

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Електропривода та автоматизації промислових установок

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Ректор (перший проректор)

*[Handwritten signature]*  
18.09.2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ППН07

Мікроконтролерні обчислювачі

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність

173 Авіоніка,

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів

(назва спеціалізації)

інститут, факультет Фізико-технічний інститут, Електротехнічний факультет

(назва інституту, факультету)

мова навчання українська

Робоча програма Мікроконтролерні обчислювачі для студентів

(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 173 – Авіоніка

освітня програма (спеціалізація) Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів

(назва освітньої програми (спеціалізації))

„ 25 ” серпня 2020 року - \_\_\_\_ с.

Розробники: Залужний М.Ю., старший викладач кафедри електропривода і

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

автоматизації промислових установок

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Електропривода і автоматизації промислових установок \_\_\_\_\_

Протокол від “ 25 ” серпня 2020 року № 1 \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри Електропривода і автоматизації промислових установок

(найменування кафедри)

« 25 » серпня 2020 року  ( Пирожок А.В. )

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією \_\_\_\_\_ ЕТФ \_\_\_\_\_ факультету  
Електротехнічний

(найменування факультету)

Протокол від “ 17 ” вересня 2020 року № 1 \_\_\_\_\_

« 17 » вересня 2020 року Голова  ( Антонов М.Л. )

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми\*  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року Керівник групи \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )

(підпис)

(прізвище та ініціали)

\*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 7	Галузь знань 17- Електроніка та телекомунікації (шифр і найменування)	нормативна	
Модулів – 2	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація) «Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів» (код і найменування)	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 10		3-й	3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 210		5-й	5-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 74 самостійної роботи студента - 136	Освітній ступінь: бакалавр	<b>Лекції</b>	
		30 год.	6 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		год.	год.
		<b>Лабораторні</b>	
		44 год.	10 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		136 год.	194 год.
<b>Індивідуальні завдання:</b>			
год.			
Вид контролю: екз.п.			

#### Примітка.

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

для денної форми навчання – 0,544

для заочної форми навчання – 0,083

“Мікроконтролерні обчислювачі” належить до навчальної дисципліни яка входить до циклу професійно орієнтованих дисциплін по підготовці бакалаврів для напряму підготовки 173 „Авіоніка”. Кредитний модуль формує теоретичні знання студентів, та практичні навички роботи при дослідженні функціонування мікропроцесорів, мікроконтролерів. Учбовий матеріал кредитного модулю орієнтовано на вивчення студентами принципів побудови та структурно-функціональних особливостей сучасних мікропроцесорів, мікроконтролерів їх систем команд, засобів адресації, галузей застосування, а також на засвоєння методики проектування мікропроцесорних та мікроконтролерних систем.

Успішне вивчення цього кредитного модулю підготовлює студентів до вивчення наступних навчальних дисциплін спеціальності, таких як: інформаційно-вимірні пристрої; приводи систем керування; системи керування літальними апаратами; мікроконтролери в системах керування.

Вивчення цього кредитного модулю базується на знаннях, отриманих студентами з курсів загальна фізика, вища математика, теорія кіл та електричних сигналів.

## 2. Мета та завдання кредитного модуля

### 3.

**Метою** кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- базових знань в галузі побудови та проектування мікропроцесорних та мікроконтролерних систем;
- знання принципів організації, функціонування сучасних мікропроцесорів, мікроконтролерів;
- вміння описувати засобами мови програмування мікроконтролерів алгоритми керування технічними об'єктами.

**Завдання** кредитного модуля.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

**знання:**

- принципів побудови мікропроцесорних та мікроконтролерних систем;
- сучасних однокристальних і модульних комплектів мікропроцесорних засобів використовуваних для побудови мікропроцесорних систем;
- принципів функціонування і порівняльних характеристик мікропроцесорних комплектів, підходів до побудови мікропроцесорних систем;
- функціонального призначення модулів комплекту і їх програмування;
- основних етапів проектування мікропроцесорних систем;
- чинників, що впливають на вибір мікропроцесорних комплектів;
- особливостей розробки і відладки апаратних і програмних засобів систем;
- архітектури мікропроцесорних та мікроконтролерних систем;
- засобів програмування;

- відладки мікропроцесорних та мікроконтролерних систем.

