



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та
обчислювальної техніки

Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих тех-
нологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О.А. Лагоднюк

«_____» _____ 20__ р.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

04-03-105

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

«Електроніка та мікропроцесорні системи»

ELECTRONICS AND MICROPROCESSOR SYSTEMS

спеціальність
speciality

015.10 «Професійна освіта.
Комп'ютерні технології»

015.10 «Professional education.
Computer technology»

спеціалізація
specialization

Рівне – 2019



Робоча програма з дисципліни «Електроніка та мікропроцесорні системи» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 015.10 «Професійна освіта. Комп'ютерні технології». – Рівне: НУВГП, 2019. – 14 с.

Розробник: Василюк С.В., докт. техн. наук, доцент, професор кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Протокол від 14 лютого 2019 р. № 10.

Завідувач кафедри

Древецький В. В.

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 015.10 «Професійна освіта .Комп'ютерні технології».

Протокол від « ___ » _____ 2019 р. № ____.

Голова науково-методичної комісії

Зубик Л. В.



ВСТУП

Робоча програма навчальної дисципліни «Електроніка та мікропроцесорні системи» розроблена на підставі освітньо-професійної програми «Професійна освіта. Комп'ютерні технології», тимчасового стандарту вищої освіти та навчального плану підготовки фахівців за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти спеціальності 015.10 «Професійна освіта. Комп'ютерні технології». Дисципліна «Електроніка та мікропроцесорні системи» є основою для оволодіння компетентностями в галузі улаштування мікропроцесорних систем, проходження науково-дослідної практики, написання кваліфікаційної бакалаврської роботи.

Анотація

В результаті вивчення дисципліни «Електроніка та мікропроцесорні системи» здобувачі вищої освіти за спеціальністю 015.10 «Професійна освіта. Комп'ютерні технології» мають оволодіти наступними компетентностями: здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання; здатність досліджувати проблеми із використанням системного аналізу, синтезу та інших методів.

Ключові слова: транзистор, мультиплексор, тригер, регістр, мікропроцесор.

Abstract

Graduates of specialty 015.10 «Professional education. Computer technology», as a result of discipline "Electronics and microprocessor systems" studying, must master the following competencies: the ability to identify the scientific essence of problems in the professional sphere, to find adequate ways to solve them; the ability to investigate problems using system analysis, synthesis and other methods.

Key words: transistor, multiplexer, trigger, register, microprocessor.



1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 01 «Освіта / Педагогіка»	Нормативна	
Модулів - 1	Спеціальність 015.10 «Професійна освіта. Комп'ютерні технології»	Рік підготовки:	
Змістовних модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: _____	Спеціалізація _____	Семестр	
Загальна кількість годин - 180	Рівень вищої освіти: бакалавр	2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,8 самостійної роботи студента – 7,2		Лекції	
		36 год.	2 год.
		Практичні, семінарські	
		год	год
		Лабораторні	
		36 год.	10 год.
		Самостійна робота	
		108 год.	168 год.
		Індивідуальне завдання:	
	Вид контролю:		
	екз.	екз.	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 40% до 60%

для заочної форми навчання – 7% до 93%



2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є оволодіння є формування у студентів компетентностей у галузі електроніки та мікропроцесорної техніки.

Завдання:

- набути знань із основних типів аналогових та цифрових мікроелектронних пристроїв;
- набути базових знань щодо систем числення та алгебри логіки;
- навчитися формувати схеми «жорсткої» логіки;
- вивчити структури мікропроцесорної системи, мікропроцесора та мікроконтролера;
- володіти прийомами програмування мікроконтролерів.

В результаті вивчення даного курсу **студент повинен:**

знати:

- системи числення, які використовуються в мікропроцесорній техніці, основні закони алгебри логіки;
- призначення, склад та порядок роботи типових вузлів та пристроїв мікропроцесорної техніки;
- основи архітектури мікропроцесорних систем;
- внутрішню будову мікроконтролера, базові команди системи команд.

вміти:

- оволодіти основними методами складання структурних, функціональних, а також принципових електричних схем блоків мікропроцесорних систем;
- уміти сформулювати алгоритм роботи мікропроцесорних пристроїв;
- уміти скласти програму для мікроконтролера;
- проводити тестування мікропроцесорної системи.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1 – Основи електроніки та мікросхемотехніки

Тема 1. Вступ. Історія розвитку мікропроцесорних пристроїв. Основи теорії електричних кіл.

Основні етапи розвитку електроніки та обчислювальної техніки. Електричні кола постійного та змінного електричного струму. Закони Ома та закони Кірхгофа. Джерела напруги і струму.

