПЛК CodeSys.	2	0,5
3	OPC-сервер. SCADA-системи як САПР для програмування та виконання алгоритмів багаторівневих розподілених АСУТП.	2	0,5
4	Програмування в SCADA-системі Trace Mode 6 людино-машинного інтерфейсу, баз даних, імітатора об'єкта, виведення історичних трендів та журналу аварійних подій та дій оператора.	4	0,5
<b>Всього</b>		26	6

### 2.2 Перелік практичних занять

№ пр.зан.	Назва практичного заняття	Годин	
		денна	заочна
1	Вивчення та програмування мовою LD стандарту МЕК 61131-3	2	1
2	Вивчення та програмування мовою FBD стандарту МЕК 61131-3	2	1
3	Вивчення та програмування мовою IL стандарту МЕК 61131-3	2	1
4	Вивчення та програмування мовою SFC стандарту МЕК 61131-3	2	1
5	Вивчення та програмування мовою ST стандарту МЕК 61131-3	2	1
6	Розробка статичної екранної форми людино-машинного інтерфейсу в SCADA-системі Trace Mode 6	3	1,5



№ пр.зан.	Назва практичного заняття	Годин	
		денна	заочна
7	Розробка динамічної екранної форми людино-машинного інтерфейсу в SCADA-системі Trace Mode 6	3	1,5
8	Розробка бази даних в SCADA-системі Trace Mode 6	2	1
9	Розробка системи виведення історичних трендів в SCADA-системі Trace Mode 6	2	1
10	Розробка імітатора об'єкта в SCADA-системі Trace Mode 6	2	1
11	Розробка журналу тривоги і дій оператора в SCADA-системі Trace Mode 6	2	1
<b>Всього</b>		24	8

### 2.3 Перелік лабораторних занять

№ лаб.зан.	Назва лабораторного заняття	Годин	
		денна	заочна
1	Вивчення середовища програмування CodeSys	2	
2	Програмування в CodeSys мовою LD релейної системи управління електроприводом	2	
3	Програмування в CodeSys мовою FBD системи управління технологічним параметром	2	
4	Програмування електронного реле EASY802 і перетворювача частоти	2	
5	Вивчення порядку роботи в SCADA-системі Trace Mode 6	2	
6	Програмування екранної форми людино-машинного інтерфейсу	2	
7	Програмування бази даних	2	
8	Програмування журналу тривоги і дій оператора	2	
<b>Всього</b>		16	–

### 2.4 Самостійна робота та індивідуальні завдання

№	Назва теми	Годин	
		денна	заочна
1	Опрацювання лекційного матеріалу по темам	20	32
2	Опрацювання матеріалу, що не увійшов у лекції	14	54
3	Підготовка до лабораторних і практичних занять	35	30
4	Підготовка індивідуальних звітів з лабораторних і практичних робіт	10	20
5	Підготовка до контрольних заходів	5	5
<b>Всього</b>		84	136

### 3 Критерії оцінювання результатів навчання

Види контролю: поточний, підсумковий – екзамен.

Нарахування балів за виконання змістового модуля

Вид роботи, що підлягає контролю	Оцінні бали		Форма навчання					
	min	max	Денна			Заочна		
			Кіль-ть робіт	Сумарні бали		Кіль-ть робіт	Сумарні бали	
		min		max			min	max
<b>Змістовий модуль 1: Архітектура і пристрої мікропроцесорних систем керування електромеханічними системами та технологічними процесами</b>								
Виконання лабораторних робіт	2	3	4	8	12			
Робота на практичних заняттях	1	2	5	5	10	3	4	6
Опрацювання тем, не винесених на лекції	3	4	1	3	4	3	15	20
Підготовка до практичних занять	1	2	5	5	10	3	4	6
Виконання індивідуальних завдань	9	14	1	9	14	1	7	18
Проміжна сума				30	50		30	50
Модульний контроль (тестовий)	30	50		30	50		30	50
Оцінка за змістовий модуль 1				60	100		60	100
<b>Змістовий модуль 2: Програмування пристроїв мікропроцесорних систем керування електромеханічними системами та технологічними процесами</b>								
Виконання лабораторних робіт	2	3	4	8	12			
Робота на практичних заняттях	1,5	2	6	9	12	3	6	10
Опрацювання тем, не винесених на лекції	3	4	1	3	4	3	10	15
Підготовка до практичних занять	1	2	6	6	12	3	6	10
Виконання індивідуальних завдань	4	10	1	4	10	1	8	15
Проміжна сума				30	50		30	50
Модульний контроль (тестовий)	30	50		30	50		30	50
Оцінка за змістовий модуль 2				60	100		60	100
<b>Разом з дисципліни</b>							<b>60...100</b>	

## 4 Інформаційні ресурси

### Базові:

1. Бабіч В.Ф. Конспект лекцій з дисципліни «Мікропроцесорне керування електромеханічними системами». Електронна версія, 2020. 86 с.
2. Бабіч В.Ф. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Мікропроцесорне керування електромеханічними системами», розділ «SCADA-система Trace Mode 6». Електронна версія, 2020. 58 с.
3. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. М.: Горячая линия-Телеком, 2009. 608 с.
4. Грабко В.В. Мікропроцесорні системи керування електроприводами. Розрахунок цифрової системи керування електроприводом постійного струму. Курсове та дипломне проектування: навчальний посібник. В.В. Грабко, М.П. Розводюк, В.В. Грабко. Вінниця: ВНТУ, 2012. 97 с.
5. Усольцев А.А. Векторное управление асинхронными двигателями. СПб.: ГИТМО, 2002.
6. Півняк Г.Г. Сучасні частотно-регульовані асинхронні електроприводи з широтно-імпульсною модуляцією. Г.Г. Півняк, О.В. Волков. Дніпропетровськ, НГУ, 2006. 470 с.
7. Ротштейн А.П. Нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. Интеллектуальные технологии в идентификации. Винница, 1999.
8. Попович М.Г. Лозинський О.Ю., Клепиков В.Б. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. Навчальний посібник. За ред. М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. К.: Либідь, 2005. 680 с.
9. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 736 с.
10. Плахтина О.Г., Мазепа С.С., Куцик А.С. Частотно-керувані асинхронні та синхронні електроприводи. Львів: Видавництво НУ «ЛП», 2002. 228 с.
11. Зайцев Г.Ф. Теория автоматического управления и регулирования. 2-е изд. К.: Вища шк., 1989. 431 с.
12. Файнштейн В.Г., Файнштейн Э.Г. Микропроцессорные системы управления тиристорными электроприводами. М.: Энергоатомиздат, 1986. 240 с.
13. Бесекерский В.А., Ефимов Н.Б., Зиятдинов С.И. и др. Микропроцессорные системы автоматического управления. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. 365 с.

### Додаткові:

1. <http://moodle.ontu.edu.ua/login/index.php> – сайт дистанційного навчання ОНТУ
2. <https://library.ontu.edu.ua> – сайт науково-технічної бібліотеки ОНТУ
3. <https://library.tntu.edu.ua> – сайт науково-технічної бібліотеки Тернопільського національного технічного університету
4. <http://www.diagram.com.ua/library> – безкоштовна технічна бібліотека online
5. <http://gntb.gov.ua> – сайт державної науково-технічної бібліотеки України