

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки

Кафедра комп'ютеризованих систем управління



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор
з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

05 » 05 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

МІКРОПРОЦЕСОРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ

Microprocessor technologies and systems

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

тип дисципліни обов'язкова

мова(и) викладання українська

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

ОПП «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації»

Робоча програма навчальної дисципліни «Мікропроцесорні технології та системи» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», ОПП «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації»
«10» травня 2025 р. – 19 с.

Розробники: Топалов А.М., доцент кафедри КСУ, канд. техн. наук, доцент, методист 1 кат. Махнова І.В.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Мікропроцесорні технології та системи» узгоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації»

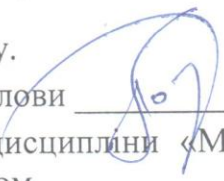
Гарант ОПП  Ірина ВІННИЧЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Мікропроцесорні технології та системи» розглянуто на засіданні кафедри комп'ютеризованих систем управління
Протокол № 10 від «12» травня 2025 року.

Завідувач кафедри КСУ  Олександр ЧЕРНО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Мікропроцесорні технології та системи» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 05 від «15» травня 2025 року.

Заступник голови  Сергій НОВОГРЕЦЬКИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Мікропроцесорні технології та системи» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  Андрій ЛАБАРТКАВА

Робочу програму навчальної дисципліни «Мікропроцесорні технології та системи» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 05 від «21» травня 2025 р.

Голова НМР НУК  Сергій СЛОБОДЯН

Анотація

Навчальна дисципліна «Мікропроцесорні технології та системи» є обов'язковою дисципліною професійної підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації» зі спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»..

Дисципліна присвячена основам функціонування цифрових пристроїв на базі програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС) та мікропроцесорних систем, їх застосуванню для керування технологічними процесами. Розглядаються базові питання автоматизованого проектування, моделювання і побудови алгоритмів та систем із застосуванням сучасної елементної бази. Вивчається мова опису апаратного забезпечення VHDL та мови програмування, отримуються навички проектування та програмування. Дисципліна "Мікропроцесорні комплекси та системи" надає основи знань в галузі систем, побудованих на базі найпоширеніших апаратних засобів (ПЛІС і мікроконтролерів), які дозволяють ефективно вирішувати задачі, пов'язані з управлінням різноманітними регуляторами, системами збору, обробки, збереження та передачі інформації. Розуміння основних принципів створення мікропроцесорних комплексів та систем необхідно студентам для вирішення задач розробки програмованих систем управління.

Ключові слова: програмована логічна інтегральна схема (ПЛІС), моделювання, VHDL, мікропроцесор, алгоритм, система, електроніка, програмне забезпечення.

Abstract

The educational discipline "Microprocessor technologies and systems" is a mandatory discipline of professional training of specialists of the first (bachelor's) level of higher education under the educational and professional program "Computer-integrated technologies and automation systems" in specialty G7 "Automation, computer integrated technologies and robotics" in the field of knowledge G "Engineering, manufacturing and construction".

The discipline is devoted to the basics of the functioning of digital devices based on programmable logic devices (PLDs) and microprocessor systems, their application for controlling technological processes. The basic issues of automated design, modeling and construction of algorithms and systems using a modern elementary base are considered. VHDL hardware description language and programming languages are studied; design and programming skills are acquired. The discipline "Microprocessor complexes and systems" provides the basics of knowledge in the field of systems built on the basis of the most common hardware (PLDs and microcontrollers), which allow to effectively solve problems related to the control of various controllers, systems for collecting, processing, storing and transmitting information. Understanding the basic principles of creating microprocessor complexes and systems is necessary for students to solve the problems of developing programmable control systems.

Key words: programmable logic device (PLD), simulation, VHDL, microprocessor, algorithm, system, electronics, software.

ЗМІСТ

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.....	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	14
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	14
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	15
9. Засоби навчання	19
10. Рекомендовані джерела інформації.....	19

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 16	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова з циклу дисциплін професійної підготовки бакалавра	
Модулів – 5		Рік підготовки	
Змістових модулів – 7		3-й	3-й
Загальна кількість годин – 480	Спеціальність G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	Семестр	
		5-й	5-й
Курсова робота на тему “Проектування систем управління на базі мікроконтролерів серії AVR”	Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації»	Лекції	
		15 год	6 год
		Лабораторні роботи	
		30 год	14 год
		Самостійна робота	
		75 год	100 год
		Вид контролю: екзамен	
		Семестр	
		6-й	6-й
		Лекції	
		30 год	10 год
		Лабораторні роботи	
		15 год	6 год
		Самостійна робота	
		45 год	74 год
		Вид контролю: залік	
		Рік підготовки	
		4-й	4-й
		Семестр	
		7-й	7-й
		Лекції	
		30 год	10 год
		Лабораторні роботи	
		15 год	6 год
		Самостійна робота	
		45 год	74 год
		Вид контролю: залік	
		Семестр	
		8-й	8-й
		Лекції	
		30 год	16 год
		Лабораторні роботи	
		15 год	8 год
		Практичні заняття	
		15 год	8 год
		Самостійна робота	
		30 год	58 год
		Індивідуальні завдання	
		90 год	90 год
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 13; самостійної роботи студента – 19	Освітній рівень: перший (бакалаврський)		

2. МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання курсу «Мікропроцесорні технології та системи» є вивчення функцій і принципів роботи цифрової електроніки та мікросхемотехніки, оволодіння студентами принципів побудови, аналізу процесів та проектування цифрових пристроїв та систем управління.