**уміння:**

- практично користуватися системами характеристик модулів мікропроцесорних комплектів при проектуванні апаратних і програмних засобів мікропроцесорних систем;
- приймати самостійні рішення при виборі структур системи і алгоритмів реалізації функцій відповідно до вибраних критеріїв проектування;
- проектувати мікропроцесорний модуль;
- системах виходячи з вимог технічного завдання;
- ставити завдання аналізу і оптимізації структур систем;
- користуватися стандартами при підготовці документації по апаратним і програмним засобам.
- програмувати мікропроцесорні модулі на языках нижнього та верхнього рівня

**досвід:**

- роботи з вітчизняними та закордонним інформаційно-довідковим матеріалом;
- обґрунтовувати вибір засобів для вирішення конкретних прикладних задач;
- вмінні самостійно проектувати апаратне забезпечення заданого типу МП або МК;
- засвоїти технологію написання та відладжування прикладних програм для МПС;
- бути здібними самостійно проектувати фрагменти резидентного програмного забезпечення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

**загальні компетентності:**

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.

ЗК 3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 8. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

**фахові компетентності:**

ФК 2. Здатність використовувати основи електроніки, схемотехніки при розв'язанні практичних завдань авіоніки.

ФК 3. Здатність розробляти і програмувати мікропроцесорні системи

керування.

ФК 4. Здатність до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів.

ФК 5. Здатність розробляти авіоніку літальних апаратів та системи наземних комплексів із використанням інформаційних технологій.

ФК 7. Здатність проектувати прилади та системи авіоніки із використанням автоматизованих систем.

ФК 10. Здатність обґрунтовувати прийняті рішення, ефективно працювати автономно та у складі колективу.

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

**3.1 Змістовий модуль 1. Основи мікропроцесорів та мікропроцесорних систем.**

**Вступ.** Викладається еволюція мікропроцесорів і мікропроцесорних засобів і основні технічні характеристики поколінь мікропроцесорів. Обговорюються питання впливу мікропроцесорів на сфері застосування засобів і методологію проектування цифрових систем: системи збору і обробки даних, контролери, системи, що управляють і т. п.

**Тема 1.1** Класифікація мікропроцесорів. Універсальні процесори. Мікроконтролери. Сигнальні процесори.

**Тема 1.2** Основні елементи цифрової техніки. 3. Логічні елементи. Принципи реалізації цифрових пристроїв по довільній таблиці істинності. Суматори. Дешифратори. Мультиплексори. Демультіплексори. Шинні формувачі.

**Тема 1.3.** Пристрої, що запам'ятовують. Постійні пристрої, що запам'ятовують. Тригери. Регістри. Статичні оперативні пристрої, що запам'ятовують. Динамічні оперативні пристрої, що запам'ятовують.

**Тема 1.4.** Принципи роботи мікропроцесорів. Види двійкових код. Арифметико-логічні пристрої. Класифікація мікропроцесорів. Операційний блок мікропроцесора. Блок мікропрограмного керування. Команди мікропроцесора. Мікропрограмування.

**Тема 1.5.** Принципи роботи мікропроцесорної системи. Системна шина. Адресний простір мікропроцесорного пристрою. Способи розширення адресного простору мікропроцесора. Узгодження швидкодії пам'яті і універсальних мікропроцесорів. Підключення зовнішніх пристроїв до мікропроцесора. Принципи побудови паралельного порту. Принципи побудови послідовного порту. Принципи побудови таймерів.

**3.1 Змістовий модуль 2. Мікроконтролери сімейства Atmega. Програмне забезпечення.**

**Тема 2.1.** Принципи роботи мікроконтролерів. Сімейство мікроконтролерів Atmega. Архітектура мікроконтролерів Atmega. Особливості побудови пам'яті мікроконтролерів Atmega. Пам'ять програм мікроконтролерів Atmega. Внутрішні

таймери мікроконтролера, особливості їх застосування. Використання таймера як вимірювача тривалості імпульсів. Використання таймера як частотоміра. Пристрій паралельних портів мікроконтролерів Atmega. Послідовний порт мікроконтролерів сімейства Atmega. Система команд мікроконтролерів Atmega. Арифметичні команди. Бітові команди. Команди розгалуження і передачі управління. Способи адресації операндів.

