МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки

Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОГРАМУВАННЯ ВБУДОВАНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ

Object-oriented programming of embedded microprocessor systems

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни вибіркова

обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання українська

українська/англійська

Миколаїв – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Об'єктно-орієнтоване програмування вбудованих мікропроцесорних систем»є **вибірковим** компонентом професійної підготовки здобувачів вищої освіти у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова для створення індивідуальної освітньої траєкторії навчання.

"05" 01 2024 року. – 18 с.

Розробник: Ушкаренко О.О., д.т.н., професор, професор кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій.

(О.О. Ушкаренко)

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Об'єктно-орієнтоване програмування вбудованих мікропроцесорних систем» розглянуто на засіданні кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Протокол № 9 від «25» 01 2024 р.

Завідувач кафедри ПЕЕТ (В.М. Рябенький)

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Об'єктно-орієнтоване програмування вбудованих мікропроцесорних систем» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки
Протокол № 7 від «16» 02 2024 р.

Голова (Д.О. Жук)

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Об'єктно-орієнтоване програмування вбудованих мікропроцесорних систем» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу (А.В. Лабарткава)

Робоча програма навчальної дисципліни «Об'єктно-орієнтоване програмування вбудованих мікропроцесорних систем» затверджена Навчально-методичною радою НУК
Протокол № 1 від «21» 02 2024 р.

Голова НМР НУК

© НУК, 2024

ЗМІСТ

Стор.
Вступ 4
1. Опис навчальної дисципліни 5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни 6
3. Передумови для вивчення дисципліни 6
4. Очікувані результати навчання 6
5. Програма навчальної дисципліни 7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування 12
7. Форми поточного та підсумкового контролю 13
8. Критерії оцінювання результатів навчання 16
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна 17
10. Рекомендовані джерела інформації 17

ВСТУП

Анотація

Даний курс формує знання з фундаментальних принципів використання об’єктно-орієнтованого програмування при розробці програмного забезпечення для вбудованих електронних систем. Завданням курсу є оволодіння здобувачами вищої освіти навичками розробки програм на мовах C та C++ для мікроконтролерів STM32 у складі програмованих електронних систем; оволодіння принципами написання драйверів портів введення/виведення, універсального асинхронного приймача/передавача, таймера/лічильника та інших периферійних вузлів мікроконтролера з використанням принципів об’єктно-орієнтованого програмування – інкапсуляції, успадкування та поліморфізму; отримання навичок роботи з офіційною документацією на мікроконтролер та розуміння принципів відображення адресного простору мікроконтролера на програмні структури даних при реалізації програмних інтерфейсів.

Курс має міждисциплінарний характер із використанням технічних засобів навчання, сучасних технологій для оволодіння практичними навичками проектування, розробки та використання сучасних вбудованих мікропроцесорних систем, що виконують функції збору, обробки даних та керування різним технологічним обладнанням.

Ключові слова: мікропроцесор, вбудована система, програмування, паттерни проектування.

Abstract

This course develops knowledge of the fundamental principles of using object-oriented programming in the development of software for embedded electronic systems. The aim of the course is to master the skills of higher education students to develop programs in C and C++ for STM32 microcontrollers as part of programmable electronic systems; mastering the principles of writing input/output port drivers, universal asynchronous receiver/transmitter, timer/counter and other peripheral nodes of the microcontroller using the principles of object-oriented programming – encapsulation, inheritance and polymorphism; gaining skills in working with official documentation on the microcontroller and understanding the principles of mapping the address space of the microcontroller on the software data structures in the implementation of software interfaces.

The course is interdisciplinary with the use of technical teaching aids, modern technologies to master the practical skills of design, development and use of modern embedded microprocessor systems that perform the functions of collecting, processing data and managing various technological equipment.