Під час вивчення дисципліни у студентів формуються такі компетентності:

Загальні: - здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 1);

Фахові:

- здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях. (ФК 2);
- здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів (ФК 7).

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: “Технології програмування систем автоматизованої обробки і захисту інформації” та “Інформаційні технології систем управління та захисту інформації”.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

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

- знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації (ПРН 2);
- вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси (ПРН 3);
- вміти обґрунтовувати вибір структури та розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем управління на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів (ПРН 10);
- вміти програмувати спеціалізовані комп'ютеризовані системи, розуміти принципи програмування комп'ютерних систем та компонентів, вміти будувати сучасні комп'ютерні мережі (ПРН 17);
- вивчити засоби розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем (ПРН 18).

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Автоматизоване проектування цифрових пристроїв.

Змістовий модуль 1.1. Автоматизоване проектування цифрових пристроїв мовою VHDL.

- 1.1. Вступ. Методи проектування логічної структури ПЛІС. [1] с. 10-21; [2] с. 18-22.
- 1.2. Інтерфейс об'єктів та основні типи даних. Реалізація об'єктів. [2] с. 32-38, 62-67; [3] с. 15-20.
- 1.3. Опис цифрових автоматів на VHDL. [3] с. 39-46, [4] с. 41-67.
- 1.4. Затримки на VHDL. Атрибути. [1] 59-62; [6] с. 30-34.
- 1.5. Процеси на VHDL. [5] с. 84-93; [6] с. 37-44.
- 1.6. Структура мови VHDL. [5] с. 65-95; [6] с. 26-31, 35-36, 44-48.
- 1.7. Підпрограми у VHDL. [1] с. 38-45, [5] с. 157-160; [6] с. 62-64;
- 1.8. Компонування складних об'єктів. Випробувальні стенди. [1] с. 68-78, 87-93; [6] с. 73-84.

Модуль 2. Мікропроцесорні системи

Змістовий модуль 2.1. Архітектура мікропроцесорних систем.

- 1.1. Принципи побудови мікропроцесорних систем та організація шин. [7] с. 16-21
- 1.2. Архітектура мікропроцесора. [7] с. 21-25.
- 1.3. Системне числення. [8] с. 151-153; [9] с. 503-525.
- 1.4. Логічні елементи. [8] с. 153-158.; [9] с. 585-590.
- 1.5. Тригери і регістри. [9] с. 590-595 [8] с. 171-175.
- 1.6. Цифрові лічильники імпульсів. [8] с. 175-179; [10] с. 337-337.
- 1.7. Шифратори і дешифратори. [8] с. 179-182.

Змістовий модуль 2.2. Розрядність та модулі пам'яті мікропроцесорів.

- 2.1. Напівпровідникові інтегральні мікросхеми. [8] с. 127- 130.
- 2.2. Архітектури 64-розрядних мікропроцесорів. [7] с. 132-146.
- 2.3. Особливості архітектури 64-розрядних мікропроцесорів. [7] с. 167-170; [11] с. 661-664.
- 2.4. Побудова модулів постійного запам'ятовувального пристрою. [7] с. 175-179.
- 2.5. Побудова модулів оперативного запам'ятовувального пристрою статичного типу. [7] с. 179-182. [11] с. 596-602.
- 2.6. Побудова модулів оперативного запам'ятовувального пристрою динамічного типу. [7] с. 182-185; [11] с. 602-605.
- 2.7. Принципи організації кеш-пам'яті. [7] с. 185-191.
- 2.8. Принципи організації стекової пам'яті. [7] с. 191-196.

Модуль 3. Мікроконтролерні засоби та системи

Змістовий модуль 3.1. Будова, та принципи програмування AVR МК.

- 1.1. Однокристальні мікроконтролери з RISC архітектурою. [7] с. 338-350.
- 1.2. Система команд AVR МК. [12] с.343-352.
- 1.3. Директиви та функції асемблера AVR. [13] с. 19-26.
- 1.4. Структура асемблерної програми. Приклад простої програми. [13] с. 30-31; [14] с. 24-25.
- 1.5. AVR-studio симуляція і транслявання з мови асемблер, [14] с. 25-31.
- 1.6. Організація пам'яті програм МК AVR. [15] с. 9-11.
- 1.7. Організація пам'яті даних МК AVR. [15] с. 11-12.
- 1.8. Стек та регістри AVR МК. [15] с. 12-13, 20-21.

Змістовий модуль 3.2. Взаємодія AVR МК з периферійними пристроями.

- 2.1. Простір вводу/виводу AVR МК. [16] с. 60-84; [17] с. 16-19.
- 2.2. Підключення периферійних пристроїв (кнопок/світлодіодів) до AVR МК. [13] с. 37-39.
- 2.3. Джерела скидання AVR МК. [16] с. 45-54.
- 2.4. Умовні та безумовні переходи та регістр стану SREG. [13] с. 39-51.
- 2.5. Підпрограми та макроси. [13] с. 52-54; с. 59-62.
- 2.6. Робота з даними у SRAM, FLASH та EEPROM. [13] с. 62-68.
- 2.7. Програмне формування часових затримок AVR МК. [14] с. 63-71; [13] с. 108-109.

Модуль 4. Прикладні аспекти застосування мікроконтролерів

Змістовий модуль 4.1. Робота мікроконтролерів з зовнішніми пристроями.

