

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих  
засобів і технологій (№ 502)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми



(підпис)

А.І. Трунова

(ініціали та прізвище)

«29» серпня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ЕЛЕКТРОНІКА ТА СХЕМОТЕХНІКА**

(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань:**

16 «Хімічна та біоінженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальність:**

163 «Біомедична інженерія»

(код та найменування спеціальності)

**Освітня програма:**

«Біомедична інженерія»

(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна, скорочена**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2022 рік**

Робоча програма Електроніка та схемотехніка

(назва дисципліни)

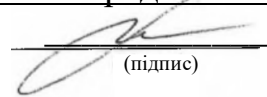
для студентів за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»

освітніми програмами «Біомедична інженерія»

«28 » серпня 2022 р.– 15 с.

Розробник: Анатолій ПОПОВ, професор кафедри Аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501), д.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри №502

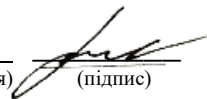
Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29 » серпня 2022 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

Олена ВИСОЦЬКА

(ініціали та прізвище)

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)		
Кількість кредитів 8	<b>Галузь знань</b> <u>16 «Хімічна та біоінженерія»</u> <small>(шифр та найменування)</small>  <b>Спеціальність</b> <u>163 «Біомедична інженерія»</u> <small>(код та найменування)</small>  <b>Освітня програма</b> <u>«Біомедична інженерія»</u> <small>(найменування)</small>  <b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)	Цикл професійної підготовки Обов'язкова		
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>		
Кількість змістових модулів – 4		2022/ 2023		
Індивідуальне завдання - Розрахунково-графічна робота		<b>Семестр</b>		
Загальна кількість годин: 112/240		5-й	6-й	
		<b>Лекції <sup>1)</sup></b>		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи здобувача – 4		24 години	32 години	
		<b>Практичні, семінарські<sup>1)</sup></b>		
		24 години	32 години	
		<b>Лабораторні <sup>1)</sup></b>		
	-			
	<b>Самостійна робота</b>			
57	71			
<b>Вид контролю</b>				
Модульний контроль, залік, іспит				

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 112 годин аудиторних занять /128 години самостійної роботи.

<sup>\*)</sup> Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** дати базові знання про принципи побудови сучасних електронних біомедичних (БМП) з використанням засобів цифрової електроніки, у т.ч. на ґрунті мікропроцесорів (МП) та мікроконтролерів (МК), функціональний склад, схемотехнічні та програмні рішення, навчити прийомам практичного застосування ПК при вирішенні задач, що виникають у процесі проектування БМП.

**Завдання** – формування у студентів розуміння основних принципів побудови сучасних біомедичних електронних пристроїв, їх характеристик, функціонального складу та особливостей схемотехнічних рішень, що застосовуються при проектуванні цифрових функціональних вузлів біомедичних пристроїв.

### **Компетентності, які набуваються:**

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і проблеми під час професійної діяльності у галузі хімічної та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів біомедичної інженерії для проведення досліджень та/або розроблення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов (ІК);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК1);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК2);
- здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК7);
- здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК8);
- здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем (ФК1);
- здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробці, оцінці та специфікації медичного обладнання (ФК2);
- здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації) (ФК4);
- здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку при розробці біомедичних продуктів (ФК6);
- здатність розробляти, та контролювати і координувати ремонт приладів, обладнання та системи для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації, що використовується в лікарнях і науково-дослідних інститутах (ФК7).

### **Очікувані результати навчання:**

- застосовувати знання основ математики, фізики, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії (ПРН1);
- вміти використовувати математичне і програмне забезпечення для обробки даних біотехнічних систем (ПРН5);
- розуміти теоретичні та практичні підходи до створення медичного обладнання та медичної техніки (ПРН8);
- вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки апаратної схеми медичних приладів та систем (ПРН17);
- вміти застосовувати знання принципів побудови сучасних сенсорів та мікропроцесорної техніки, засобів автоматизації медичного обладнання, методів та засобів отримання та обробки сигналів при проектуванні біотехнічних та медичних апаратів, приладів та систем (ПРН19).