Тема 2. Елементи електричних кіл.

Активні та реактивні компоненти електричних кіл. Типові з'єднання елементів. Реактивні компоненти в колах змінного струму. Типові сигнали.

Тема 3. Напівпровідникові прилади.

Напівпровідники. Класифікація напівпровідникових приладів. Діод. Стабілітрон. Види та використання діодів. Біполярний транзистор: побудова та принцип дії, використання. Уніполярні (польові) транзистори.



Тема 4. Операційний підсилювач.

Призначення та принцип дії. Основні схеми ввімкнення операційного підсилювача: інвертуючий підсилювач, неінвертуючий підсилювач, інвертуючий суматор, неінвертуючий суматор, інтегратор, диференціатор.

Тема 5. Десяткова, двійкова та шістнадцяткова системи числення.

Системи числення. Позначення чисел у різних системах числення. Переведення чисел до різних систем числення (приклади).

Тема 6. Алгебра логіки.

Логічні рівні сигналів. Логічні операції. Схемотехніка логічних елементів. Закони алгебри логіки.

Тема 7. Мікросхеми. Шифратори та дешифратори.

Загальне поняття про інтегральну мікросхему. Типи логіки. Класифікація мікросхем. Параметри мікросхем. Шифратори та дешифратори.

Тема 8. Мультиплексори. Тригери. Регістри.

Призначення та принцип дії мультиплексора. Принцип роботи тригера. Різновиди тригерів. Визначення регістра. Регістри, що спрацьовують по фронту, по рівню. Зсувні регістри.

Тема 9. Запам'ятовувальні пристрої. Арифметико-логічний пристрій.

Класифікація та області застосування запам'ятовувальних пристроїв. Постійний та оперативний запам'ятовуючі пристрої. Організація та принцип дії АЛП. Класифікація АЛП. Операції в АЛП.

Тема 10. Аналоговий компаратор. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі.

Принцип дії аналогового компаратора. Основні параметри АЦП. Процедура аналого-цифрового перетворення. Принцип дії паралельних АЦП. АЦП послідовного підрахунку. Приклади застосування АЦП. Класифікація ЦАП. Схема паралельного ЦАП з формуванням вагових струмів резистивними колами. Генерація сигналів з широтно-імпульсною модуляцією як спосіб реалізації цифро-аналогового перетворення. Послідовний ЦАП з широтно-імпульсною модуляцією. Застосування ЦАП.

Змістовий модуль 2 – Мікропроцесори та мікропроцесорні системи

Тема 11. Структура типової мікропроцесорної системи. Перші обчислювальні машини, перший програмований електронний комп'ютер. Перший мікропроцесор фірми Intel i4004. Поняття: мікропроцесор, мікропроцесорна система, мільтипроцесорна система та ін. Класифікація мікропроцесорів. Нумерація процесорів Intel. Історія розвитку мікропроцесорів Intel. Розвиток інструментів програмування. Структура типової мікропроцесорної системи.

Тема 12. Основи архітектури мікропроцесорних систем. Шинна організація мікропроцесорної системи. Аналіз функціонування мікропроцесора Intel 8080. Цикл виконання команди. Конвеєрна обробка команд. Концепція віртуальної машини Таненбаумана. Види віртуальних машин.



Тема 13. Режими роботи процесорів Intel. Регістри процесора. Стек. Адресація пам'яті. Робота процесорів Intel в режимі реальної адресації (Real-address mode), захищеному режимі (Protected mode) та режимі керування системою (System Management mode). Основні програмні регістри процесора Intel: регістри загального призначення, сегментні регістри, реєстр вказівника команд, реєстр EFLAGS. Стек. Адресація пам'яті в різних режимах роботи процесора. Способи адресації пам'яті (реєстрова адресація, безпосередня, пряма, непряма, адресація по базі зі зсувом, непряма адресація з масштабуванням тощо).

Тема 14. Основи мови асемблера. Цикл трансляції, компонування та виконання програми. Структура програми на мові асемблера. Визначення понять «мова асемблера», «асемблер», «компіляція». Цикл трансляції, компонування та виконання програми. Файли типу COM та EXE. Структура програми на мові асемблера. Сегменти кода, даних, стека. Моделі пам'яті. Псевдокоманди визначення даних. Основні команди мікропроцесорів Intel.

Тема 15. Мікроконтролери, загальні відомості.

Історія розвитку та область застосування мікроконтролерів. Структура типового мікроконтролера. Виробники мікроконтролерів. Сімейства мікроконтролерів AVR. Загальні відомості про плати Arduino. Програмування мікроконтролерів.

