



# Системи керування в електромеханіці

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перигий (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 – Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>денна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS (120 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>36 год.-лекції, 18 год.-лабораторні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.ф-м.н., доц. Городецький Віктор Георгійович, v.gorodetskyi@ukr.net Лабораторні: к.ф-м.н., доц. Городецький Віктор Георгійович, v.gorodetskyi@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Googleclassroom, 4do7tg2</i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

В дисципліні розглядаються системи керування виробничими процесами різних типів на базі мікроелектронних пристроїв. Розглядаються теоретичні основи їх побудови, елементна база. Вивчається мова програмування для мікропроцесорів низького рівня – асемблер, отримуються навички програмування цією мовою.

**Мета** вивчення дисципліни полягає в забезпеченні підготовки студентів з комплексу питань проектування, дослідження, конструювання, інженерного розрахунку систем керування установок і технологічних комплексів, вибору обладнання для автоматизації, його налагодження та експлуатації, питання надійності їх функціонування.

**Предмет навчальної дисципліни:** аналогові та цифрові елементи систем керування, основи побудови систем керування, системи автоматизованого керування на базі мікропроцесора, застосування систем керування. Вивчення цих питань базується на матеріалі дисциплін, що вивчалися раніше: “Обчислювальна техніка та програмування”, “Теорія автоматичного керування”, “Основи електроніки та мікросхемотехніки”.

В результаті вивчення дисципліни “Системи керування в електромеханіці” студенти отримують такі компетентності:

- загальні:

- 1) здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу (ЗК1),
- 2) здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2)
- 3) здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК3),
- 4) здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК5),
- 5) здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК6).

- б) здатність працювати в команді (ЗК7),
- 7) здатність працювати автономно (ЗК8),
- *фахові:*
  - 1) здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (ФК1),
  - 2) здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки (ФК2),
  - 3) здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики (ФК4),
  - 4) усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК10),  
та *програмні результати навчання:*
    - 1) Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань (ПРН2),
    - 2) Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності (ПРН6),
    - 3) знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність (ПРН10),
    - 4) демонструвати знання та розуміння фундаментальних, природничих і інженерних дисциплін, зокрема фізики, електротехніки, схемотехніки та мікропроцесорної техніки на рівні, необхідному для аналізу функціонування та безпечної експлуатації електромеханічних та мехатронних пристроїв (ПРН21),
    - 5) Творчо застосовувати: базові знання в галузі інформатики і сучасних інформаційних технологій, мати навички програмування та використання програмних заходів і роботи в комп'ютерних мережах, використовувати інтернет-ресурси та демонструвати уміння розробляти алгоритми та програми в галузі створення новітніх машин та механізмів енергоємних виробництв (ПРН22).

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Вивчення дисципліни базується на курсах: "Теорія автоматичного керування", "Основи метрології та електричних вимірювань". Суміжними дисциплінами являються: "Електропривод", "Автоматизація технологічних процесів", "Системи технічного діагностування".*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Навчальна дисципліна складається з 4-х розділів:**

### **Розділ 1. Аналогові системи керування**

Тема 1.1. Елементи систем керування на базі операційних підсилювачів

Тема 1.2. Силові елементи систем керування

Тема 1.3. Типові схеми аналогових систем керування

### **Розділ 2. Цифрові системи керування**

Тема 2.1. Комбінаційні пристрої цифрових систем керування.

Тема 2.2. Послідовнісні пристрої цифрових систем керування

Тема 2.3. Архітектура мікропроцесора

Тема 2.4. Цифро-аналогові та аналого-цифрові перетворювачі

### **Розділ 3. Системи керування на базі мікропроцесора**

Тема 3.1. Побудова систем керування на базі мікропроцесора.

Тема 3.2. Інтерфейс мікропроцесорних систем.

Тема 3.3. Перетворення інформації в системі "процес – керуючий комп'ютер"

### **Розділ 4. Програмування мікропроцесорних систем керування**

Тема 4.1. Команди пересилки даних

Тема 4.2. Команди арифметичних та логічних операцій.