Keywords: microprocessor, embedded system, programming, design patterns.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td rowspan="3">Галузь знань

–</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>4-й</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="6">Спеціальність
–

Освітня програма
–</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>7-й</td><td>7-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання: –</td><td colspan="2">Лекцій</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин: 150</td><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 2;

самостійної роботи студента – 3;</td><td rowspan="5">Освітній рівень:
перший (бакалаврський)</td><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год.</td><td>138 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання:
–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю:
комбінована</td></tr>
</table>

2. МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Об’єктно-орієнтоване програмування вбудованих мікропроцесорних систем» є засвоєння здобувачами вищої освіти фундаментальних принципів використання об’єктно-орієнтованого програмування при розробці програмного забезпечення на мовах С та С++ для вбудованих програмованих електронних систем для мікроконтролерів STM32 у сучасних середовищах проектування.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

–

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання, як визначення напрямків модернізації технологічних аспектів виробництва, впровадження новітніх інформаційних та комунікаційних технологій, впроваджування проектних рішень у виробництво, корегування, диспетчеризація та модернізація розробки.

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

- мати знання з архітектури сучасних 32-розрядних мікроконтролерів та середовищ розробки програмного забезпечення;
- вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для вбудованих мікропроцесорних систем керування, збору та обробки даних з використанням об’єктно-орієнтованого підходу;
- вміти розробляти ефективні алгоритми обробки даних в мікропроцесорних системах на мовах програмування С та С++;
- вміти використовувати перифарійні вузли 32-розрядних мікроконтролерів для організації зв’язку з іншими елементами електронної системи.

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Основи об’єктно-орієнтованого програмування для вбудованих мікропроцесорних систем.

Тема 1. Принципи використання ООП для вбудованих мікропроцесорних систем.

Лекція 1. Огляд сімейства 32-розрядних мікроконтролерів STM32 з архітектурою ARM. Використання середовищ проектування програмного забезпечення для вбудованих систем Cube IDE та Cube MX, Keil uVision. Ознайомлення зі структурою офіційної документації на мікроконтролери та принципами роботи з нею. [1] с. 16-31; [2] с. 10-22; [3, розд. 1]; [4, розд. 1].

Лекція 2. Поняття рівнів абстрації при розробці програмного забезпечення. Огляд сучасних методик проектування програмного забезпечення для вбудованих мікрокропроцесорних систем. Специфікація обчислювального механізму. [1] с. 34-53; [2] с. 24-36.

Лекція 3. Реалізація системних принципів модульності, тестопридатності, масштабованості, надійності програмного забезпечення для вбудованих систем. [1] с. 54-71; [2] с. 42-53.

Лекція 4. Особливості реалізації принципів інкапсуляції, поліморфізму та успадкування на мовах С та С++ стосовно до 32-розрядних мікроконтролерів. [1] с. 57-59; [2] с. 54-68.

Тема 2. Структура периферійних вузлів мікроконтролера та принципи їх програмування.

Лекція 5. Склад периферійних вузлів різних сімейств мікроконтролерів STM32. Організація шин керування та даних, системи тактування різноманітних вузлів мікроконтролера. Налаштування режимів роботи вузлів мікроконтролера в середовищі Cube MX. [1] с. 254-288; [2] с. 88-103.

Лекція 6. Організація портів введення виведення, універсального асинхронного приймача/передавача, таймерів/лічильників, аналого-цифрового перетворювача, різних комунікаційних інтерфейсів (I2C, SPI, USB, Ethernet), огляд режимів їх роботи та принципи налаштування. [1] с. 290-303; [2] с. 104-109.

Лекція 7. Методика тестування програм для 32-розрядних мікроконтролерів, апаратні та програмні інструменти налагодження та діагностики програм. Поняття профілювання. [1] с. 71-78; [3] с. 22-30; [4] с. 83-98.

Лекція 8. Принципи та методи реалізації протоколів обміну даними між мікроконтролером та зовнішніми пристроями. Переваги та недоліки кожного з методів. [1] с. 315-326; [2] с. 165-178.