Тема 16. Мови програмування мікроконтролерів

Основи мови асемблера. Цикл трансляції, компонування та виконання програми. Структура програми на мові асемблера. Система команд мікроконтролерів AVR. Мова програмування C for Arduino.

Тема 17. Периферія мікроконтролерів

Архітектура та організація пам'яті мікроконтролерів AVR. Тактування роботи мікроконтролера та скидання. Переривання. Порти ввода-вивода. Таймери / лічильники у складі мікроконтролерів. Реалізація цифро-аналогового перетворення. Вбудований аналоговий компаратор. Аналого-цифровий перетворювач у складі мікроконтролера.

Тема 18. Обмін даними в мікропроцесорній системі.

Послідовні інтерфейси. Універсальний асинхронний (синхронний / асинхронний) приймач-передавач UART (USART). Послідовний периферійний інтерфейс SPI. Послідовний двопровідний інтерфейс TWI (I²C).



4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма					Заочна форма						
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
Зм. модуль 1 - Основи електроніки та мікросхемотехніки												
Тема 1. Вступ. Історія розвитку мікропроцесорних пристроїв. Основи теорії електричних кіл.	10	2		2		6	9				9	
Тема 2. Елементи електричних кіл.	10	2		2		6	9				9	
Тема 3. Напівпровідникові прилади.	10	2		2		6	11		2		9	
Тема 4. Операційний підсилювач.	12	2		4		6	10				10	
Тема 5. Десяткова, двійкова та шістнадцяткова системи числення.	10	2		2		6	9				9	
Тема 6. Алгебра логіки.	10	2		2		6	9				9	
Тема 7. Мікросхеми. Шифратори та дешифратори.	8	2				6	11	2			9	
Тема 8. Мультиплектори. Тригери. Регістри.	10	2		2		6	12		2		10	
Тема 9. Запам'ятовувальні пристрої. Арифметико-логічний пристрій.	10	2		2		6	9				9	
Тема 10. Аналоговий компаратор. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі.	12	2		4		6	9				9	
Разом за зм. модулем 1	102	20		22		60	98	2		4	92	
Зм. модуль 2 – Мікропроцесори та мікропроцесорні системи												
Тема 11. Структура типової мікропроцесорної системи.	8	2				6	9				9	
Тема 12. Основи архітектури мікропроцесорних систем.	8	2				6	12		2		10	
Тема 13. Режими роботи процесорів Intel. Регістри процесора. Стек. Адресація пам'яті.	10	2		2		6	10				10	
Тема 14. Основи мови асемблера. Цикл трансляції, компонування та виконання програми. Структура програми на мові асемблера.	10	2		2		6	11		2		9	
Тема 15. Мікроконтролери, загальні відомості.	10	2		2		6	10				10	
Тема 16. Мови програмування мікроконтролерів	10	2		2		6	9				9	
Тема 17. Периферія мікроконтролерів	10	2		2		6	12		2		10	
Тема 18. Обмін даними в мікропроцесорній системі.	12	2		4		6	9				9	
Разом за зм. модулем 2	78	16		14		48	82			6	76	
Усього годин	180	36		36		108	180	2		10	168	



5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Програмні продукти для автоматизованого проектування мікроелектронних схем, розробки програмного забезпечення та програмування мікроконтролерів	2	
2	Дослідження активно-емнісних диференціаторів та інтеграторів	2	
3	Дослідження функціонування мільтивібратора	2	2
4	Дослідження основних схем ввімкнення операційного підсилювача	4	
5	Переведення чисел між системами числення. Логічні операції	2	
6	Формування логічних схем	2	
7	Дослідження функціонування тригерів	2	2
8	Дослідження функціонування регістрів	2	
9	Дослідження функціонування аналого-цифрового перетворювача	4	2
10	Створення елементарної програми для мікропроцесора Intel на мові асемблера	2	
11	Керування дискретними об'єктами за допомогою мікроконтролера	2	2
12	Опитування дискретних органів керування та датчиків за допомогою мікроконтролера	2	
13	Виведення текстової інформації на рідкокристалічний індикатор	2	
14	Введення аналогових сигналів у мікроконтролер	2	2
15	Послідовна передача даних у мікропроцесорній системі	4	
	Разом	36	10

6. Самостійна робота

Самостійна робота є методом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота студента над засвоєнням навчального матеріалу з навчальної дисципліни може виконуватися в бібліотеці, навчальних аудиторіях та в домашніх умовах.