**Тема 2.2.** Принципи створення програм для мікроконтролерів. Мови програмування для мікроконтролерів. Види програм-трансляторів. Види компіляторів. Вживання підпрограм. Стек, його організація і структура. Підпрограми - процедури і програми - функції. Вживання коментарів. Структурне програмування. Поняття багатофайлового і багатомодульного програмування. Програма - монітор. Використання таймера для організації паралельних програмних потоків. Використання переривань для введення інформації про короткочасні сигнали і події, що настають в довільний момент часу. Програмування та налагодження програм для МК в різних середовищах.

**Тема 2.3.** Мова програмування Wiring. Початковий текст програми на мові програмування. Структура програми. Типи даних. Змінні, константи. Символи мови, ідентифікатори, ключові слова, вбудовані імена, визначувані номери, числа і літерні рядки. Директиви мови програмування. Команди, що управляють. Реалізація підпрограм. Реалізація підпрограм-процедур. Передача змінних - параметрів в підпрограму. Реалізація підпрограм - функцій. Реалізація підпрограм обробки переривань. Багатомодульні програми. Ввідні поняття. Функції. Структури. Показники і адреси змінних. Масиви і рядки. Оператори галуження. Циклічні конструкції. Стандартні функції вводу/виводу. Директиви препроцесора. Обробка переривань. Виконання асемблерного коду.

**Тема 2.4.** Програмні приклади для мікроконтролерів. Вивід деякого числа по натисненню кнопки. Індикатор, миготливий кожну секунду. Перемикання індикаторів по натисненню кнопки. Прийом символів від ПК через інтерфейс RS 232C і передача у відповідь рядка за допомогою UART. Управління яскравістю свічення світлодіода за допомогою широтно-імпульсної модуляції. Вимір ширини імпульсів. Вимір швидкості обертання двигуна з відображенням результату на ПК. Цифрові датчики.

**Тема 2.5.** Аналіз сучасного ринку мікропроцесорних систем. Основні характеристики нових мікропроцесорів і мікроконтролерів, інтерфейсних модулів, модулів напівпровідникової пам'яті. Направлення в архітектурі мікропроцесорів, що розробляються.

#### 4 Структура кредитного модуля

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1. Основи мікропроцесорів та мікропроцесорних систем.</b>												
Вступ	1	1					0.1	0.1				
Тема 1.1 Класифікація мікропроцесорів.	7	3				4	6.2	0.2				6
Тема 1.2. Основні елементи цифрової техніки.	12	2				10	12.5	0.5				12
Тема 1.3. Пристрої, що запам'ятовують.	6	2				4	6.3	0.3				6
Тема 1.4. Принципи роботи мікропроцесорів	24	4				20	23	1				22
Тема 1.5. Принципи роботи мікропроцесорної системи.	22	2				20	22	1				21
Контрольна робота 1	6	2				4	6					6
Разом за розділом 1.	76	14				62	76	3				73
<b>Змістовий модуль 2. Мікроконтролери сімейства Atmega. Програмне забезпечення.</b>												
Тема 2.1. Принципи роботи мікроконтролерів.	16	2		4		10	11.5	0.5		1		10
Тема 2.2. Принципи створення програм для мікроконтролерів.	21	2		4		15	22.8	0.8		1		21
Тема 2.3. Мова програмування Wiring	48	4		24		20	43	1		6		35
Тема 2.4. Програмні приклади для мікроконтролерів.	29	4		12		13	37.5	0.5		2		35
Тема 2.5 Аналіз сучасного ринку мікропроцесорних систем.	12	2				10	10.2	0.2				10
Контрольна робота 2	6	2				4	10					10
Разом за розділом 2.	130	16		44		72	134	3		10		121
<b>Всього годин</b>	<b>210</b>	<b>30</b>		<b>44</b>		<b>136</b>	<b>210</b>	<b>6</b>		<b>10</b>		<b>194</b>

#### 5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальними планами спеціальності.

#### 6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені навчальними планами спеціальності.

#### 7. Теми лабораторних занять



Лабораторні роботи виконуються студентами за графіком, розробленим викладачем. Захист результатів попередньої лабораторної роботи здійснюється кожним студентом індивідуально в процесі виконання чергової лабораторної роботи. Всі лабораторні роботи повинні бути захищені до здачі екзамену з кредитного модулю навчальної дисципліни.