- 1.1. Таблиця векторів переривань AVR МК. [16] с. 54-60.
- 1.2. Зовнішні переривання та їх обробка. [13] с. 54-59.
- 1.3. Таймери/Лічильники AVR МК. [14] с. 117-121; [16] 87-106.
- 1.4. ШІМ-модуляція. [13] с. 86-92.
- 1.5. Сторожовий таймер (WatchDog). [13] с. 92-94.
- 1.6. Підключення LCD дисплею до AVR МК. [17] с. 32-39.
- 1.7. Підключення клавіатури до AVR МК. [13] с. 31-37.

Змістовий модуль 4.2. Платформа Arduino на базі AVR МК.

- 2.1. Основні компілятори Сі для МК AVR [13] с. 94-99.
- 2.2. Базова структура програми мовою Сі [13] с. 101-103.
- 2.3. Платформа Arduino на базі МК AVR [18] с. 26-27 [19] с. 20-30.
- 2.4. Налаштування засобів Arduino IDE та перша програма [19] с. 32-40.
- 2.5. Програмування за допомогою умовних операторів [19] с. 54-60.
- 2.6. Програмування за допомогою операторів циклів [18] с. 48-49; [19] с. 85-88.
- 2.7. Плати розширення платформи Arduino [20] с. 161-165.
- 2.8. Підключення електродвигунів до платформи Arduino [18] с.81-86.

Модуль 5. Проектування пристроїв на базі мікроконтролерів.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	лаб.	практ.	с.р.		лек	лаб.	практ.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1. Автоматизоване проєктування цифрових пристроїв.										
Змістовий модуль 1.1. Автоматизоване проєктування цифрових пристроїв мовою VHDL.										
1.1. Вступ. Методи проєктування логічної структури ПЛІС.	12	2	4	-	6	12	-	-	-	12
1.2. Інтерфейс об'єктів та основні типи даних. Реалізація об'єктів.	15	2	4	-	9	15	-	2	-	13
1.3. Опис цифрових автоматів на VHDL.	16	2	4	-	10	16	2	2	-	12
1.4. Затримки на VHDL. Атрибути.	16	2	4	-	10	16	-	2	-	14
1.5. Процеси на VHDL.	16	2	4	-	10	16	2	2	-	12
1.6. Структура мови VHDL.	16	2	4	-	10	16	2	2	-	12
1.7. Підпрограми у VHDL.	16	2	4	-	10	16	-	2	-	14
1.8. Компонування складних об'єктів. Випробувальні стенди.	13	1	2	-	10	13	-	2	-	11
Разом за модулем 1	120	15	30	-	75	120	6	14	-	100
Модуль 2. Мікропроцесорні системи										
Змістовий модуль 2.1. Архітектура мікропроцесорних систем.										
1.1. Принципи побудови мікропроцесорних систем та та організація шин.	7	2	2	-	3	7	-	-	-	7
1.2. Архітектура мікропроцесора.	8	2	2	-	4	8	2	2	-	4
1.3. Системне числення.	8	2	2	-	4	8	-	-	-	8
1.4. Логічні елементи.	8	2	2	-	4	8	2	-	-	6
1.5. Тригери і регістри.	9	2	2	-	5	9	-	-	-	9
1.6. Цифрові лічильники імпульсів.	9	2	2	-	5	9	-	2	-	7
1.7. Шифратори і дешифратори.	11	2	3	-	6	11	-	2	-	9
Разом за змістовим модулем 2.1	60	14	15	-	31	60	4	6	-	50
Змістовий модуль 2.2. Розрядність та модулі пам'яті мікропроцесорів.										
2.1. Напівпровідникові інтегральні мікросхеми.	3	2	-	-	1	3	-	-	-	3
2.2. Архітектури 32-розрядних мікропроцесорів.	3	2	-	-	1	3	-	-	-	3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2.3. Особливості архітектури 64-розрядних мікропроцесорів.	4	2	-	-	2	4	-	-	-	4
2.4. Побудова модулів постійно запам'ятовувального пристрою.	4	2	-	-	2	4	2	-	-	2
2.5. Побудова модулів оперативного запам'ятовувального пристрою статичного типу.	4	2	-	-	2	4	2	-	-	2
2.6. Побудова модулів оперативного запам'ятовувального пристрою динамічного типу.	4	2	-	-	2	4	2	-	-	2
2.7. Принципи організації кеш-пам'яті.	4	2	-	-	2	4	-	-	-	4
2.8. Принципи організації стекової пам'яті.	4	2	-	-	2	4	-	-	-	4
Разом за змістовим модулем 2.2	30	16	-	-	14	30	6	-	-	24
Разом за модулем 2	90	30	15	-	45	90	10	6	-	74
Модуль 3. Мікроконтролерні засоби та системи										
Змістовий модуль 3.1. Будова AVR МК.										
1.1. Однокристалні мікроконтролери з RISC архітектурою.	4	2	-	-	2	4	-	-	-	4
1.2. Система команд AVR МК.	8	2	2	-	4	8	2	2	-	4
1.3. Директиви та функції асемблера AVR.	6	2	-	-	4	6	-	-	-	6
1.4. Структура асемблерної програми. Приклад простої програми.	8	2	2	-	4	8	2	-	-	6
1.5. AVR-studio симуляція і транслявання з мови асемблер.	8	2	-	-	6	8	-	-	-	8
1.6. Організація пам'яті програм МК AVR.	10	2	2	-	6	10	-	2	-	8
1.7. Організація пам'яті даних МК AVR.	6	2	-	-	4	6	-	-	-	6
1.8. Стек та регістри AVR МК.	10	2	2	-	6	10	-	-	-	10
Разом за змістовим модулем 3.1	60	16	8	-	36	60	4	4	-	52
Змістовий модуль 3.2. Принципи програмування AVR МК.										
2.1. Простір вводу/виводу AVR МК.	4	2	1	-	1	4	-	-	-	4
2.2. Підключення периферійних пристроїв (кнопок/світлодіодів) до AVR МК.	6	2	2	-	2	6	2	-	-	4
2.3. Джерела скидання AVR МК.	3	2	-	-	1	3	-	-	-	3
2.4. Умовні та безумовні переходи та регістр стану SREG.	6	2	2	-	2	6	2	-	-	4
2.5. Підпрограми та макроси.	3	2	-	-	1	3	-	-	-	3
2.6. Робота з даними у SRAM, FLASH та EEPROM.	6	2	2	-	2	6	2	2	-	2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2.7.Програмне формування часових затримок AVR МК.	2	2	-	-	-	2	-	-	-	2
Разом за змістовим модулем 3.2	30	14	7	-	9	30	6	2	-	22
Разом за модулем 3	90	30	15	-	45	60	10	6	-	74
Модуль 4. Прикладні аспекти застосування мікроконтролерів										
Змістовий модуль 4.1. Робота мікроконтролерів з зовнішніми пристроями.										
1.1. Таблиця векторів переривань AVR МК.	4	2	1	1	-	4	-	-	-	4
1.2. Зовнішні переривання та їх обробка.	6	2	2	2	-	6	-	-	-	6
1.3. Таймери/Лічильники AVR МК.	2	2	-	-	-	2	-	-	-	2
1.4. ШІМ-модуляція.	6	2	2	2	-	6	-	-	-	6
1.5. Сторожовий таймер (WatchDog).	2	2	-	-	-	2	-	-	-	2
1.6. Підключення LCD дисплею до AVR МК.	8	2	2	2	2	8	2	2	-	4
1.7. Підключення клавіатури до AVR МК.	2	2	-	-	-	2	2	-	-	-
Разом за змістовим модулем 4.1	30	14	7	7	2	30	4	2	-	24
Змістовий модуль 4.2. Платформа Arduino на базі AVR МК.										
2.1. Основні компілятори Сі для МК AVR	4	2	-	-	2	4	-	-	-	4
2.2. Базова структура програми мовою Сі	10	2	2	2	4	10	2	2	2	4
2.3. Платформа Arduino на базі МК AVR	4	2	-	-	2	4	2	-	-	2
2.4. Налаштування засобів Arduino IDE та перша програма	12	2	2	2	6	12	2	2	2	6
2.5. Програмування за допомогою умовних операторів	4	2	-	-	2	4	2	-	-	2
2.6. Програмування за допомогою операторів циклів	10	2	2	2	4	10	2	2	2	4
2.7. Плати розширення платформи Arduino	4	2	-	-	2	4	2	-	-	2
2.8. Підключення електродвигунів до платформи Arduino	12	2	2	2	6	12	-	-	2	10
Разом за змістовим модулем 4.2	60	16	8	8	28	60	12	6	8	34
Разом за модулем 4	90	30	15	15	30	90	16	8	8	58
Модуль 5. Проектування пристроїв на базі мікроконтролерів.										
Виконання курсового проєкту	90	-	-	-	90	-	-	-	-	90
Разом за модулем 5	90	-	-	-	90	-	-	-	-	90
Усього годин	480	105	75	15	285	480	42	34	8	396

ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
5 семестр			
1	Ознайомлення з середовищем автоматизованого проектування Active-HDL. Побудова RS-тригера.	4	-
2	Розробка та моделювання декодера для рідкокристалічного індикатора.	4	2
3	Моделювання режиму очікування в цифрових пристроях за допомогою оператора wait.	4	2
4	Моделювання транспортної та інерційної затримок часу.	4	2
5	Розробка і моделювання паралельного та зсувного регістрів.	4	2
6	Проектування постійного запам'ятовуючого пристрою.	4	2
7	Проектування сканеру клавіатури з застосуванням діаграм скінчених автоматів для опису об'єктів в САПР Active-HDL.	4	2
8	Використання блок-діаграм для декомпозиції складних пристроїв з виділенням типових структурних елементів в САПР Active-HDL.	2	2
6 семестр			
1	Перетворювач кодів.	2	-
2	Логічні елементи і схеми.	2	2
3	Тригери.	2	-
4	Регістри.	2	-
5	Лічильник.	2	-
6	Цифровий компаратор.	2	2
7	Генератор прямокутних імпульсів.	3	2
7 семестр			
1	Середовище розробки AVR Studio. Програмування нерозгалужених обчислювальних процесів.	2	2
2	Виконання арифметичних операцій.	2	-
3	Виконання логічних операцій.	2	2
4	Використання портів вводу-виводу з зовнішніми пристроями (світлодіоди, кнопки).	2	-
5	Середовище розробки Proteus. Моделювання роботи мікроконтролера.	2	-
6	Формування програмної затримки.	2	-
7	Паралельний вивід інформації, робота з логічним аналізатором.	3	2
8 семестр			
1	Програмування розгалужених та циклічних обчислювальних процесів.	1	-
2	Робота з регістрами. Зсув регістру.	2	-
3	Індикація за допомогою семисегментних світлодіодних індикаторів.	2	2
4	Робота з клавіатурою.	2	2
5	Переривання. Відлік часу за допомогою таймерів.	2	2
6	Масив даних.	2	-
7	Робота з масивами. Перемикання між масивами.	2	2
8	ШІМ модуляція.	2	-

ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Робота з рідкокристалічним дисплеєм.	2	-
2	Програмування мікроконтролера сімейства AVR на C.	2	-
3	Обробка аналогового сигналу за допомогою компаратора.	2	-
4	Середовище розробки Arduino IDE. Програма Blink.	2	2
5	Програмування цифрових виводів плати Arduino.	2	2
6	Опитування аналогових датчиків на прикладі потенціометра.	2	2
7	Застосування транзисторів і двигунів.	3	2

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота здобувача вищої освіти є однією з форм організації навчання, основною формою оволодіння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння здобувачем вищої освіти в процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався при проведенні навчальних занять.