**Пререквізити** – «Вища математика», «Фізика», «Основи програмування та комп'ютерних технологій», «Основи електроніки та схемотехніки»

**Кореквізити** – «Основи технології та конструювання біомедичних засобів».

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1.**

#### **Змістовий модуль 1. Теоретичні основи цифрової схемотехніки.**

##### **Тема 1. Вступ до дисципліни.**

Роль цифрової електроніки у сучасній техніці. Етапи розвитку цифрової електроніки. Класифікація цифрових електронних пристроїв. Місце цифрової електроніки у сучасних біотехнічних системах. Предмет вивчення, структура та задачі дисципліни. Бібліографія.

##### **Тема 2. Теоретичні основи цифрової електроніки.**

Загальна характеристика цифрової електроніки, основні відмінності від аналогової. Поняття логічних станів.

Булева алгебра, логічні співвідношення. Представлення чисел, системи числення. Коди – двійковий, восьмирічний, десятинний, двійково-десятинний. Числа зі знаком. Прямі та додаткові коди. Операції з двійковими числами.

Елементарні логічні елементи (ЛЕ). Елементарні логічні елементи І, ЧИ, НІ, виключне ЧИ. Комбіновані логічні елементи І-НІ, ЧИ-НІ. Перетворення типів ЛЕ. Таблиці істинності.

#### **Модульний контроль**

#### **Змістовий модуль 2. Функціональні вузли цифрової електроніки.**

##### **Тема 3. Комбінаційна цифрова електроніка.**

Схемотехніка логічних елементів. Сучасна елементна база цифрової електроніки. Типові серії інтегральних мікросхем ТТЛ, КМОП, ЕЗЛ. Типовий склад серій ІМС. Технічні характеристики. Особливості застосування. Затримка сигналів. Елементи з 3 станами. Відкритий колектор, провідне ЧИ, керування зовнішнім навантаженням. Синтез цифрових автоматів на елементарній логіці. Мінімізація і карти Карно. Схеми порівняння. Схеми контролю парності. Перетворювачі кодів. Шифратори. Селектори-мультиплексори. Дешифратори-демультиплексори.

##### **Тема 4. Послідовна цифрова електроніка.**

Поняття послідовної логіки. Цифрові елементи з пам'яттю. Тригери. RS- Тригери. D- Тригери. JK- Тригери. Тригери із синхронізацією. Лічильники (двійкові, двійково-десяткові). Лічильники реверсивні, рівнобіжні, послідовні. Дільники частоти. Регістри. Регістри зі зсувом, рівнобіжні, послідовні. Суматори. Елементи пам'яті. Статична та динамічна пам'ять. Схеми керування пам'яттю. Оперативна та

постійна пам'ять. Пам'ять, що перепрограмується. Flash–пам'ять. Програмовані логічні матриці та програмовані логічні інтегральні схеми.

### **Модульний контроль**

### **Модуль 2.**

## **Змістовний модуль № 3. Теоретичні основи побудови БМЗ на МП**

### **Тема 5. Мікропроцесори у БМЗ**

Роль мікропроцесорної електроніки у сучасних біомедичних засобах, діагностичних та терапевтичних апаратах та комплексах.

Класифікація мікроконтролерів (МК), мікропроцесорів (МП) та однокристальних ЕОМ. Загальне уявлення представлення про архітектуру та функціональні можливості. Огляд галузей застосування МК та МП.

Типові функціональні схеми радіоелектронних приладів на ґрунті МП. Розгляд критеріїв вибору моделі мікроконтролера під задачу, що розв'язується.

Сучасні виробники МК. Сімейства мікроконтролерів, їх порівняльний опис з аналізом оптимальних (пріоритетних) галузей застосування.

### **Тема 6. Програмно-апаратні засоби розробки МП пристроїв**

Поняття програмно-апаратних засобів розроблювача мікроконтролерних систем. Інтегровані програмні середовища розробки (ІПСР), компілятори, сервісні програми, макетно-тестові набори розробника (МТНР), програматори, внутрісхемні відладчики. Програмні середовища розробки фірми Atmel (AVRstudio, CodeVision AVR), компілятори з асемблеру і "С". Особливості мови програмування «С» для мікроконтролерів. Типові структури даних. Типові оператори. Типова структура програми для мікроконтролера. Особливості програмування мікроконтролерів з використанням мови програмування «С» та інтегрованого програмного середовища розробки.