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

80 годин – опрацювання лекційного матеріалу, в тому числі:

72 годин – опрацювання матеріалу, що викладався на лекціях;



8 годин – опрацювання окремих питань, які не викладалися на лекціях;

18 годин – підготовка до лабораторних занять;

10 годин – підготовка до модульних контрольних робіт.

6.1 Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Матеріал, що викладався на лекціях			
1	Вступ. Історія розвитку мікропроцесорних пристроїв. Основи теорії електричних кіл.	4	8
2	Елементи електричних кіл.	4	8
3	Напівпровідникові прилади.	4	8
4	Операційний підсилювач.	4	8
5	Десяткова, двійкова та шістнадцяткова системи числення.	4	8
6	Алгебра логіки.	4	8
7	Мікросхеми. Шифратори та дешифратори.	4	8
8	Мультиплектори. Тригери. Регістри.	4	8
9	Запам'ятовувальні пристрої. Арифметико-логічний пристрій.	4	8
10	Аналоговий компаратор. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі.	4	8
11	Структура типової мікропроцесорної системи.	4	8
12	Основи архітектури мікропроцесорних систем.	4	8
13	Режими роботи процесорів Intel. Регістри процесора. Стек. Адресація пам'яті.	4	8
14	Основи мови асемблера. Цикл трансляції, компонування та виконання програми. Структура програми на мові асемблера.	4	8
15	Мікроконтролери, загальні відомості.	4	8
16	Мови програмування мікроконтролерів	4	8
17	Периферія мікроконтролерів	4	8
18	Обмін даними в мікропроцесорній системі.	4	8
	Разом	72	144
Питання, які не викладалися на лекціях			
1	Особливості мікроконтролерів ATMEЛ архітектури AVR32	4	8
2	Боротьба з перешкодами в мікропроцесорних системах	4	8
	Разом	8	16

7. Методи навчання

Лекції читаються з використанням мультимедійних проєкторів для демонстрації різноманітних схем, графіків діаграм, формул, технічних характеристик пристроїв, схем їх ввімкнення тощо. Під час лекцій проводиться дискусійне обговорення проблемних питань.



Лабораторні роботи виконуються з використанням плат ARDUINO, лабораторних стендів кафедри, програмних продуктів IDE Arduino, Atmel Studio, Proteus.

8. Методи контролю

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань:

- оцінювання за виконання лабораторних робіт;
- опитування при захисті лабораторних робіт;
- оцінювання при поточному контролі;
- підсумковий екзамен.

Усі форми контролю включено до 100-бальної шкали оцінювання.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента при оцінюванні результатів поточного та підсумкового контролів, є:

- виконання всіх видів навчальної роботи, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни, що міститься в основних та додаткових рекомендованих літературних джерелах;
- вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їх взаємозв'язку;
- характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо);
- вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- вміння аналізувати достовірність одержаних результатів.

Оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на лабораторних заняттях, ІНДЗ, результати самостійної роботи студентів) проводиться за такими критеріями:

0% - завдання не виконано;

40% - завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% - завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% - завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% - завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

Розподіл балів по темам для стаціонару:

Поточне тестування та самостійна робота																		Підсумковий екзамен	Сума
Зм. модуль 1									Зм. модуль 2										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18		
3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	40	100

T1, ..., T18 – теми змістових модулів



Розподіл балів, що присвоюються студентам за видами робіт:

Форма навчальної діяльності	Вид контролю	Максимальна кількість балів за одне заняття (один звіт з л.р.)	Кількість занять (звітів з л.р.)	Сума балів	Разом за формами навч. діяльності
Лекції	Відвідування	0,2	18	3,6	3,6
Лабораторні роботи	Робота під час занять	0,2	18	3,6	26,1
	Захист звіту	1,5	15	22,5	
Модульна контрольна робота №1 (8 тиждень)					15
Модульна контрольна робота №2 (15 тиждень)					15
Всього за поточну роботу					60
Підсумковий екзамен					40
Заохочувальні бали за участь в науковій і проектній роботі, доповідь на конференції, стаття, участь в олімпіаді					до 10
Всього за курс					100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90-100	відмінно
82-89	добре
74-81	
64-73	задовільно
60-63	
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Мікропроцесорна техніка в системах обліку енергії та релейному захисті» для студентів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання / Василець С.В. - Рівне: НУВГП, 2017. – 76с. (04-03-191) – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/6460/1/04-03-191.pdf>