Змістовий модуль 2. Професійне програмування вбудованих мікропроцесорних систем.

Тема 3. Використання бібліотек HAL та CMSIS при програмуванні вбудованих систем.

Лекція 9. Структура та призначення бібліотек HAL та CMSIS. Поняття про абстрактний рівень програмного забезпечення. Відмінності між низькорівневим та високорівневим програмуванням. [1] с. 319-341; [2] с. 113-140.

Лекція 10. Огляд структури проекту для вбудованих систем: призначення файлів бібліотек LIB, файлів, пов'язаних з CMSIS, файл запуску конфігурації переривання ядра CM4, код запуску мікроконтролера, бібліотека драйвера HAL та інших файлів конфігурації. [1] с. 186-191; [3] с. 17-22; [4] с. 188-212; [6] с. 122-147.

Лекція 11. Робота з регістрами керування периферійними вузлами міікроконтролера. Квазіпаралельні процеси у вбудованих мікропроцесорних системах. [2] с. 317-333; [9] с. 529-586.

Лекція 12. Керування процесами синхронізації потоків та передавання повідомлень між ними з використанням семафорів, мьютексів, об’єктів подій, черг повідомлень. [1] с. 438-481; [2] с. 80-86, с. 239-247.

Тема 4. Розробка драйверів периферійних вузлів мікроконтролерів на мовах C/C++.

Лекція 13. Огляд архітектурних та поведінкових патернів проектування (інтерцептор, медіатор, брокер, спостерігач, переривання та ін.), що використовуються при програмуванні вбудованих мікропроцесорних систем. Вимоги до архітектури програмного забезпечення для вбудованих систем. [1] с. 561-567; [2] с. 307-315; [6] с. 67-132.

Лекція 14. Принципи створення драйверів портів введення/виведення з використанням CMSIS на мовах C/C++. Особливості використання структур при реалізації успадкування на мові C. [1] с. 341-375; [2] с. 183-213.

Лекція 15. Створення драйверів та бібліотек для роботи з різноманітними периферійними вузлами 32-розрядних мікроконтролерів STM32. Вимоги до проектування програмних інтерфейсів при використанні операційних систем реального часу. [2] с. 337-368; [9] с. 445-521.

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.	с.р.		лек.	пр.	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Модуль 1								
Змістовий модуль 1. Основи об’єктно-орієнтованого програмування для вбудованих мікропроцесорних систем								
Тема 1. Принципи використання ООП для вбудованих мікропроцесорних систем	41	8	10	23	41	2	2	37
Тема 2. Структура периферійних вузлів мікроконтролера та принципи їх програмування	34	8	6	20	34	1	1	32
Разом за змістовим модулем 1	75	16	16	43	75	3	3	69
Змістовий модуль 2. Професійне програмування вбудованих мікропроцесорних систем								
Тема 3. Використання бібліотек HAL та CMSIS при програмуванні вбудованих систем	40	8	8	24	40	2	2	36
Тема 4. Розробка драйверів периферійних вузлів мікроконтролерів на мовах C/C++	35	6	6	23	35	1	1	33
Разом за змістовим модулем 2	75	14	14	47	75	3	3	69
Усього годин	150	30	30	90	150	6	6	138

ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Змістовий модуль 1			
1	Створення проекту в середовищі програмування Cube IDE. Використання бібліотеки HAL для керування портами введення/виведення мікроконтролерів STM32F4. [1] с. 34-53; [2] с. 24-36.	2	0,5
2	Підключення різноманітних цифрових датчиків до мікроконтролера. Програмування комунікаційних інтерфейсів з використанням бібліотеки HAL. [1] с. 54-71; [2] с. 42-53.	2	0,25
3	Принципи об’єктно-орієнтованого програмування в контексті проектування вбудованих мікропроцесорних систем. [1] с. 54-71; [2] с. 42-53.	2	0,25
4	Поліморфізм та успадкування в Embedded-C. Розробка програми з використанням принципів інкапсуляції, поліморфізму та успадкування на мові C++ для мікроконтролера STM32F4. [1] с. 57-59; [2] с. 54-68.	2	0,5
5	Використання вказівників на функції в мові С для реалізації поліморфізму. Організація ієрархії класів та віртуальних функції при розробці програмного забезпечення для вбудованих систем на мові C++. [1] с. 71-78; [3] с. 22-30; [4] с. 83-98.	2	0,5
6	Використання функцій бібліотеки HAL для читування даних з датчиків аналогових величин за допомогою АЦП. [1] с. 57-59; [2] с. 54-68.	2	0,25
7	Налагодження та діагностика програмного забезпечення для вбудованих систем в STM-Studio. [1] с. 71-78; [3] с. 22-30; [4] с. 83-98.	2	0,25
8	Принципи організації обміну даними з різноманітними периферійними пристроями мікроконтролера шляхом опитування стану, з використанням переривань та прямого доступу до пам’яті. Переваги та недоліки кожного з методів. [1] с. 315-326; [2] с. 165-178.	2	0,5
Змістовий модуль 2			
9	Створення драйвера світлодіода з використанням бібліотеки CMSIS на мові С. [1] с. 254-288.	2	0,5

10	Розробка драйвера універсального асинхронного приймача/передавача на мовах C/C++ для обміну даними з комп'ютером. [1] с. 290-303; [2] с. 104-109.	2	0,5
11	Технологія розробки програмного забезпечення для вбудованих мікропроцесорних систем з використанням бібліотек HAL та CMSIS. [2] с. 317-333; [9] с. 529-586.	2	0,5
12	Принципи використання бібліотек HAL та CMSIS разом з операційною системою реального часу FreeRTOS. [1] с. 438-481; [2] с. 80-86, с. 239-247.	2	0,5
13	Програмна реалізація архітектурних та поведінкових патернів проектування. Вимоги до архітектури програмного забезпечення для вбудованих систем. [1] с. 561-567; [2] с. 307-315; [6] с. 67-132.	2	0,25
14	Розробка драйвера портів введення/виведення для мікроконтролерів сімейства STM32F4 на мовах C/C++. [1] с. 341-375; [2] с. 183-213.	2	0,25
15	Організація паралельних процесів та їх синхронізація в операційній системі реального часу FreeRTOS. [2] с. 337-368.	2	0,5
	Разом	30	6

ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторні роботи 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 студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – ***1 год. / 1 лекцію***;
- підготовка до практичних занять – ***2 год. / 1 заняття***;
- самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни – ***1-2 год. / 1 заняття;***
- підготовка до тестування – ***5 год. / 1 тест***;
- підготовка до заліку – ***5 год.***;

Розподіл годин самостійної роботи для студентів заочної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – ***1 год. / 1 лекцію***;
- підготовка до практичних занять – ***3 год. / 1 заняття***;
- самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни – ***2-4 год. / 1 заняття;***
- підготовка до тестування – ***10 год. / 1 тест;***
- підготовка до заліку – ***10 год.***

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Змістовий модуль 1			
1	Підготовка до лекційних занять	8	4
2	Підготовка до практичних занять	16	18
3	Самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни	14	37
4	Підготовка до тестування	5	10
Змістовий модуль 2			
5	Підготовка до лекційних занять	7	4
6	Підготовка до практичних занять	14	18
7	Самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни	16	27
8	Підготовка до тестування	5	10
9	Підготовка до заліку	5	10
	Разом	90	138

ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАУКОВО ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ

Не передбачено.

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

Методи навчання:

- лекції;
- практичні роботи;
- робота з літературою;
- інструктаж з техніки безпеки та пожежної безпеки (проводиться одноразово на першому занятті в лабораторії).

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання з дисципліни:

- залік;
- стандартизовані тести;
- презентації результатів виконаних практичних завдань;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах.

7. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного контролю у вигляді тестових завдань різної складності, перевірки результатів роботи на практичних заняттях та підсумкового контролю у формі заліку. Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – 40 балів.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми шляхом тестування (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих практичних навичок під час виконання завдань практичних робіт. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний модульний контроль у формі тестування – до 30 балів, результатів роботи на практичних заняттях – до 30 балів, та заліку – до 40 балів.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Якщо студент не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до КЗ і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок виконання додаткового завдання для самостійного виконання, зокрема участю у науковій конференції з обов’язковою публікацією тез доповідей, або публікацією статті у фаховому вітчизняному чи закордонному виданні, що включено до міжнародних наукометричних баз даних.

Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, складає підсумковий семестровий залік (проводиться у письмовій формі в екзаменаційну сесію), до якого він допускається після виконання всіх передбачених елементів модулів, результатом якого є отримання необхідної мінімальної суми 50 балів.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Практичні роботи	**Критерії оцінювання**
2	Студент самостійно виконав практичну роботу та вільно володіє матеріалом, знає основні периферійні вузли мікроконтролера, синтаксис та основні конструкції мови програмування С/С++, принципи об’єктно-орієнтованого програмування, абстрактного та структурного проектування класів, шаблони проектування, вміє алгоритмізувати завдання логічного керування та проектувати відповідні апаратно-програмні модулі та вузли, розробляти програмне забезпечення у сучасних середовищах проектування, виконувати його налагодження та рефакторинг програмного коду, враховуючи можливість оптимізації програм; знає принципи організації, технології кодування та передавання даних між складовими елементами вбудованих електронних систем керування, принципи обробки переривань, прямого доступу до пам’яті, різноманітні цифрові комунікаційні інтерфейси, вміє створювати бібліотеки функції, драйвери для сучасних 32-розрядних мікроконтролерів, вирішувати різноманітні завдання збору, обробки даних та керування різноманітним обладнанням.
1	Роботу виконано в основному вірно (обсяг виконаної частини становить не менше 2/3 від загального обсягу), але допущені суттєві неточності; пропущені проміжні розрахунки. Здобувач вищої освіти має уявлення про базові принципи об’єктно-орієнтованого програмування, структуру сучасних мікроконтролерів, орієнтується в способах реалізації драйверів пристроїв, що використовуються у вбудованих системах, вміє виконувати програмну реалізацію простих алгоритмів збору та обробки даних,; має уявлення про патерни програмування, інкапсуляції, наслідування та поліморфизм.
0	Роботу повністю не виконано або допущені суттєві помилки та робота показала повну відсутність у здобувача вищої освіти обов'язкових знань та вмінь за темами, що перевіряються.
Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (15 робіт по 2 бали).	

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей,%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	15	14	13	12	10	8	6	4	2	1

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання завдань на практичних заняттях	15х2 балів = 30 балів	15х2 балів = 30 балів
Поточний модульний контроль	2х15 балів = 30 балів	2х15 балів = 30 балів
Всього	**60**	**60**

Критерії оцінювання знань з дисципліни на семестровому заліку

Залік проводиться в письмовій формі та складається з трьох завдань – двох теоретичних запитань та тесту. Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів

Виконання першого завдання потребує повної аналітичної і змістовної відповіді (оцінюється від 0 до 15 балів).

13-15 балів отримують здобувачі вищої освіти, які повно та грунтовно розкрили теоретичне питання, використавши при цьому не лише обов'язкову, а й додаткову літературу, в повному обсязі володіють навчальним матеріалом, вільно, самостійно й аргументовано його викладають під час письмової відповіді.

10-12 балів отримують здобувачі вищої освіти, які достатньо повно володіють навчальним матеріалом, в цілому розкрили теоретичне питання, однак не повно, і допустили деякі несуттєві неточності та незначні помилки, не вистачає достатньої глибини та аргументації. При цьому не було використано на достатньому рівні обов'язкову літературу.

