

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

С.О. Слободян

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

**МІКРОПРОЦЕСОРНІ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ
СИСТЕМИ**

Microprocessor information and measurement systems

рівень вищої освіти другий (магістерський)

тип дисципліни нормативна

мова(и) викладання українська

Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

ОПП «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»

Робоча програма навчальної дисципліни «Мікропроцесорні інформаційно-вимірювальні системи» розроблена для студентів з галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», ОПП «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика».

«10» квітня 2023 р. – 19 с.

Розробники: Топалов А.М., доцент кафедри КСУ, канд. техн. наук, доцент.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Мікропроцесорні інформаційно-вимірювальні системи» узгоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»

Гарант ОПП  к.т.н., доц. А.М. Топалов

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Мікропроцесорні інформаційно-вимірювальні системи» розглянуто на засіданні кафедри комп'ютеризованих систем управління

Протокол від «21» квітня 2023 року № 11.

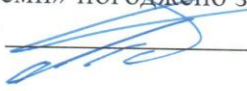
Завідувач кафедри КСУ  (О.О. Черно)

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

Протокол від «18» 05 2023 року № 09.

Голова  (Д.О. Жук)

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Мікропроцесорні інформаційно-вимірювальні системи» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  (А.В. Лабарткава)

Робочу програму навчальної дисципліни «Мікропроцесорні інформаційно-вимірювальні системи» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 04 від «24» 05 2023 р.

Голова НМР НУК 

© Топалов А.М., 2023

© НУК, 2023

Анотація

Навчальна дисципліна «Мікропроцесорні інформаційно-вимірювальні системи» є нормативною дисципліною професійної підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика» зі спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації».

Дисципліна дає основи знань в галузі побудови інформаційно-вимірювальних систем на базі мікроконтролерів, що дозволяє студентам ефективно вирішувати задачі, пов'язані з системами збору, обробки та передачі інформації. Розглядається робота з аналоговими і дискретними датчиками з використанням сучасних інтерфейсів передачі даних.

Ключові слова: мікропроцесор, протокол, мікроконтролер, збір інформації, передача інформації, датчики.

Abstract

The educational discipline "Microprocessor information and measurement systems" is a normative discipline of professional training of specialists of the second (master's) level of higher education under the educational and professional program "Computerized Control Systems and Automation" from the specialty 174 "Automation, computer-integrated technologies" and robotics" of the field of knowledge 17 "Electronics, automation and electronic communications".

The discipline provides the basics of knowledge in the field of building information and measurement systems based on microcontrollers, which allows students to effectively solve problems related to information collection, processing and transmission systems. Work with analog and discrete sensors using modern data transmission interfaces is considered.

Key words: microprocessor, protocol, microcontroller, information collection, information transfer, sensors.

ЗМІСТ

1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	7
5. Програма навчальної дисципліни.....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	10
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	10
9. Засоби навчання	12
10. Рекомендовані джерела інформації.....	13

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 4	Галузь знань 17 – Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	Нормативна з циклу дисциплін професійної підготовки магістра	
Модулів - 1	Спеціальність 174 – Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка Освітня програма: Комп’ютеризовані системи управління та автоматика Освітній рівень: другий (магістерський)	Рік підготовки	
Змістових модулів - 3		5-й	5-й
Загальна кількість годин - 120		Семестр	
		9-й	9-й
		Лекції	
		30 год	10 год
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 5		Лабораторні роботи	
		15 год	5 год
		Самостійна робота	
		75 год	105 год
Вид контролю: екзамен			

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Мікропроцесорні інформаційно-вимірювальні системи» є придбання студентами знань і навичок у широкому колі мікропроцесорних систем управління, вмінь їх досліджувати і проектувати.

Завданням курсу «Мікропроцесорні інформаційно-вимірювальні системи» є вивчення студентами основних особливостей, принципів побудови, методів дослідження і проектування мікропроцесорних систем управління, а також здобуття необхідних знань, умінь і навичок для практичного використання теоретичних знань при вирішенні питань дослідження і синтезу, проектування і налагодження відповідних систем управління.

