

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

Код РПНД:

ЗАТВЕРДЖЕНО



Проректор з науково-педагогічної
роботи

Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Промислові операційні системи
INDUSTRIAL OPERATING SYSTEMS

рівень вищої освіти другий (магістерський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни обов'язкова
обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання українська
українська/англійська

Робоча програма навчальної дисципліни «Промислові операційні системи» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

спеціальності G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»

освітня програма «Електронні системи» _____

«9» квітня 2025 року. – 25 с.

Розробник: Олексій ДЬЯКОНОВ, к.т.н., доц., доцент кафедри ПЕЕТ 

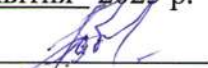
Проект робочої програми навчальної дисципліни «ПРОМИСЛОВІ ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

д.т.н., проф. Володимир РЯБЕНЬКИЙ 

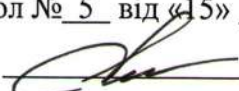
Проект робочої програми навчальної дисципліни «ПРОМИСЛОВІ ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ» розглянуто на засіданні кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

Протокол № 12 від «16» квітня 2025 р.

Завідувач кафедри ПЕЕТ  д.т.н., проф. Володимир РЯБЕНЬКИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ПРОМИСЛОВІ ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 5 від «15» травня 2025 р.

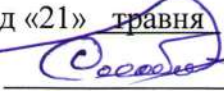
Голова  к.т.н., доц. Дмитро ЖУК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ПРОМИСЛОВІ ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  к.т.н., доц. Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «ПРОМИСЛОВІ ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від «21» травня 2025 р.

Голова НМР НУК  к.т.н., доц. Сергій СЛОБОДЯН

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	14
7. Форми поточного та підсумкового контролю	14
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	23
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	24
10. Рекомендовані джерела інформації.....	24

ВСТУП

Анотація

Вивчення операційних систем реального часу є необхідною умовою формування професійної компетентності, сприяє ефективнішому розвитку особистого інтелектуального потенціалу, а також є важливою передумовою формування всіх компонентів компетентностей з проектування вбудованих електронних пристроїв. Програма дисципліни має на меті навчання основним принципам і методикам розробки програмного забезпечення вбудованих систем з використанням операційної системи реального часу (ОСРЧ) FreeRTOS. Програма передбачає вивчення основ функціонування операційних систем реального часу.

Курс промислових операційних систем носить міждисциплінарний характер з використанням технічних засобів навчання, сучасних технологій оволодіння практичними навичками розробки програмного забезпечення вбудованих систем, є обов'язковою для вивчення дисципліною фахової підготовки студентів.

Ключові слова: FreeRTOS, ОСРЧ, вбудовані системи, операційна система.

Abstract

The study of real-time operating systems is a necessary condition for the formation of professional competence, contributes to the effective development of personal intellectual potential, and is also an important prerequisite for the formation of all components of competencies in the design of embedded electronic devices. The discipline program aims to teach the basic principles and techniques of embedded system software development using the FreeRTOS real-time operating system (RTOS). The program provides for studying the basics of functioning of real-time operating systems.

The course of industrial operating systems is interdisciplinary in nature with the use of technical training tools, modern technologies for mastering practical skills in software development of Embedded Systems, is mandatory for studying the discipline of professional training of students.

Key words: FreeRTOS, RTOS, embedded systems, operating system.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 9	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	Обов'язкова
Модулів – 3		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		1-й	1-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність – G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка» Освітня програма – «Електронні системи»	Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: курсовий проект		1-й, 2-й	1-й, 2-й
		Лекцій	
		45 год.	20 год.
Загальна кількість годин: 270		Практичні	
		15 год.	12 год.
		Лабораторні	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 1-й семестр: 3, 2-й семестр: 2; самостійної роботи студента – 1-й семестр: 5, 2-й семестр: 8;	Освітній рівень: другий (магістерський)	Самостійна робота	
		195 год.	230 год.
		Індивідуальні завдання: не передбачено	
		Вид контролю: 1-й сем. – залік; 2-й сем. – екзамен	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни *«ПРОМИСЛОВІ ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ»* є оволодіння теоретичними та практичними знаннями про архітектуру, основи побудови та функціонування промислових операційних систем та формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- СК1. Здатність оцінювати рівень існуючих технологій електронної промисловості у галузі професійної діяльності,
- СК4. Здатність використовувати інформаційні, комп'ютерні і мультимедійні технології, методи моделювання, інтелектуалізації, штучного інтелекту, експериментальні методи для дослідження та аналізу процесів в електронних компонентах, пристроях і системах.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни першого рівня: «Мікропроцесори», «Програмування електронних та телекомунікаційних систем».

4. Очікувані результати навчання

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

- ПРН1. Реалізовувати проекти модернізації виробництва і технологій у сфері електроніки, впровадження новітніх інформаційних, комунікаційних та мультимедійних технологій;
- ПРН2. Моделювати та експериментально досліджувати об'єкти та процеси в електроніці та технології електронної промисловості.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи роботи операційних систем реального часу для мікроконтролерів.