11. Рекомендована література

Базова

- 1 Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Електроніка та мікросхемотехніка: Підручник 2-е вид. / За ред. А.Г. Соскова. – К.: Каравела, 2009.- 416 с.
- 2 П. Хоровиц, У. Хилл Искусство схемотехники. Изд. 5-е, перераб. – М.: Мир, 1998. – 704с.
- 3 Мікропроцесорна техніка: Підручник / Ю.І. Якименко, Т.О. Терещенко та ін., за ред. Т.О. Терещенко . – 2-ге вид., перероб. та доповн. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»; «Кондор», 2004. – 440 с.
- 4 Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. – 528с.
- 5 Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 2. Цифрова схемотехніка: Підручник / В.І. Бойко, А.М. Гуржій, В.Я. Жуйков та ін. – 2-ге вид., допов. і перероб. – К.: Вища шк., 2004. – 423с.
- 6 Новиков Ю.В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования. – М.: Мир, 2001. – 379с.
- 7 Електротехніка та електроніка. Теоретичні відомості, розрахунки та дослідження за підтримкою комп'ютерних технологій: Навч. посіб. /Щерба А.А., Рябенський В.М., Кучеренко М.Є., Победаш .К.К. та ін. – К.: "Корнійчук", 2007, - 488 с. з іл.
- 8 Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры / В.И. Бойко, А.Н. Гуржий, В.Я. Жуйков, А.А. Зори, В.М. Спивак, Т.А. Терещенко, Ю.С. Петергеря. – СПб.: БХВ – Петербург, 2004. – 464 с.
- 9 Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы «ATMEL», 5-е изд., стер. - М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2008. – 560 с.
- 10 Петин В.А. Проекты с использованием микроконтроллера Arduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 400с.

Допоміжна

- 1 Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.
- 2 Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс): Учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; Под ред. О.П. Глудкина. – М.: горячая линия – Телеком, 2002. – 768 с.
- 3 Прянишников В.А. Электроника. Курс лекций. – СПб.: Корона-принт, 1998. – 400с.
- 4 Ветров И.Л. Электронные устройства на аналоговых и аналого-цифровых интегральных микросхемах: Учеб. пособие. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006. – 282с.
- 5 Эрл. Д. Гейтс Введение в электронику. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 1998. – 640 с.
- 6 Лачин В.И., Савелов Н.С. Электроника. Учебное пособие. – Ростов-на-



- Дону: «Феникс», 2001 – 438с.
- 7 Новиков Ю.В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования. – М.: Мир, 2001. – 379 с.
 - 8 Ирвин Кип Язык ассемблера для процессоров Intel, 4-е изд.: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.
 - 9 Зубков С.В. Assembler для DOS, Windows и UNIX. – 3-е изд., стер. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2005. – 608 с.
 - 10 Assembler. Учебник для вузов. 2-е вид. / В.И. Юров – СПб.: Питер, 2003. – 637с.
 - 11 Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Classic фирмы «ATMEL», 3-е изд., стер. - М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2006. – 288 с.
 - 12 Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. – 360 с.
 - 13 Редькин П.П. Микроконтроллеры Atmel архитектуры AVR32 семейства AT32UC3. Руководство пользователя. – М.: Техносфера, 2010. – 784 с.
 - 14 Ревич Ю.В. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 384 с.
 - 15 Хофманн М. Микроконтроллеры для начинающих: Пер. с нем. – СПб.: БХВ – Петербург, 2010. – 304 с.
 - 16 Нарышкин А.К. Цифровые устройства и микропроцессоры: Учеб. пособие для студ. высш. уч. завед. – М.: «Академия», 2006. – 320 с.
 - 17 Голубцов М.С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 288 с.
 - 18 Трамперт В. AVR-RISC микроконтроллеры.: Пер. с нем. – К.: «МК-Пресс», 2006. – 464 с.
 - 19 Мортон Дж. Микроконтроллеры AVR. Вводный курс. / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2006. – 272 с.
 - 20 Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. – 288 с.
 - 21 Хартов В.Я. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007. – 240 с.
 - 22 Белов А.В. Микроконтроллеры AVR в радиолюбительской практике. – СПб.: Наука и Техника, 2007. – 352 с.

12. Інформаційні ресурси

- 1 Документація на плати Arduino, система команд, навчальні матеріали. Режим доступу: <http://arduino.ua/>
- 2 Документація на 8- та 32-х розрядні мікроконтролери PIC та AVR. Режим доступу: <https://www.microchip.com/>
- 3 Навчальні матеріали та відеокурси з використання програми Proteus моделювання мікроелектронних пристроїв. Режим доступу: <https://www.labcenter.com/>