Розподіл годин самостійної роботи для денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5-1 год. / 1 заняття (на 1 лекцію);
- самостійне опрацювання тем – 2-4 год. / 1 тема;
- підготовка до лабораторних робіт – 0,5-2 год. / 1 робота;
- підготовка до практичних робіт – 1 год. / 1 робота;
- підготовка до контрольних заходів – 2-10 год. / 1 захід;
- виконання та захист курсової роботи – 90 год..

Завдання для самостійної роботи

№	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Модуль 1			
1	Підготовка до лекцій	20	20
2	Підготовка до лабораторних робіт	35	40
3	Підготовка контрольних заходів	20	40
	Усього годин за модулем 1	75	100
Модуль 2			
1	Підготовка до лекцій	15	30
2	Підготовка до лабораторних робіт	15	20
3	Підготовка контрольних заходів	15	24
	Усього годин за модулем 2	45	74
Модуль 3			
1	Підготовка до лекцій	15	30
2	Підготовка до лабораторних робіт	15	20
3	Підготовка контрольних заходів	15	24
	Усього годин за модулем 3	45	74
Модуль 4			
1	Підготовка до лекцій	9	10
2	Підготовка практичних робіт	7	15
3	Підготовка до лабораторних робіт	7	15
4	Підготовка контрольних заходів	7	18
	Усього годин за модулем 4	30	58
Модуль 5			
3	Підготовка та захист КР	90	90
Разом за дисципліною		285	396

ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАУКОВО-ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ

Програмою передбачено наступні форми індивідуальної роботи:

- індивідуальні консультації з дисципліни, які проводяться зі студентами за окремим графіком, затвердженим завідувачем кафедри, з метою отримання студентом відповіді на окремі теоретичні чи практичні питання та для пояснення певних теоретичних положень чи аспектів їх практичного застосування;
- індивідуальне завдання у 8 семестрі у вигляді курсового проекту на тему «Проектування систем управління на базі МК серії AVR», яке спрямоване на придбання студентами навичок самостійної діяльності у проектуванні систем управління на базі МК, а також розуміння принципів проектування цифрових систем управління.

Завдання до курсового проектування: Проектування систем управління на базі МК серії AVR.

Результати курсового проекту оформлюються у вигляді пояснювальної записки, обсяг якої не менш ніж 30 сторінок та містити детальний опис всіх етапів курсового проектування.

У вступі пояснювальної записки слід коротко описати існуючі методи мікропроцесорної обробки інформації, область застосування мікропроцесорної техніки для вирішення практичних задач, аргументувати вибір програмно-апаратних засобів в даному проєкті.

У висновках слід вказати, чи вдалося забезпечити задані показники якості розробленої мікропроцесорної системи. Проаналізувати результати моделювання розробленої системи з точки зору виконання поставленої задачі. Запропонувати шляхи підвищення швидкодії розробленого програмного забезпечення.

Основні етапи з курсового проєктування	Години сам. роб.
1. Опис основних функцій системи управління та вибір МК	8
2. Побудова та опис принципової схеми	10
3. Побудова основного алгоритму	12
4. Побудова алгоритму ініціалізації	12
5. Побудова алгоритмів обробки переривань	12
6. Побудова процедури ініціалізації та основного робочого циклу	12
7. Побудова процедур обробки переривань	12
8. Моделювання та налагодження програми	12
Усього годин	90

КП виконується студентом самостійно за консультативною допомогою викладача. Студент несе особисту відповідальність за прийняті в роботі рішення і правильність виконання графічної та текстової частин КП.

6. МЕТОДИ НАВЧАННЯ, ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ТА МЕТОДИ ЇХ ДЕМОНСТРУВАННЯ

Методи навчання: лекція; лабораторні роботи; практичні роботи; робота з літературою; методи контролю і самоконтролю; контрольні роботи.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: розрахункові та розрахунково-графічні роботи; усні відповіді; контрольні роботи; залік або екзамен.

7. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного модульного контролю (ПМК) у вигляді письмових контрольних робіт або тестових завдань різної складності, захисту звітів з практичних робіт та написання екзаменаційної контрольної роботи. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний (модульний) контроль, результатів здачі та захисту практичних робіт та екзаменаційної контрольної роботи.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Умовою допуску студента до КЗ є мінімальна сума балів, яку студент повинен набрати у разі виконання всіх елементів модулів. Якщо студент не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до КЗ і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок написання реферату на одну із зазначених вище тем.

Семестровий підсумковий контроль здійснюється в письмовій формі у вигляді тестування. Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, пише підсумкову семестрову залікову роботу (проводиться у письмовій формі у вигляді тестів), до якої він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 50 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову залікову роботу становить 30 балів. Результуюча оцінка виставляється відповідно до шкали оцінювання ECTS.