Назва теми	Кількість годин
1 Керування світлодіодами	4
2 Керування двигуном постійного струму	6
3 Термометр	4
4 Керування роботизованим маніпулятором	6
5 Розробка системи контролю доступу	6
6 Визначення положення пристрою в просторі за допомогою акселерометра та гіроскопа	10
7. Обмін даними між мікроконтролерами	8
Усього:	44

## 8. Самостійна робота

Самостійна робота складається з робіт, що витрачаються на опанування матеріалу аудиторних занять, підготовку розрахунково-графічної роботи та вивчення додаткового позалекційного матеріалу змістовних модулів самостійної роботи

Назва теми	Кількість годин	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
1 Опанування матеріалу аудиторних занять	91	149
2 Розрахунково-графічна робота	45	45
3 Підготовка семестрового індивідуального завдання	-	-
Разом	136	194

## 9 Індивідуальні завдання

Семінарські заняття не передбачені навчальними планами спеціальності.

## 10 Контрольні роботи

Ціль проведення МКР - перевірка рівня знань студентів з теоретичного матеріалу, який винесений до самостійного навчання студентами, та умінь студентів самостійно вміти проектувати апаратне забезпечення заданого типу МП або МК, а також фрагменти резидентного програмного забезпечення.

Після вивчення навчального матеріалу проводиться модульні (тематичні) контрольні роботи (МКР) тривалістю 2 академічна година. До складу завдання модульної контрольної роботи входить:

- два теоретичних запитань з навчального матеріалу, який внесений до самостійного вивчення студентами під час годин самостійних роботи студентів;
- одне практичне завдання зі всього навчального матеріалу.

## **11. Методи навчання**

Під час викладання курсу використовуються такі методи навчання:

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (малюнки, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв’язанні практичних завдань;
- аналітичний метод – мисленнєвого або практичного розкладу цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення й розв’язання проблемної ситуації.

## **12. Очікувані результати навчання з дисципліни**

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

РН 1 Адаптуватися до змін технологій професійної діяльності, прогнозувати їх вплив на кінцевий результат;

РН 2 Автономно отримувати нові знання в своїй предметній та суміжних областях з різних джерел для ефективного розв’язання спеціалізованих задач професійної діяльності;

РН 3 Відповідально та кваліфіковано ставити та вирішувати задачі, пов’язані зі створенням приладів і систем авіоніки;

РН 4 Розуміти стан і перспективи розвитку предметної області;

РН 5 Організовувати власну професійну діяльність, обирати оптимальні методи та способи розв’язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності;

РН 13 Розробляти та програмувати мікропроцесорні системи керування;

РН 14 Застосовувати сучасні інформаційні технології для забезпечення функціонування літальних апаратів та наземних комплексів;

РН 16 Вміти описувати інформаційні процеси, пов’язані з авіонікою,

аналізувати їх завадостійкість.

### 13. Засоби оцінювання

Для студентів денної форми навчання: письмове і усне опитування на лекціях, захист завдання з СРС, аудиторна контрольна робота, аудиторне тестування, проведення двох підсумкових рубіжних контролів.

Для студентів заочної форми навчання: захист контрольної роботи, усне опитування на консультаціях.

### 14. Критерії оцінювання

Кожний змістовний модуль оцінюється за 100-бальною системою.

Оцінювання академічних успіхів студента з дисципліни “Мікроконтролерні обчислювачі” здійснюється за такими критеріями та у відповідності до такої методики.

Поточне тестування та самостійна робота										РГЗ	Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2					31	31	100
T1.1	T1.2	T1.3	T1.4	T1.5	T2.1	T2.2	T2.3	T2.4	T2.5			
4	5	5	5	5	5	5	5	5	4			

T1, T2 ... T4 – теми змістових модулів.

У відповідності до названих вище норм отримання балів визначається підсумкова модульна оцінка першого рубіжного контролю (РК-1) за 100-бальною шкалою.

Якщо студентом відпрацьований перший контроль з оцінкою в межах 60-100 балів, йому присвоюється 3,5 кредита, тобто 50% виконання навчального навантаження дисципліни “Мікроконтролерні обчислювачі”.

У відповідності до названих вище норм отримання балів визначається підсумкова оцінка другого рубіжного контролю (РК-2) за 100-бальною шкалою.