Тема 4.3. Команди передачі управління (переходу)

**Навчальні матеріали та ресурси****Основна література**

1. Бойко В.І. та ін. Схемотехніка електронних систем. – Кн. 1. - Київ.- Вища школа, 2004
2. Бойко В.І. та ін. Схемотехніка електронних систем. – Кн. 2. - Київ.- Вища школа, 2004
3. Бойко В.І. та ін. Схемотехніка електронних систем. – Кн. 3. - Київ.- Вища школа, 2004
4. Скаржепа В.А., Луценко А.Н. Електроніка і мікросхемотехніка. Ч. 1. - Київ.- Вища школа, 1989
5. Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных интегральных схем. – М.: Мир, 1985.
6. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. – Москва – Наука, 2000.
7. Оборыкин А.В. и др. Однокристалльные микроЭВМ. – Москва. – Бином, 1994.
8. Олссон Густав, Пиани Джангуидо. Цифровые системы автоматизации и управления. – Санкт-Петербург – Невский диалект, 2001
9. Батицкий В.А. и др. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности. – Москва. – Недра, 1991.
10. Исакович Р.Я. и др. Автоматизация производственных процессов в нефтяной и газовой промышленности. – Москва. – Недра, 1983.

**Додаткова література**

11. Дирксен, ред. МикроЭВМ. – Москва. – Энергоиздат, 1982.
12. Токхайм Р. Микропроцессоры. – Москва. – Энергоатомиздат, 1987.
13. Лихтциндер Б.Я., Кузнецов В.Н. Микропроцессоры и вычислительные устройства в радиотехнике. – Киев. – Вища школа, 1988.
14. Погорельый С.Д., Слободянюк Т.Ф. Программное обеспечение микропроцессорных систем – Киев. – Техніка, 1985.

**Інформаційні ресурси**

1. <http://emoev.kpi.ua>

**Навчальний контент****4. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)**

Назви змістових модулів і тем	Розподіл за видами занять			
	Всього	Лекції	Лабора-торні	СРС
Вступ	2	2		
Розділ 1. Аналогові системи керування				
Тема 1.1. Елементи систем керування на базі операційних підсилювачів	8	2	2	4
Тема 1.2. Силові елементи систем керування	4	2		2
Тема 1.3. Типові схеми аналогових систем керування	4	2		2
Розділ 2 Цифрові системи керування				
Тема 2.1. Комбінаційні пристрої цифрових систем керування.	16	2	6	8
Тема 2.2. Послідовнісні пристрої цифрових систем керування	8	2	2	4
Тема 2.3. Архітектура мікропроцесора	4	2		2
Тема 2.4. Цифро-аналогові та аналого-цифрові перетворювачі	2	2		
Контрольна робота за розділами 1, 2	7	1		6
Розділ 3 Системи керування на базі мікропроцесора				

Тема 3.1. Побудова систем керування на базі мікропроцесора.	6	2	4	
Тема 3.2. Інтерфейс мікропроцесорних систем.	4	2		2
Тема 3.3. Перетворення інформації в системі “процес – керуючий комп’ютер”	10	6		4
Розділ 4 Програмування мікропроцесорних систем керування				
Тема 4.1. Команди пересилки даних	6	2	2	2
Тема 4.2. Команди арифметичних та логічних операцій.	10	4	2	4
Тема 4.3. Команди передачі управління (переходу)	6	2		4
Тема 4.4. Службові команди	2			2
Контрольна робота за розділами 3, 4	7	1		6
Залік	10			10
Всього	120	36	18	66