Екзаменаційні оцінки виставляються згідно шкали оцінювання ECTS:

Сума балів за результатом підсумкового контролю	Оцінка ECTS
90 – 100	A
82 – 89	B
74 – 81	C
64 – 73	D
60 – 63	E
35 – 59	FX
0 – 34	F

8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Кількість балів		Критерії оцінювання лабораторних робіт
Денна та 5-й сем. заочної форми	Заочна форма (6...8 сем)	
5	10	Роботу виконано самостійно у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі, мету написання програми, складає алгоритм раціонального вирішення поставленої задачі. У висновках проведено коректну інтерпретацію результатів. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	8	Роботу виконано із підказками викладача у встановлений термін. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
3	6	Роботу виконано із підказками викладача з порушенням встановленого терміну. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	4	Роботу виконано із підказками викладача з порушенням встановленого терміну. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Складає звіт, що містить неточності і помилки.
1	2	Роботу виконано під керівництвом викладача з порушенням встановленого терміну. Студент пише програму за складеним під керівництвом викладача алгоритмом вирішення поставленої задачі. Складає звіт, що містить неточності і помилки.
0	0	Робота не виконується

Поточний модульний контроль у формі тестування для денної форми навчання

Правильних відповідей, %		100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Кількість балів	ПМК1.1	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
	ПМК2.1, ПМК2.2, ПМК3.1, ПМК3.2	15	13,5	12	10,5	9	7,5	6	4,5	3	1,5
	ПМК4.1, ПМК4.2	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Поточний модульний контроль у формі тестування для заочної форми навчання

Правильних відповідей, %		100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Кількість балів	ПМК1.1	25	22,5	20	17,5	15	12,5	10	7,5	5	2,5
	ПМК2.1, ПМК2.2, ПМК3.1, ПМК3.2	15	13,5	12	10,5	9	7,5	6	4,5	3	1,5
	ПМК4.1, ПМК4.2	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
5-й семестр		
Виконання лабораторних робіт	8 x 5 балів = 40 балів	7 x 5 балів = 35 балів
ПМК1.1	20 балів	25 балів
Всього	60 балів	60 балів
6-й семестр		
Виконання лабораторних робіт	7 x 5 балів = 35 балів	3 x 10 балів = 30 балів
ПМК2.1, ПМК2.2	2 x 15 балів = 30 балів	2 x 15 балів = 30 балів
Всього	65 балів	60 балів
7-й семестр		
Виконання лабораторних робіт	7 x 5 балів = 35 балів	3 x 10 балів = 30 балів
ПМК3.1, ПМК3.2	2 x 15 балів = 30 балів	2 x 15 балів = 30 балів
Всього	65 балів	60 балів
8-й семестр		
Виконання лабораторних робіт	8 x 5 балів = 40 балів	4 x 10 балів = 40 балів
ПМК4.1, ПМК4.2	2 x 10 балів = 20 балів	2 x 10 балів = 20 балів
Всього	60 балів	60 балів

Параметри оцінювання	Кільк. балів	Критерії оцінювання за виконання курсового проєкту
Пояснювальна записка	50	Зміст проєкту 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 у відповідності із графіком проєктування
	40	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 курсового проєкту.
	30	Робота оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових проєктів, але матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки.
	20	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..
	10	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.
Захист роботи	50	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання
	40	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 невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	20	Студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання, та належно обґрунтувати положення роботи.
	10	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію.

Формування оцінки за курсовий проєкт

Пояснювальна записка	Захист роботи	Сума
50	50	100

Підсумковий семестровий контроль у формі тестування для денної форми навчання

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Екзамен у 5-ому семестрі										
Кількість балів	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4
Залік у 6-ому семестрі										
Кількість балів	35	31,5	28	24,5	21	17,5	14	10,5	7	3,5
Залік у 7-ому семестрі										
Кількість балів	35	31,5	28	24,5	21	17,5	14	10,5	7	3,5
Екзамен у 8-ому семестрі										
Кількість балів	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4

Підсумковий семестровий контроль у формі тестування заочної форми навчання

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Екзамен у 5-ому семестрі										
Кількість балів	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4
Залік у 6-ому семестрі										
Кількість балів	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4
Залік у 7-ому семестрі										
Кількість балів	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4
Екзамен у 8-ому семестрі										
Кількість балів	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4