8-9 балів отримують здобувачі вищої освіти, які в цілому володіють навчальним матеріалом, правильно визначили сутність питання, але розкрили його не повністю, без глибокого всебічного аналізу, обгрунтування та аргументації, допустивши деякі незначні помилки.

6-7 балів отримують здобувачі вищої освіти, які в цілому володіють навчальним матеріалом, правильно визначили сутність питання але без використання необхідної літератури, розкривши його частково і допустивши при цьому окремі суттєві неточності і помилки, котрі частково впливають на загальне розуміння питання.

3-5 балів отримують здобувачі вищої освіти, які не в повному обсязі володіють матеріалом, загалом правильно визначили сутність питання, однак недостатньо або поверхнево розкривши більшість його окремих положень і допустивши при цьому окремі помилки, які частково вплинули на загальне розуміння проблеми.

0-2 бали отримують здобувачі вищої освіти, які частково володіють навчальним матеріалом, фрагментарно та поверхнево розкрили лише окремі положення питання і допустили при цьому певні суттєві помилки, котрі значно вплинули на загальне розуміння питання.

Друге питання потребує короткої відповіді, котра розкриває сутність того чи іншого поняття або теоретичного положення (оцінюється від 0 до 15 балів).

11-15 балів отримують здобувачі вищої освіти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітке визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення.

7-10 балів отримують здобувачі вищої освіти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття, або поверхнево проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

3-6 бали отримують здобувачі вищої освіти, які правльно, але лише частково визначили те чи інше поняття або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

0-2 бали отримують здобувачі вищої освіти, які частково і поверхнево визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки.

Третє завдання семестрового заліку представляє собою тест, що містить 15 запитань і оцінюється від 0 до 10 балів.

Правильних відповідей,%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

7-й семестр

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Т1	Практичні роботи №1, №2, №3, №4, №5	10	Практичні роботи №1, №2, №3, №4, №5	10
	Т2	Практичні роботи №6, №7, №8	6	Практичні роботи №6, №7, №8	6
ПМК		Тест	15	Тест	15
ЗМ 2	Т3	Практичні роботи №9, №10, №11, №12	8	Практичні роботи №9, №10, №11, №12	8
	Т4	Практичні роботи №13, №14, №15	6	Практичні роботи №13, №14, №15	6
ПМК		Тест	15	Тест	15
Підсумковий контроль		Залік	40	Залік	40
Сума			**100**		**100**

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

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

- мікроконтролерні набори розробника STM32 Discovery, Arduino;
- датчики фізичних величин, серводвигуни, крокові двигуни;
- рідкокристалічні індикатори, напівпровідникові 7-сегментні та матричні індикатори.

На лекційних заняттях використовуються технічні засоби, а саме: комп'ютер, мультимедійний проектор або інтерактивна дошка. Якщо є можливість інтерактивної дошки або проектора, то наочні пояснення можна організувати таким чином: теоретичні відомості будуть наочно супроводжуватися демонстрацією на інтерактивній дошці (за наявності), або мультимедійному проекторі. Це дає можливість здобувачам вищої освіти не тільки почути, а й побачити, що сприяє більш ефективному засвоєнню нового матеріалу. Такі лекції є найдоступнішою і найцікавішою формою викладання нового матеріалу з навчальної дисципліни «Об'єктно-орієнтоване програмування вбудованих мікропроцесорних систем».

На практичних заняттях студенти використовують комп'ютери разом зі спеціалізованими стендами, та отримують навички ефективного використання сучасних апаратно-програмних засобів, що має забезпечити формування у студентів практичних навичок з програмування вбудованих мікропроцесорних систем, реалізації алгоритмів збору та обробки даних, керування різноманітним обладнанням. Також комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі тестування.