Під час вивчення дисципліни у студентів формуються такі компетентності:

- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. (ЗК6);
- Здатність до застосування знань на практиці. (ЗК7);
- Здатність аналізувати виробничо-технологічні системи і комплекси як об'єкти автоматизації, визначати способи та стратегії їх автоматизації та цифрової трансформації (СК4);
- Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій (СК7);
- Здатність застосовувати сучасні технології наукових досліджень процесів, обладнання, засобів і систем автоматизації, контролю, діагностики, випробування та керування складними організаційно-технічними об'єктами та системами (СК9).

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Передумовами для вивчення навчальної дисципліни «Мікропроцесорні інформаційно-вимірювальні системи» є наступні навчальні дисципліни:

- Алгоритмічні мови та програмування;
- Електроніка і мікросхемотехніка;
- Мікропроцесорні комплекси та системи.

4. Очікувані результати навчання

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

- створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів (ПРН2);
- розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації. (ПРН5);
- розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, сенсорних технологій, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом. (ПРН9).

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Мікропроцесорні інформаційно-вимірювальні системи.

Змістовий модуль 1. Робота інформаційно-вимірювальної системи з датчиками

- 1.1. Аналого-цифровий перетворювач AVR МК. [2] с. 133-143; [6] с. 112-115.
- 1.2. Алгоритм функціонування інформаційно-вимірювальної системи. [1] с. 27-35; [4] с. 10–12.
- 1.3. Особливості підключення датчиків з механічними контактами до МК. [6] с. 130-136; [7] с. 55-58.
- 1.4. Особливості підключення аналогових датчиків. [7] с. 63-79.

- 1.5. Особливості підключення цифрових датчиків. [7] с. 42-52.
- 1.6. Тестер вимірювання напруги як вхідної величини з датчика. [8] с. 80-86; [5] с. 76-80.
- 1.7. Застосування МК у задачах цифрової фільтрації сигналів. [3] с. 91-99.

Змістовий модуль 2. Особливості інформаційно-вимірювальної системи та інтерфейсів передачі даних

- 2.1. Універсальний асинхронний приймач/передавач МК [2] с. 109-114; [6] с 105-107.
- 2.2. Огляд сучасних протоколів обміну інформації в інформаційно-вимірювальних системах. с. [3] 241-247
- 2.3. Протокол SPI. [7] с. 186-198; [9] с. 1-14.
- 2.4. Протокол I2C. [7] с. 169-180; [10] с. 1-17.
- 2.5. Протокол RS232/485. [3] с. 251-252; [13] с.39-41.
- 2.6. Протокол 1-Wire. [11] с. 1-15.
- 2.7. Протокол CAN. [3] 249-250; [12] с. 1-22.
- 2.8. Протокол USB. [13] с. 19-26.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	пр.	лаб.	с.р.		лек	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	-	-	-	-	-
Модуль 1. Мікропроцесорні інформаційно-вимірювальні системи										
Змістовий модуль 1. Робота інформаційно-вимірювальної системи з датчиками										
1.1. Аналого-цифровий перетворювач AVR МК.	10	2	-	2	6	10	-	-	-	10
1.2. Алгоритм функціонування інформаційно-вимірювальної системи.	6	2	-	-	4	8	2	-	-	6
1.3. Особливості підключення датчиків з механічними контактами до МК.	10	2	-	2	6	10	-	-	2	8
1.4. Особливості підключення аналогових датчиків.	6	2	-	-	4	6	-	-	-	6
1.5. Особливості підключення цифрових датчиків.	10	2	-	2	6	11	2	-	1	8
1.6. Тестер вимірювання напруги як вхідної величини з датчика.	6	2	-	-	4	6	-	-	-	6
1.7. Застосування МК у задачах цифрової фільтрації сигналів.	12	2	-	2	8	9	2	-	-	7
Разом за змістовим модулем 1	60	14		8	38	60	6	-	3	51
Змістовий модуль 2. Особливості інформаційно-вимірювальної системи та інтерфейсів передачі даних.										
2.1. Універсальний асинхронний приймач/передавач МК.	10	2	-	2	6	14	2	-	2	10
2.2. Огляд сучасних протоколів обміну інформації в інформаційно-вимірювальних системах.	6	2	-	-	4	8	2	-	-	6
2.3. Протокол SPI.	10	2	-	2	6	10	-	-	-	10
2.4. Протокол I2C.	6	2	-	-	4	6	-	-	-	6
2.5. Протокол RS232/485.	10	2	-	2	6	8	-	-	-	8
2.6. Протокол 1-Wire.	6	2	-	-	4	6	-	-	-	6
2.7. Протокол CAN.	7	2	-	1	4	5	-	-	-	5
2.8. Протокол USB.	5	2	-	-	3	3	-	-	-	3
Разом за змістовим модулем 2	60	16	-	7	37	60	4	-	2	54
Усього годин	120	30	-	15	75	120	10	-	5	105