### **Модульний контроль**

## **Змістовний модуль № 4. Побудова БМЗ на ґрунті мікроконтролерів**

### **Тема 7. Типові архітектури МК**

Типова апаратна частина МК модулів. Порти та їх налаштування. Регістри керування. Типові схеми підключення.

Поняття переривання. Різновиди переривань у МК. Процедури оброблення переривань. Процес оброблення переривань. Керування перериваннями.

Таймери МК. Режими роботи. Регістри керування. Переривання від таймерів.

Аналогові модулі МК. Аналогові компаратори. Аналого-цифрові перетворювачі. Режими роботи. Налаштування. Переривання від аналогових модулів.

Інтерфейсні модулі МК. UART, TWI, SPI, CAN, USB - інтерфейси. Галузі застосування. Типові режими та регістри керування. Переривання від інтерфейсних модулів. Типові процедури обміну даними. Стандартні протоколи обміну даними та управління.

### **Тема 8. Вимірювальні та керуючі пристрої на ґрунті МК**

Типові найбільш застосовувані схеми та характеристики вимірювальних і перетворюючих пристроїв у БМЗ. Вимірювачі електричних величин. Програмна реалізація вольтметру на МК.

Принципи вимірювань частоти. Типова програмна реалізація цифрового частотоміру на МК. Частотомір високих частот. Частотомір наднизьких частот.

Принципи побудови цифрових автоматичних пристроїв. Пристрої автоматички на ґрунті МК. Принцип побудови електронної частини штучних органів з застосуванням МК.

Огляд спеціальних систем із застосуванням МК: цифрова обробка сигналів, обробка зображень, діагностичні комплекси, терапевтична техніка. Спеціальні датчики і мікросхеми (АЦП, ЦАП, спеціальні однокристальні і багато кристальні набори). Спеціалізовані та перспективні мікропроцесори та мікроконтролери.

### **Модульний контроль**



#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Модуль 1.</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Теоретичні основи цифрової схемотехніки.</b>					
Тема 1. Вступ до дисципліни.	5	2	0		3
Тема 2. Теоретичні основи цифрової електроніки.	30	8	6		16
Модульний контроль	2		2		
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>37</b>	<b>10</b>	<b>8</b>		<b>19</b>
<b>Змістовий модуль 2. Функціональні вузли цифрової електроніки.</b>					
Тема 3. Комбінаційна цифрова електроніка.	29	6	6		17
Тема 4. Послідовна цифрова електроніка.	37	8	8		21
Модульний контроль	2		2		
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>68</b>	<b>14</b>	<b>16</b>		<b>38</b>
<b>Усього за модулем 1</b>	<b>105</b>	<b>24</b>	<b>24</b>		<b>57</b>
<b>Модуль 2.</b>					
<b>Змістовий модуль 3. Теоретичні основи цифрової схемотехніки.</b>					
Тема 5. Теоретичні основи побудови БМЗ на МП	5	2	0		3
Тема 6. Програмно-апаратні засоби розробки МП пристроїв.	30	6	8		16
Модульний контроль	2		2		
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>37</b>	<b>8</b>	<b>10</b>		<b>19</b>
<b>Змістовий модуль 4. Побудова БМЗ на ґрунті мікроконтролерів.</b>					
Тема 7. Типові архітектури МК	46	12	10		24
Тема 8. Вимірювальні та керуючі пристрої на ґрунті МК	50	12	10		28
Модульний контроль	2		2		
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>98</b>	<b>24</b>	<b>22</b>		<b>52</b>
<b>Усього за модулем 2</b>	<b>135</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>71</b>
<b>Усього годин</b>	<b>240</b>	<b>56</b>	<b>56</b>		<b>128</b>