**- Лекційні заняття**

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<b>2</b>
1	<p><b>Вступ.</b>  <u>Лекція 1.</u> Класифікація систем керування.  Поняття про керування та регулювання, Аналогові та цифрові системи керування. Локальні та дистанційні системи. Системи автоматичні, системи автоматизації. Типова структура САР.  Дидактичні засоби: Типова структура САР.  Література [8], с.16-26.  СРС: порівняльна характеристика аналогових та цифрових систем керування</p>
2	<p><b>Тема 1.1.</b> Елементи систем керування на базі операційних підсилювачів  <u>Лекція 2.</u> Елементи систем керування на базі операційних підсилювачів  Еквівалентна схема операційного підсилювача (ОП) Основні параметри ОП та схеми включення. Порогові пристрої на базі ОП. Суматори, інтегратори, диференціатори на базі ОП  Дидактичні засоби: схеми включення ОП  Література [1], с.160-176.  СРС: принцип дії пристроїв на базі ОП</p>
3	<p><b>Тема 1.2.</b> Силові елементи систем керування  <u>Лекція 3.</u> Силові елементи систем керування  Ключі на біполярних транзисторах. Ключі на польових транзисторах. Тиристорні ключі. Підсилювачі потужності. Фільтри.  Література [4], с. 175-216, 274-275.</p>
4	<p><b>Тема 1.3.</b> Типові схеми аналогових систем керування  Лекція 4. Типові схеми аналогових систем керування  ПІД-регулятор на ОП. Багатоконтурні системи керування – використання суматорів. Використання порогових пристроїв. Корежуючі ланцюги ОП.  Дидактичні засоби: типові схеми аналогових систем керування  Література [5], с. 45-56.</p>
5	<p><b>Тема 2.1.</b> Комбінаційні пристрої цифрових систем керування.  <u>Лекція 5.</u> Комбінаційні пристрої цифрових систем керування.  Основні логічні функції. Найпростіші логічні схеми. Комбінаційні логічні схеми. Синтез та мінімізація логічних схем.  Література [13], с.5-26.</p>

6	<p><b>Тема 2.2.</b> Послідовнісні пристрої цифрових систем керування</p> <p><u>Лекція 6.</u> Послідовнісні пристрої цифрових систем керування</p> <p>Поняття про логічні схеми з пам'яттю. Основні типи тригерів: RS-тригер, JK-тригер, D-тригер, T-тригер. Таблиці та графи переходів.</p> <p>Література [2], с. 146-180.</p>
7	<p><b>Тема 2.3.</b> Архітектура мікропроцесора</p> <p><u>Лекція 7.</u> Архітектура мікропроцесора</p> <p>Поняття про архітектуру мікропроцесора. Структура мікропроцесора. Основні складові структури мікропроцесора. Поняття про адресацію. Основні види адресації.</p> <p>Дидактичні засоби: кількісні характеристики сучасних мікропроцесорів</p> <p>Література [11], с. 127-1327, [Д2], с.123-129.</p> <p>СРС: структура мікропроцесора</p>
8	<p><b>Тема 2.4.</b> Цифро-аналогові та аналого-цифрові перетворювачі</p> <p><u>Лекція 8.</u> Цифро-аналогові та аналого-цифрові перетворювачі</p> <p>Поняття про квантування. Цифро-аналогові перетворювачі з двійково зваженими резисторами. Цифро-аналогові перетворювачі на базі матриці R-2R. Основні типи аналого-цифрових перетворювачів</p> <p>Дидактичні засоби: схеми ЦАП та АЦП</p> <p>Література [1], с. 312-327.</p> <p>СРС: принцип дії ЦАП та АЦП</p>
9	<p><b>Тема 3.1.</b> Побудова систем керування на базі мікропроцесора.</p> <p><u>Лекція 9.</u> Особливості побудови систем автоматизованого керування на базі мікропроцесора.</p> <p>Структура систем управління на базі МП. Одно- та багатоконтурні системи керування на базі МП. . Одно- та багаторівневі системи. Особливості процесу керування за допомогою МП.</p> <p>Дидактичні засоби: Структура систем управління на базі МП.</p> <p>Література [1], с.317-325, [2], с. 45-66.</p> <p>СРС: потоки інформації в системах керування на базі МП</p>
10	<p><b>Тема 3.2.</b> Інтерфейс мікропроцесорних систем.</p> <p><u>Лекція 10.</u> Інтерфейс мікропроцесорних систем.</p> <p>Стандартні інтерфейси мікропроцесорних систем. Інтерфейси RS-232C, Centronics, RS-485.</p> <p>Дидактичні засоби: схема інтерфейсу RS-232C .</p> <p>Література [8], с.312-321.</p>
11	<p><b>Тема 3.3.</b> Перетворення інформації в системі “процес – керуючий комп'ютер”</p> <p><u>Лекція 11.</u> Перетворення інформації в системі “процес – керуючий комп'ютер”</p> <p>Ієрархія систем керування. Методи передачі інформації від датчиків до керуючих пристроїв. Організація переривань. Режим прямого доступу до пам'яті</p> <p>Література [7], с.112-125.</p>
12	<p><u>Лекція 12.</u> Аналого-цифрове та цифро-аналогове перетворення сигналів.</p> <p>Переваги цифрового представлення інформації. ЦАП з двійково зваженими опорами. ЦАП на основі матриці R-2R.</p> <p>Література [2], с.366-379.</p>
13	<p><u>Лекція 13.</u> Перетворення сигналів в системах керування</p> <p>Модуляція. Мультиплексування та де мультиплексування. Кодування. Коди з виявленням та виправленням помилок</p> <p>Дидактичні засоби: типи кодів .</p> <p>Література [9], с.214-226.</p>
14	<p><b>Тема 4.1.</b> Команди пересилки даних</p> <p><u>Лекція 14.</u> Команди пересилки даних мікропроцесора.</p>