Формування підсумкової оцінки

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кільк. балів	Вид роботи	Кільк. балів
5-й семестр					
ЗМ1.1	Тема 1	Лабораторна робота 1	5	-	-
	Тема 2	Лабораторна робота 2	5	Лабораторна робота 2	5
	Тема 3	Лабораторна робота 3	5	Лабораторна робота 3	5
	Тема 4	Лабораторна робота 4	5	Лабораторна робота 4	5
	Тема 5	Лабораторна робота 5	5	Лабораторна робота 5	5
	Тема 6	Лабораторна робота 6	5	Лабораторна робота 6	5
	Тема 7	Лабораторна робота 7	5	Лабораторна робота 7	5
	Тема 8	Лабораторна робота 8	5	Лабораторна робота 8	5
	ПМК1.1	КР	20	КР	25
Екзамен		40		40	
Всього		100		100	
6-й семестр					
ЗМ2.1	Тема 1.1	Лабораторна робота 1	5	-	
	Тема 1.2	Лабораторна робота 2	5	Лабораторна робота 2	10
	Тема 1.3	Лабораторна робота 3	5	-	
	Тема 1.4	Лабораторна робота 4	5	-	
	Тема 1.5	Лабораторна робота 5	5	-	
	Тема 1.6	Лабораторна робота 6	5	Лабораторна робота 6	10
	Тема 1.7	Лабораторна робота 7	5	Лабораторна робота 7	10
	ПМК2.1	КР	15		15
ЗМ2.2	Тема 2.1...2.8	-	-	-	-
	ПМК2.2	КР	15	КР	15
	Залік		35		40
	Всього		100		100
7-й семестр					
ЗМ3.1	Тема 1.1	-	-	-	-
	Тема 1.2	Лабораторна робота 1	5	Лабораторна робота 1	10
	Тема 1.3	-	-	-	-
	Тема 1.4	Лабораторна робота 2	5	-	-
	Тема 1.5	-	-	-	-
	Тема 1.6	Лабораторна робота 3	5	Лабораторна робота 3	10
	Тема 1.7			-	-
	Тема 1.8	Лабораторна робота 4	5	-	-
	ПМК3.1	КР	15	КР	15
ЗМ3.2	Тема 2.1	-	-	-	-
	Тема 2.2	Лабораторна робота 5	5	-	
	Тема 2.3	-	-	-	-
	Тема 2.4	Лабораторна робота 6	5	-	-
	Тема 2.5	-	-	-	-
	Тема 2.6	Лабораторна робота 7	5	Лабораторна робота 7	10
	Тема 2.7	-	-	-	-
	ПМК3.2	КР	15	КР	15
	Залік		35		40
Всього		100		100	
8-й семестр					
ЗМ4.1	Тема 1.1	Лабораторна робота 1	5	-	-
	Тема 1.2	Лабораторна робота 2	5	-	-
	Тема 1.3	-	-	-	-
	Тема 1.4	Лабораторна робота 3	5	Лабораторна робота 3	10
	Тема 1.5	-	-	-	-

ЗМ4.2	Тема 1.6	Лабораторна робота 4	5	Лабораторна робота 4	10
	Тема 1.7	-	-	-	-
	ПМК4.1	КР	10	КР	10
	Тема 2.1	-	-	-	-
	Тема 2.2	Лабораторна робота 5	5	Лабораторна робота 5	10
	Тема 2.3	-	-	-	-
	Тема 2.4	Лабораторна робота 6	5	-	-
	Тема 2.5	-	-	-	-
	Тема 2.6	Лабораторна робота 7	5	Лабораторна робота 8	10
	Тема 2.7	-	-	-	-
	Тема 2.8	Лабораторна робота 8	5	-	-
	ПМК4.2	КР	10	КР	10
	Екзамен		40		40
	Всього		100		100

9. ЗАСОБИ НАВЧАННЯ

Для досягнення мети дисципліни та набуття бажаних результатів навчання передбачено застосування наступних засобів навчання:

- комп'ютери, плати розробки;
- мови програмування асемблер та С, мова опису апаратного забезпечення VHDL;
- рекомендовані джерела інформації, бібліотечний ресурс (фахова література, вітчизняні та закордонні фахові періодичні видання, в тому числі в електронному вигляді), доступ до баз даних періодичних наукових видань.
- середовища розробки Active-HDL, AVR Studio, Proteus, Arduino IDE.

10. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Кондратенко Ю.П., Сидоренко С.А., Підпригора Д.М. Поведінковий синтез цифрових пристроїв у середовищі Active-HDL. – Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2002. – 116 с.
2. Аврунін О.Г., Носова Т.В., Семенець В.В. Основи мови VHDL для проектування цифрових пристроїв на ПЛІС – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 196 с.
3. «Цифрові інформаційні системи»: конспект лекцій: навч. посіб. для студ. // Уклад.: Осипенко К.С. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 87 с.
4. Мірошник М.А., Клименко Л.А., Корольова Я.Ю. Технології та автоматизація проектування цифрових пристроїв складних комп'ютерних систем на ПЛІС: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 220 с.
5. Іванець С.А., Зубань Ю.О., Казимир В.В., Литвинов В.В. Проектування комп'ютерних систем на основі мікросхем програмованої логіки: монографія. – Суми: Сумський державний університет, 2013. – 313 с.
6. Хомич С.В.. Курс лекцій з дисципліни «Мови опису апаратних засобів». – Львів: НУ "ЛП", 2005. – 131 с.
7. Бойко В. І., Гуржій А. М., Жуйков В. Я. та ін. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 3. Мікропроцесори та мікроконтролери: Підручник 2-ге вид., допов. і переробл. — К.: Вища шк., 2004. – 399 с.: іл. ISBN 966-642-202-6
8. Болюх В. Ф., Данько В. Г. Основи електроніки та мікропроцесорної техніки : навч. посібник; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2011. – 257 с.
9. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: Під-ручник. За ред. В.І. Мілих. 2-е вид. К.: Каравела, 2008. – 688 с.
10. Будіщев М. С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник. – Львів: Афіша, 2001. — 424 с. ISBN 966-7760-33-2.
11. Сенько В.І., Лисенко В.П., Юрченко О.М., Лукин В.Є., Руденский А.А. Електроніка і мікропроцесорна техніка: Навчальний посібник – К.: Аграрна освіта, 2015. – 676 с.
12. Грищук Ю. С. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в

електромеханіці : навч. посіб. – Харків : НТУ «ХП», 2019. – 384 с.

13. Павельчак А.Г., Самотий В.В., Яцук Ю.В. Програмування мікроконтролерів систем автоматики: конспект лекцій для студентів базового напрямку 050201 “Системна інженерія” – Львів: Львівська політехніка. – 2012. – 143 с.