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Вимірювання аналогових сигналів	2	-
2	Вимірювання частоти сигналу, тривалості та періоду ШІМ-сигналу	4	2
3	Обмін інформації за допомогою інтерфейсу SPI	2	1
4	Обмін інформації за допомогою інтерфейсу I ² C	2	-
5	Обмін інформації за допомогою інтерфейсу RS232	2	2
6	Обмін інформації за допомогою інтерфейсу 1-Wire. Фізичний рівень інтерфейсу USB	3	-

Теми практичних занять

Практичні заняття програмою не передбачено.

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 – 0,5-2 год. / 1 заняття (на 1 лекцію);
- самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни (які не викладаються на лекціях) – 1-4 год. / 1 заняття;
- підготовка до лабораторних занять – 1-4 год. / 1 заняття;
- підготовка до контрольних заходів – 12-15 год. на 1 захід.

Завдання для самостійної роботи

№	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекцій	15	20
2	Самостійне опрацювання окремих тем	12	20
3	Підготовка до лабораторних занять	12	20
4	Підготовка до модульних контрольних робіт (МКР)	36	45
Разом за курсом		75	105

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Програмою передбачено наступні форми індивідуальної роботи:

- індивідуальні консультації з дисципліни, які проводяться зі студентами за окремим графіком, з метою отримання студентом відповіді на окремі теоретичні або практичні питання та для пояснення певних теоретичних положень чи аспектів їх практичного застосування;
- індивідуальне завдання, яке має на меті поглиблення, узагальнення та закріплення знань, які студенти отримують у процесі навчання, а також застосування цих знань на практиці;
- індивідуальне навчально-дослідне завдання (ІНДЗ), як завершена теоретична робота в межах навчальної програми дисципліни, що завершується підготовкою відповідного звіту.

Теми рефератів:

1. Алгоритми цифрової обробки сигналу;
2. Перспективні інтерфейси передачі даних;
3. Використання пристроїв з інтерфейсами I²C та SPI;
4. Використання пристроїв з інтерфейсом 1-Wire;

5. Інтегрування в мережі, що використовують інтерфейс CAN;
6. Реалізація інтерфейсу USB.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

- лекція;
- ілюстрування;
- лабораторна робота;
- інструктаж;
- робота з літературою;
- методи контролю і самоконтролю:
 - контрольні роботи;
 - лабораторний контроль.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- екзамен;
- презентації результатів виконання завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- завдання на лабораторному обладнанні;
- завдання на комп'ютерах.

7.Форми поточного та підсумкового контролю

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного модульного контролю (ПМК) у вигляді тестових завдань різної складності, захисту звітів з лабораторних робіт та підсумкового контролю у формі письмового екзамену.

Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний (модульний) контроль, результатів виконання лабораторних робіт та екзамену. У разі успішного навчання протягом семестру, тобто своєчасного та якісного захисту лабораторних робіт, отримання мінімально встановленої суми балів по кожному модулю, підсумкова оцінка може бути виставлена без екзамену.

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 виконання додаткового індивідуального завдання.

Семестровий підсумковий контроль здійснюється в письмовій формі у вигляді письмової екзаменаційної контрольної роботи та її усного захисту. Студент, який отримав за всі КЗ протягом семестру не менше 60 балів, за його бажанням, може бути звільненим від екзамену. Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, складає підсумковий семестровий екзамен (проводиться у письмовій формі в екзаменаційну сесію), до якого він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 35 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову екзаменаційну роботу (екзамен) становить 40 балів.

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

Звіти з лабораторних завдань оцінюються за двома умовами:

- підготовка звіту;
- захист звіту.

Рівень підготовки звіту оцінюється за трьома критеріями:

- вчасність здавання звіту;
- правильність виконання завдання;
- відповідність оформлення звіту вимогам.

Рівень захисту звіту оцінюється за двома критеріями:

- правильність відповіді;
- оперативність надання відповіді.

Кількість балів		Критерії оцінювання лабораторних робіт
Денна форма	Заочна форма	
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 реалізується у формі проведення контрольних робіт за кожним змістовним модулем. Кожна контрольна робота передбачає розв'язання 3-х завдань.

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання лабораторних робіт	6 x 5 балів = 30 балів	3 x 10 балів = 30 балів
Поточний модульний контроль	2 x 15 балів = 30 балів	2 x 15 балів = 30 балів
Всього	60 балів	60 балів

Кількість балів	Критерії оцінювання за виконання контрольної роботи в рамках відповідного поточного модульного контролю
15	Всі задачі розв'язані студентом повністю коректно, без помилок, з наведеними висновками.
10	Всі задачі студентом розв'язані, але містять неprincipові помилки; розв'язки задач наведені без висновків.
5	Не всі задачі студентом розв'язані коректно (прибл. 50%), містять принципові помилки; розв'язки задач наведені без висновків.
0	Всі задачі студентом розв'язані некоректно.

Формування підсумкової оцінки

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кільк. балів	Вид роботи	Кільк. балів
ЗМ1	Тема 1.1	Лабораторна робота 1	5	-	-
	Тема 1.2	Лабораторна робота 2	5	Лабораторна робота	10
	Тема 1.3				
	Тема 1.4	-	-	-	-
	Тема 1.5	Лабораторна робота 3	5	-	-
	Тема 1.6	-	-	-	-
	Тема 1.7	Лабораторна робота 4	5	-	-
	ПМК1	КР	15		15
ЗМ2	Тема 2.1	Лабораторна робота 5	5	Лабораторна робота	10
	Тема 2.2				
	Тема 2.3	-	-	-	-
	Тема 2.4	-	-	-	-
	Тема 2.5	Лабораторна робота 6	5	Лабораторна робота	10
	Тема 2.6				
	Тема 2.7				
	Тема 2.8	-	-	-	-
	ПМК 2	КР	15		15
Підсумковий контроль		Екзаменаційна контрольна робота	40		40
Всього			100		100

Кількість балів	Критерії оцінювання за виконання екзаменаційної контрольної семестрової роботи (включає 2 теоретичні питання і одну задачу)
40	Студент вільно володіє матеріалом, знає принципи побудови МІВС; може застосовувати різноманітні алгоритми керування об'єктами та алгоритми обробки сигналів; володіє знаннями з основних характеристик інтерфейсів передачі даних та особливостей їх використання
25	Студент знає принципи побудови МІВС; може застосовувати алгоритми керування об'єктами та алгоритми обробки сигналів; володіє знаннями з основних характеристик інтерфейсів передачі даних
10	Студент має уявлення про алгоритми керування об'єктами, алгоритми обробки сигналів та використання інтерфейсів передачі даних
0	Студент має знання та вміння нижче рівня, визначеного попередньою оцінкою