	Структура команд пересилки даних. Команди MOV, MVI, LDA, LXI, STA. Література [11], с. 138-141, [14], с. 30-32
15	<b>Тема 4.2.</b> Команди арифметичних та логічних операцій. <u>Лекція 15.</u> Команди арифметичних операцій Регістр ознак. Структура команд арифметичних операцій. Команди: ADD, ADC, ADI, ACI, SUB, SUI, SBB, SBI, INR, DCR, INX, DCX. Приклади застосування. Література [11], с. 142-147, [14], с. 36-39
16	<u>Лекція 16.</u> Команди логічних операцій. Елементарні логічні функції I, АБО, Нерівнозначність, Інверсія. Команди ANA, ANI, XRA, XRI, ORA, ORI, RLC, RRC . Література [11], с. 148-152, [14], с. 40-42
17	<b>Тема 4.3.</b> Команди передачі управління (переходу) <u>Лекція 17.</u> Команди передачі управління (переходу) Умовний та безумовний перехід. Структура команд переходу. Команди типу JMP, J(умова), CALL, C(умова), RET, R(умова). Література [11], с. 152-155, [14], с. 26-29

### - Лабораторні заняття

Основні завдання лабораторних занять присвячені формуванню компетентностей з дослідження елементної бази та основ побудови систем автоматизації на основі мікропроцесорів

№ п/п	5. Найменування роботи	Кількість ауд. годин
1	Вивчення принципів функціонування системи Мікролаб	2
2	Вивчення регістрів мікропроцесора	2
3	Вивчення основних принципів організації програм мікропроцесора	2
4	Вивчення основних видів адресації мікропроцесора	2
5	Вивчення команд пересилки даних	2
6	Вивчення команд арифметичних операцій мікропроцесора	2
7	Вивчення команд логічних операцій мікропроцесора	4
8	Програмування роботи системи керування	2

### 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Години відведені на самостійну роботу студента зазначені в п.4. Методика опанування навчальної дисципліни це підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт, до модульної контрольної роботи, а також підготовка до заліку.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення навчальної дисципліни “Системи керування в електромеханіці” потребує від здобувача вищої освіти:

- дотримання навчально-академічної етики;
- дотримання графіку навчального процесу;
- бути зваженим, уважним на заняттях;
- систематично опрацьовувати теоретичний матеріал;
- дотримання графіку захисту лабораторних робіт. Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставленого завдання, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання 1 модульної контрольної роботи;
- 2) виконання та захист 8 лабораторних робіт;
- 3) відповідь на заліку.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

	вчасна здача	1 перездача (протягом двох тижнів від початкового контролю)	2 перездача (без дотримання термінів виконання)
<b>1. Виконання модульної контрольної роботи:</b>			
- повністю правильно виконана робота	26	21	13
- робота виконана з незначними помилками	21	16	8
- робота не зарахована	0	0	0
<b>2. Виконання лабораторних робіт:</b>			
- лабораторна робота захищена з відмінним володінням матеріалом	6	5	3
- лабораторна робота виконана та захищена з незначними помилками	5	4	2

### Розрахунок шкали (RC) рейтингу

$$RC(\max) = 6 \cdot 8 + 26 \cdot 2 = 100 \text{ балів}$$

$$RC(\min) = 60 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів максимальна сума набраних балів складає 44 бали (3 лаб., 0,5 МКР). На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 44 = 22$  бали.