**5. Теми семінарських занять**  
не передбачено навчальним планом

## 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Представлення чисел, системи числення, коди.	2
2	Синтез цифрового пристрою за логічною функцією	2
3	Мінімізація логічних функцій	2
4	Модульний контроль №1	2
5	Мультиплексори та шифратори	2
6	Розроблення цифрового пристрою комутації даних	2
7	Дешифратори-демультиплексори	2
8	Розроблення цифрового пристрою передачі даних	2
9	Тригери.	2
10	Лічильники	2
11	Регістри	2
12	Модульний контроль №2	2
13	Мова програмування «С» для мікроконтролерів AVR. Базові структури	2
14	Мова програмування «С» для мікроконтролерів AVR. Процедури та функції	2
15	Програмне середовище розробки програмного забезпечення CodeVision AVR	2
16	Програмування МК у CodeVision AVR	2
17	Модульний контроль №3	2
18	Робота з портами МК	2
19	Керування кроковим двигуном	2
20	Індикатори та динамічна індикація	2
21	Робота з таймерами МК. Переривання за переповненням.	2
22	Програмування переривань таймеру за збігом	2
23	Розроблення драйверу індикатору	2
24	Матрична клавіатура	2
25	Розроблення драйверу клавіатури	2
26	Цифрове керування пристроями	2
27	Цифрові вимірювальні пристрої	2
28	Модульний контроль №4	2
	<b>Разом</b>	<b>56</b>

## 7. Теми лабораторних занять

не передбачено навчальним планом

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до дисципліни.	3
2	Теоретичні основи цифрової електроніки	16
3	Комбінаційна цифрова електроніка	17
4	Послідовна цифрова електроніка	21
5	Теоретичні основи побудови БМЗ на МП	3
6	Програмно-апаратні засоби розробки МП пристроїв.	16
7	Типові архітектури МК	24
8	Вимірювальні та керуючі пристрої на ґрунті МК	28
	<b>Разом</b>	<b>128</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічна робота «Аналіз цифрового пристрою та побудова часових діаграм його роботи»

## 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації, самостійна робота студентів за навчально-методичною літературою, виконання розрахунково-графічної роботи. . Технологія змішаного та дистанційного навчання

## 11. Методи контролю

Поточний контроль – при виконанні практичних. Захист розрахункової роботи. Тестовий контроль – проведення письмових модульних контрольних робіт. Семестровий контроль – залік, іспит.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

### 12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Модуль 1</b>			
<b>Змістовий модуль 1</b>			
Робота на лекціях	1	5	<b>5</b>
Виконання практичних завдань	4	2	<b>8</b>
Модульний контроль	20	1	<b>20</b>
<b>Змістовий модуль 2</b>			
Робота на лекціях	1	7	<b>7</b>
Виконання практичних завдань	4	7	<b>28</b>
Розрахунково-графічна робота	7	1	<b>7</b>
Модульний контроль	25	1	<b>25</b>
<b>Усього за семестр</b>			<b>100</b>
<b>Модуль 2</b>			
<b>Змістовий модуль 3</b>			
Робота на лекціях	1	4	<b>4</b>
Виконання практичних завдань	3	4	<b>12</b>
Модульний контроль	20	1	<b>20</b>
<b>Змістовий модуль 4</b>			
Робота на лекціях	1	12	<b>12</b>
Виконання практичних завдань	3	10	<b>30</b>
Модульний контроль	22	1	<b>22</b>
<b>Усього за семестр</b>			<b>100</b>

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів. Іспит проводиться у вигляді комп'ютерного тесту. Студенту надається 20 запитань (теоретичних питань та практичних завдань) з 5 варіантами відповідей. Тільки один варіант відповіді є вірним. За кожну вірну відповідь студент отримує 5 балів. На здачу комп'ютерного тесту відводиться фіксований час - 100 хвилин. Всього (за умов надання всіх вірних відповідей) студент отримує  $20 \times 5 = 100$  балів.

### 12.2. Якісні критерії оцінювання

#### 12.2.1. Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки

Студент повинен знати:

- склад та шляхи застосування цифрової елементної бази БМП;
- основні методи проектування цифрових функціональних вузлів БМП;

- методи формалізації задач проектування цифрових функціональних вузлів БМП;
- основні методи та засоби проектування БМЗ на ґрунті МП;
- основні програмно-технічні рішення, що застосовуються при проектуванні БМЗ на ґрунті МП та МК.

#### 12.2.2. Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки

Студент має вміти:

- проводити аналіз основних процесів в цифрових пристроях БМП;
- складати типові схеми електричні принципів БМП;
- проводити аналіз основних процесів в цифрових БМЗ на ґрунті МП;
- складати типові схеми електричні принципів БМЗ на ґрунті МП;
- розробляти (для типових задач) алгоритми функціонування БМЗ на ґрунті МП;
- програмувати типові задачі МП БМЗ на мові високого рівня (мова С).