В якості середовища розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів використовуються середовища розробки Cube IDE та Cube MX, а для комп'ютера Visual Studio, що не потребують ліцензування (безкоштовні версії) та можуть бути завантажені з офіційних сайтів компаній Microsoft за посиланням: https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubemx.html, https://visualstudio.microsoft.com/ru/thank-you-downloading-visual-studio/?sku=Community&rel=16.

Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях використовуються конспект лекцій з дисципліни «Об'єктно-орієнтоване програмування вбудованих мікропроцесорних систем» та методичні вказівки до виконання практичних робіт.

10. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Carmine Noviello. Mastering STM32 / Noviello Carmine. – Leanpub, 2018. – 852 p.
2. Рябенький В.М. Програмовані електронні системи керування, збору та обробки інформації / В.М. Рябенький, О.О. Ушкаренко. – Миколаїв : НУК, 2021. – 490 с.

3. Рябенький В.М. Схемотехніка електронних пристроїв та систем. Том 3. Мікропроцесорна техніка / В.М. Рябенький, О.О. Ушкаренко, В.С. Буряк. – Миколаїв: Вид-во «Іліон», 2012. – 445 с.

4. Уилмсхерст Т. Розробка вбудованих систем за допомогою мікроконтролерів PIC. Принципи і практичні приклади / Т. Уилмсхерст. – Київ : МК-Прес, 2008. – 544 с.

5. Майа Пошевай. Програмування вбудованих систем на C++ 17 / Пошевай Майа. Київ : ДМК-Пресс, 2020. – 394 с.

6. Donald Norris. Programming with STM32. Getting Started with the Nucleo Board and C/C++ / Norris Donald. McGraw-Hill Education, 2018. – 416 p.

7. Reference Manual for FreeRTOS version 10.0.0. / Amazon.com, Inc. – 2017. – 400 p.

8. Фрімен Ерік. Патерни проєктування / Ерік Фрімен, Елізабет Робсон, Берт Бейтс, Кеті Сієрра. – Київ : Фабула, 2020. – 672 с.

9. Рябенький В.М. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт по курсу «Мікропроцесорна техніка» / В.М. Рябенький, О.О. Ушкаренко. – Миколаїв : НУК, 2011. – 120 с.

Допоміжна література

10. Рябенький В. М. Схемотехніка: пристрої цифрової електроніки: підручник у 2 т. / В. М. Рябенький, В. Я. Жуйков, Ю. С. Ямненко, О. В. Борисов. – Київ : НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2015. – Т. 2. – 360 с.

11. Рябенький В.М., Фісун М.Т., Ушкаренко О.О. Схемотехніка електронних пристроїв та систем. Том 2. Прикладна теорія цифрових автоматів. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2010. – 380 с.

12. Якименко Ю. І. Мікропроцесорна техніка / Ю. І. Якименко, Т.О. Терещенко, Є. І. Сокол, В. Я. Жуйков, Ю. С. Петергеря. – Київ : Політехніка, 2004. – 440 с.

13. Рябенький В.М., Жуйков В.Я., Гулий В.Д. Цифрова схемотехніка: Навч. Посібник. – Львів: «Новий Світ-2000», 2009. – 736 с.

14. Нездоровін В. П. Архітектура ARM як потенційна основа ГРІД-інфраструктури наукової бази України / В. П. Нездоровін, К.Л. Горященко, Є. Г. Махрова // Вісник ХНУ. - 2012. - №1. - С.204-208

Інформаційні ресурси в Інтернет

15. Документація розробників програмних ресурсів мікропроцесорних систем. Режим доступу: https://embeddedexpert.io/

16. Публікації розробників вбудованих електронних систем. Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/embedded-systems

17. Документація по мовам програмування C/C++. Режим доступу: https://www.eolymp.com/uk/blogs/posts/26

18. Каталоги фірми STM32. Режим доступу: www.st.com

19. Каталоги фірми ANALOG DEVICES. Режим доступу: www.analog.com