За результатами 13 тижнів навчання максимальна сума набраних балів має складати 72 бали (6 лаб., 0,5 МКР). На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 72 = 36$  балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. При цьому до балів за семестр, помножених на ваговий коефіцієнт 0,6, додаються бали за контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною. Завдання контрольної роботи складається з двох питань різних розділів робочої програми. Кожне питання контрольної роботи оцінюється у 20 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 18-20 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 15-16 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 12-14 бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре
$75 \leq RD \leq 84$	Добре

$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо
$RD < 60$	Незадовільно
Невиконання умов допуску до семестрового контролю	Не допущено

Необхідною умовою допуску до заліку є повне виконання навчального плану, а також попередній рейтинг не менше 36 балів та не менш ніж одна позитивна атестація. Студенти, які виконують додаткові завдання та проявлять творчу ініціативу, отримують заохочувальні бали від 1 до 10.

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### Контрольні запитання з дисципліни «Системи керування в електромеханіці»

1. Класифікація систем керування.
2. Еквівалентна схема операційного підсилювача (ОП)
3. Основні параметри ОП та схеми включення.
4. Порогові пристрої на базі ОП.
5. Суматори, інтегратори, диференціатори на базі ОП
6. Ключі на біполярних транзисторах. Ключі на польових транзисторах. Тиристорні ключі.
7. Підсилювачі потужності.
8. Фільтри.
9. ПІД-регулятор на ОП.
10. Багатоконтурні системи керування – використання суматорів.
11. Використання порогових пристроїв.
12. Корегуючі ланцюги ОП.
13. Класифікація інтегральних схем за ступенем інтеграції. Сучасний стан мікропроцесорної техніки.
14. Поняття про системи числення. Позиційні системи числення: двійкова, вісімкова, десяткова, гексагональна, двійково-десяткова.
15. Переведення чисел з однієї системи числення в іншу.
16. Поняття про логічні змінні. Елементарні логічні функції. Таблиці істинності.
17. Основні співвідношення алгебри логіки.
18. Мінімізація логічних виразів. Метод склеювання сусідніх кон'юнкцій.
19. Мінімізація логічних виразів. Метод Карно-Вейча.
20. Основні типи комбінаційних схем: схеми І, АБО, НІ.
21. Реалізація логічних функцій за допомогою логічних схем.
22. Логічні схеми з пам'яттю. RS-тригер, JK-тригер, D-тригер, T-тригер.
23. Паралельні регістри.
24. Послідовні регістри.
25. Запам'ятовуючі пристрої. Класифікація запам'ятовуючих пристроїв.
26. Статичні та динамічні напівпровідникові запам'ятовуючі пристрої.
27. Узагальнена структура обчислювального пристрою на базі мікропроцесора.
28. Поняття про архітектуру мікропроцесора. Структура мікропроцесора.
29. Пряма адресація.
30. Непряма адресація
31. Безпосередня адресація
32. Регістрова адресація
33. Непряма регістрова адресація
34. Основні команди пересилки даних
35. Основні команди арифметичних операцій
36. Основні команди логічних операцій
37. Основні команди передачі керування
38. Основні команди роботи з підпрограмами
39. Структура систем управління на базі МП



40. Стандартні інтерфейси мікропроцесорних систем. Інтерфейси RS-232C, RS-485.
41. Протоколи обміну даними.
42. Особливості побудови систем автоматизованого керування на базі мікропроцесора

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** к.ф-м.н., доц. Городецький Віктор Георгійович

**Ухвалено** кафедрою АЕМК (протокол № 23 від 14.06.2022)

**Погоджено** Методичною комісією інституту НН ІЕЕ (протокол № 12 від 24.06.2022)