#### 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Вміти викладати отримані знання в усній чи письмовій формі; при цьому, неповний обсяг засвоєного навчального матеріалу не повинен перешкоджати засвоєнню наступного програмного матеріалу; допускаються окремі істотні помилки, виправлені за допомогою викладача. Виконати всі практичні та індивідуальні завдання з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій. Вирішувати простіші задачі модульного контролю. Вміти пояснити типові алгоритми та програмні рішення, що використовувалися при виконанні практичних завдань.

**Добре (75-89).** Показати середній рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у достатньому обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом після указівки викладача). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; підкріплювати вивчений матеріал відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки. Виконати всі завдання практичних занять та індивідуальне завдання з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників, вміти обґрунтовано обирати типові рішення. Вирішувати задачі модульного контролю середнього рівня складності. Вміти розробляти типові алгоритми та програмні рішення, подібні тим, що використовувалися при виконанні практичних завдань.

**Відмінно (90-100).** Показати відмінний рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у повному обсягу, системно, відповід-

но до вимог навчальної програми (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які студент виправляє самостійно). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; вільно оперувати відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення. Виконати всі завдання практичних занять з навчальної дисципліни та індивідуальне завдання. Відповідати на теоретичні питання на високому рівні в межах конспекту лекцій, рекомендованих підручників та додаткової літератури, вміти аналізувати надану інформацію та пропонувати нестандартні рішення, вміти їх обґрунтувати. Вирішувати задачі модульного контролю високого рівня складності. Вміти розробляти нестандартні алгоритми та програмні рішення, відмінні від тих, що використовувалися при виконанні практичних занять.

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### 12. Методичне забезпечення

1. Основи цифрових систем / І.П. Барабаш та ін. - підручник. - Х.: НАУ ХАІ, 2002. - 672 с.
2. Цифрова схемотехніка: Методичні вказівки до самостійної роботи студента. Електронне видання / А.В.Попов / Х. - Нац. аерокосм. ун-т ім. Н. Е. Жуковського "Харьк. авіац. ін-т", 2019. - 18 с.
3. Попов, А. В. Цифрова схемотехніка [Текст] : навч. посібник до лаб. робіт та практ. занять/ А. В. Попов, Д. В. Колесніков. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2022. – 48 с.
4. Попов А.В. Застосування мікропроцесорів у радіоелектронних та біомедичних засобах. Методичні вказівки до лаб. робіт та практ. занять. Електронне видання / А.В.Попов / Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 36 с.

### 13. Рекомендована література

#### Основна:

1. Борисенко, О. А. Цифрова схемотехніка: підручник [Текст] / О.А. Борисенко. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 200 с.
2. Мікропроцесорна техніка: Електронний підручник / В.Я. Жуйков, Т.О. Терещенко, Ю.С. Ямненко, А.В.Заграничний ; відп. ред. О.В. Борисов. 2016. – 440 с.

### Допоміжна:

1. Хіхловська І.В., Антонов О.С. Обчислювальна техніка та мікропроцесори. Підручник. – [2-ге вид.]. – Одеса, ОДУ, 2011. – 440 с.
2. Рябенський, В.М. Схемотехніка: Пристрої цифрової електроніки. Електронний підручник для вищих навчальних закладів. Т. 1 [Текст] / В.М. Рябенський, В.Я. Жуйков, Ю.С. Ямненко, А.В. Заграничний. – К.: КПІ, 2016. – 399 с.
3. 8-bit Atmel Microcontroller with 128KBytes In-System Programmable Flash ATmega128 / ATmega128L. Summary. Atmel Corp, 2011. [електронний ресурс]. Режим доступу <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/2467s.pdf>

### 14. Інформаційні ресурси

1. Система Mentor. Розділ навчальної дисципліни «Електроніка та схемотехніка» [електронний ресурс]. Режим доступу <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=7335>
2. AVRCalc [Електронний ресурс]/ Calculator for the AVR Microcontroller. – Режим доступу: <http://clsq1.medinfo.com>, вільний. – Загол. з екрану. – Мова англ.
3. Електронна бібліотека НАУ «ХАІ» <http://Library.khai.edu>