Штрафні та заохочувальні бали за:

відсутність на лекційному занятті без поважної причини..... – 1 бал
недопуск до лабораторної роботи у зв'язку з
незадовільним вхідним контролем..... – 1 бал
несвоєчасний захист лабораторної роботи..... – 1 бал
відсутність на занятті без поважної причини..... – 3 бали
участь у олімпіадах з дисципліни, відповідно..... + 4,6, 8, 10 балів
участь у модернізації лабораторних робіт чи виконання завдань
із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни..... + 10 балів.

9. Засоби навчання

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

- комп'ютери, елементи і пристрої мікропроцесорних систем управління;
- мови програмування: Assembler, C/C++;
- програмні середовища: Arduino IDE, MATLAB, Simulink, Mathcad, Power Point;
- 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.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Христюк А. О. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Мікропроцесорна техніка» [Електронне видання] – Рівне : НУВГП, 2022. – 35 с.
2. 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.
3. Gerd Schönfelder, Cornelius Schneider. Messtechnik Mit dem ATmega Franzis Verlag, Poing 2010 Verlag C.H. ISBN 978 3 7723 5927 9 – 277 p.
4. John Morton AVR. An Introductory Course – Newnes, 2002. - 272p. - ISBN: 0750656352.
5. Dhananjay V. Gadre and Nehul Malhotra. TinyAVR Microcontroller Projects for the Evil Genius. The McGraw-Hill Companies – 272 p.
6. Ulli Sommer. Arduino Mikrocontroller-Programmierung mit Arduino/Freduino. Franzis PC&Electronic. Mit 125 Abbildungen. – 257 p.
7. Jeremy Blum. Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry ISBN: 978-1-118-54936-0 July 2013. – 384 p.
8. John Boxall. Arduino Workshop: A Hands-On Introduction with 65 Projects Paperback – May 13, 2013, – 394 p.
9. SPI. Datasheet. Motorola, 1998. – 14 p.
10. I2C protocol. Philips semiconductor, 1995. – 17 p.
11. 1-Wire (Microlan) interface. Dallas semiconductor, 1998. – 15 p.
12. CAN bus. Bosch, 1996. – 22 p.
13. Jürgen Hülzbosch. USB in der Elektronik: Die USB-Schnittstelle für praktische Anwendenden am PC einsetzen Paperback. Franzis Verlag GmbH – 1 Mar. 2008 215 p.

Допоміжна література

14. RS232, RS485, RS422, RS423. Reference guide. Electronics industry association, 1985. – 126 p.
15. Чумаченко І.В., Кошовий М.Д., Лопатин В.В. Мікроконтролерні прилади: структура і використання: Навчальний посібник. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «ХАІ», 2001. – 277с.
16. Новацький А.О. Проектування мікропроцесорних систем: Проектування мікропроцесорних систем на базі AVR-мікроконтролерів: Периферійні модулі AVR-мікроконтролерів: Навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.050201 «Системна інженерія» кафедри Автоматики та управління у технічних системах – К: НТУУ „КПІ”, 2012. – 470 с.
17. Новацький А.О., Глушко Є.В. Навчальний посібник з дисципліни «Проектування мікропроцесорних систем», розділ «Програмування мікроконтролерів родини AVR» для студентів напрямку підготовки 6.050201 «Системна інженерія» кафедри Автоматики та управління у технічних системах – К: НТУУ „КПІ”, 2013. – 109 с.
18. Малахов В. П., Яковлев Д. П. Мікроконтролери [Текст]: навч. посібн. / В. П. Малахов, - О.: Наука і техніка, 2008. - 224 с.
19. 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.
20. 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.