14. John Morton AVR. An Introductory Course – Newnes, 2002. - 272p. - ISBN: 0750656352.

15. Пархоменко Д. А., Смирнов Є. М. Розробка радіоелектронних схем на основі мікроконтролерів (на прикладі AVR мікроконтролерів фірми Atmel): методичний посібник до курсу "Проектування радіоелектронних схем" для студентів радіофізичного факультету. – Київ: Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2013. – 74 с.

16. Atmel Corporation Documentation. Datasheet for Atmega 128. p. 368

17. Конспект лекцій з дисципліни «Мікропроцесорна техніка» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 153 «Мікро-та наносистемна техніка» за освітньо-професійною програмою «Мікро-та наносистемна техніка» та зі спеціальності 171 «Електроніка» за освітньо-професійною програмою «Електроніка» / Укл.: Гулеша О.М., Кам'янське, ДДТУ, 2020 р. – 57 с.

18. Jeremy Blum. Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry ISBN: 978-1-118-54936-0 July 2013 384 Pages

19. Simon Monk. Programming Arduino Getting Started with Sketches. The material in this eBook also appears in the print version of this title: ISBN: 978-0-07-178422-1 McGrawHill, 177p.

20. John Boxall. Arduino Workshop: A Hands-On Introduction with 65 Projects Paperback – May 13, 2013, 394 p.

Допоміжна література

21. Кондратенко Ю.П., Сидоренко С.А., Підопригора Д.М. VHDL-моделі для проектування цифрових пристроїв. Методичні вказівки до циклу лабораторних робіт. – Миколаїв. УДМТУ, 2000. – 54 с.

22. Методичні вказівки до використання мови VHDL для опису і моделювання цифрових електронних схем при виконанні лабораторних і курсових робіт // Укл. Щербина О.А.– Київ: КНУБА, 1999. – 35 с.

23. Мірошник М.А. Системи автоматизації проектування пристроїв і систем автоматики. Основи систем автоматизації проектування: конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 102 с.

24. Mealy B., Tappero F. Free Range VHDL. – 2013. – 190 p.

25. Perry D.L. VHDL – Programming by example. New York: McGraw-Hill Publishers, 2002. – 497 p.

26. Ashenden P.J. The designer's guide to VHDL. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 1996. – 688 p.

27. Roth C.H. Digital systems design using VHDL. – Boston: PWS Publishing Company, 1998. – 470 p.

28. Introduction to Aldec Active-HDL 6.1. URL: <http://courses.cs.washington.edu/courses/csep567/04sp/tools/t1.html>.

29. The Design Verification Company - Aldec, Inc URL: <https://www.aldec.com/en>

30. Руденко В.С. та ін. Промислова електроніка: підручник / В.С. Руденко, В.Я. Ромашко, В.В. Трифонюк. – Київ: Либідь, 1993. – 432 с.

31. Леонов С.Ю., Гладких Т.В., Баленко О.І. VHDL-технології проектування електронних пристроїв: навч. посіб. – Київ: Вид-во "КАФЕДРА", 2014. – 423 с.

32. Матвійків М. Д., Вус Б. С., Матвійків Т. М., Вус М. Б. Технологія виготовлення електронних пристроїв. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. 400 с.

33. Лесовой Л. В., Костик І. В., Грень Я. В. Електроніка та мікропроцесорна техніка. Частина 2. Лабораторний практикум. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. 268 с.

34. Бучма І.М. Мікропроцесорні пристрої Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2005. 236 с.

35. Shlykov V. V., Stasyuk Y.P. Workshop on discipline for students of specialties 163 "Biomedical Engineering" and 152 "Metrology and information-measuring technique" – Kyiv, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2020. – 147 p.

36. Поджаренко В.О., Кучерук В.Ю., Севастьянов В.М. П44 Основи мікропроцесорної техніки. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2006. - 226 с.
37. AT90S2313 Embedded Microcontroller User's Manual. Atmel Corp. 1999.
38. Чумаченко І.В., Кошовий М.Д., Лопатин В.В. Мікроконтролерні прилади: структура і використання: Навчальний посібник. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «ХАІ», 2001. –277с.
39. Новацький А.О. Проектування мікропроцесорних систем: Проектування мікропроцесорних систем на базі AVR-мікроконтролерів: Периферійні модулі AVR-мікроконтролерів: Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050201 «Системна інженерія» кафедри Автоматики та управління у технічних системах – К: НТУУ „КПІ”, 2012. – 470 с.
40. Новацький А.О., Глушко Є.В. Навчальний посібник з дисципліни «Проектування мікропроцесорних систем», розділ «Програмування мікроконтролерів родини AVR» для студентів напряму підготовки 6.050201 «Системна інженерія» кафедри Автоматики та управління у технічних системах – К: НТУУ „КПІ”, 2013. – 109 с.
41. Малахов В. П., Яковлев Д. П. Мікроконтролери [Текст]: навч. посібн. / В. П. Малахов, - О.: Наука і техніка, 2008. - 224 с.
42. Новацький А.О. Комп'ютерна електроніка [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізації «Інтегровані інформаційні системи» КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 80.9 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 468 с.
43. Зиков І.С. Програмування мікропроцесорів у захищеному режимі: навч.-метод. Посібник/ І.С.Зиков, С.Г. Мсжерицький, А.О. Подорожняк, І.П. Хавіна. -. Харків: ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2018.-264 с.