Якщо студентом відпрацьований другий модуль з оцінкою в межах 60-100 балів, йому присвоюється ще 3,5 кредита і з врахуванням 3,5 кредитів РК-1, йому присвоюється 7,0 кредитів, тобто 100% виконання навчального навантаження дисципліни “Мікроконтролерні обчислювачі”.

У цьому випадку студент звільнюється від складання екзамену з дисципліни ОЕП, а загальна оцінка за знання курсу визначається як середнє зваження результатів РК-1 і РК-2.

Студенти, які отримали “незадовільно” з одного РК (РК-1 чи РК-2), складають екзамен з відповідної частини курсу “Мікроконтролерні обчислювачі” під час підсумкового РК. Ця оцінка і оцінка позитивного РК, як середньозважена, і є екзаменаційною оцінкою.

Оцінка “незадовільно” (менш 60 балів) в одному з РК (РК-1 чи РК-2) може враховуватись при визначенні загальної лише у випадках, коли вона становить не менш ніж 35 балів і є достатньою для забезпечення загальної задовільної оцінки. Окремого рішення не перекладати цей РК не потрібно.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
1	2	3	4
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	<i>відмінно</i> – відмінне виконання з незначною кількістю помилок
82-89	<b>B</b>	добре	<i>дуже добре</i> – вище середнього рівня, але з деякими поширеними помилками
74-81	<b>C</b>		<i>добре</i> – у цілому правильне виконання, але з помітними помилками
64-73	<b>D</b>	задовільно	<i>задовільно</i> – виконання у повному обсязі, але зі значною кількістю недоліків
60-63	<b>E</b>		<i>достатньо</i> – виконання задовольняє мінімальні критерії
1	2	3	4
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	<i>незадовільно-недостатньо</i> – необхідно допрацювати
1-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	<i>незадовільно</i> – необхідна серйозна подальша робота з повторним вивченням курсу

### 15. Методичне забезпечення

Дисципліна “Мікроконтролерні обчислювачі” у достатній мірі забезпечена навчально-методичним і довідковим матеріалом, основною і додатковою літературою, які у достатній кількості є у фондах університетської бібліотеки та на кафедрі ЕПА.

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Мікроконтролерні обчислювачі” для студентів спеціальності 173 “Авіоніка” для всіх форм навчання. Укл.: Залужний М.Ю. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. - 36 с.

## 16. Рекомендована література

### Базова

1. Васильев Е.А. Микроконтроллеры: разработка встраиваемых приложений / "БХВ-Петербург", 2008.
2. Бродин В. Б., Калинин А. В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики. — М.: ЭКОМ, 2002. — [ISBN 5-7163-0089-8](#)
1. Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах. М.: Радио и связь, 1990. — 304 с.
2. Цифровая и вычислительная техника. Уч. для вузов. Под ред. Евреинова Э. В. М.: Радио и связь, 1991. — 464 с.
3. Авдеев В. В. Алгебра логіки і цифрові автомати. Дніпропетровськ, ДДУ, 1996. — 36 с.
4. Микропроцессоры. В 3-х кн.1. Архітектура и проектирование микро-ЭВМ. Организация вычислительных процес сов. Учеб. Для вузов/П.В. Нестеров и др.. под ред. Л.Н. Преснухина. М.: Высшая школа, 1986г.-495с.
5. Несвижский В. Программирование аппаратных средств в Windows. -СПб: БХВ- Петербург, 2004-880с.
6. Боборыкин А. В. и др. Однокристальные микроЭВМ. М.: МИКАП, 1994, - 400 с.: ил. - ISBN 5-85959-030-X.
7. Иго Т. Arduino, датчики и сети для связи устройств: Пер. с англ. — 2-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. 544 с.: ил.
8. Блум Джереми. Изучаем Агбишо: инструменты и методы технического волшебства: Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. — 336 с.:ил.
9. Евстифеев А. В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL» — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. — 560 с.
10. Бойко В. И. Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры/Авторы: 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.: ил.

## 17. Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека НУ «Запорізька політехніка» <http://library.zp.edu.ua/>
2. Методичний кабінет кафедри ЕПА.
3. Сайт кафедри ЕПА. <https://zp.edu.ua/kafedra-elektroprivodu-ta-avtomatizaciyi-promislovih-ustanovok>
4. Internet.