Змістовий модуль 1. Створення завдань та типи багатозадачності.

Тема 1. Загальне уявлення про операційні системи реального часу.

Лекція 1. Переваги використання операційних систем реального часу (ОСРЧ) для мікроконтролерів. Огляд FreeRTOS. [1] с. 96-100.

Лекція 2. Основи роботи ОСРВ. Завдання. [2] с. 109-114.

Лекція 3. Створення завдань. Передача параметра в завдання при його створенні. Пріоритети завдань. Події як спосіб управління виконанням завдань. Підсистема часу FreeRTOS. Завдання «Бездіяльність». [3] с. 96-102.

Тема 2. Багатозадачність та використання черг для обміну даних між завданнями.

Лекція 4. Динамічна зміна пріоритету завдання. Знищення завдань. Виділення пам'яті при створенні завдання. Схеми виділення пам'яті. [4] с. 97-102.

Лекція 5. Витісняюча і кооперативна багатозадачність у FreeRTOS. Стратегія призначення пріоритетів завданням. Гібридна багатозадачність у FreeRTOS. [4] с. 100-102.

Лекція 6. Використання черг. Використання черг для передачі складових типів. Використання черг для передачі великих обсягів даних. [5] с. 98-104.

Змістовий модуль 2. Обробка переривання, доступ до ресурсів та використання співпрограм.

Тема 3. Управління ресурсами.

Лекція 7. Події та переривання. Відкладена обробка переривань. Робота з двійковими семафорами. [6] с. 23-27.

Лекція 8. Рахункові семафори. Робота з рахунковими семафорами. Використання черг в обробниках переривань. Ефективне використання черг. Вкладеність переривань. [6] с. 27-32.

Лекція 9. Ресурси та доступ до них. Доступ до зовнішньої периферії. Реентерабельність функцій. Механізм взаємного виключення. Критичні секції. [7] с. 132-140.

Тема 4. Використання мьютексів та співпрограм.

Лекція 10. Мьютекси. Робота з мьютексами. Рекурсивні мьютекси. Проблеми при використанні мьютексів - інверсія пріоритетів. Завдання-охоронці (Gatekeeper tasks). [7] с. 132-140.

Лекція 11. Використання співпрограм. Стани співпрограми. Виконання співпрограм і їхні пріоритети. Реалізація співпрограми. [8] с. 97-104.

Лекція 12. Налаштування FreeRTOS для використання співпрограм. Обмеження при використанні співпрограм. Реалізація затримок в співпрограмах. Використання черг у співпрограмах. Час реакції системи на події. [8] с. 97-104.

Модуль 2. Таймери, мережевий стек та питання відлагодження FreeRTOS.

Змістовий модуль 3. Групи подій та програмні таймери.

Тема 5. Групи подій Event Groups.

Лекція 13. Робота з групами подій Event Groups. [15].

Тема 6. Програмні таймери.

Лекція 14. Вбудована реалізація програмних таймерів у FreeRTOS.

Принцип роботи програмного таймера. Режими роботи таймера. [9] с. 93-100, с.

Лекція 15. Робота з таймерами з обробників переривань. [9] с. 93-100.

Змістовий модуль 4. Мережевий стек та відлагодження FreeRTOS.

Тема 7. Стек протоколів LWIP.

Лекція 16. Використання бібліотеки стека протоколів LWIP у FreeRTOS.

[16].

Тема 8. Енергозбереження та відлагодження.

Лекція 17. Управління енергозбереженням у FreeRTOS. [14] с. 646-661.

Лекція 18. Можливості відлагодження. Статистика середовища виконання та інформація про стан завдань. [14] с. 661-665.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	лб.	пр.	с.р.		лек.	лб.	пр.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Створення завдань та типи багатозадачності.										
Тема 1. Загальне уявлення про операційні системи реального часу.	30	8	4	-	18	30	4	2	-	24
Тема 2. Багатозадачність та використання черг для обміну даних між завданнями.	30	7	3	-	20	30	3	2	-	25
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	60	15	7	-	38	60	7	4	-	49
Змістовий модуль 2. Обробка переривання, доступ до ресурсів та використання співпрограм.										
Тема 3. Управління ресурсами.	30	8	4	-	18	30	3	2	-	25
Тема 4. Використання м'ютексів та співпрограм.	30	7	4	-	19	30	4	2	-	24
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	60	15	8	-	37	60	7	4	-	49
Усього годин	120	30	15	-	75	120	14	8	-	98
Модуль 2										
Змістовий модуль 3. Групи подій та програмні таймери.										
Тема 5. Групи подій Event Groups.	15	3	-	3	7	15	2	-	2	11
Тема 6. Програмні таймери.	15	4	-	4	9	15	2	-	4	9
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	30	7	-	7	16	30	4	-	4	20
Змістовий модуль 4. Мережевий стек та відлагодження FreeRTOS.										
Тема 7. Стек протоколів LWIP.	15	4	-	4	7	15	2	-	2	11
Тема 8. Енергозбереження та відлагодження.	15	4	-	4	7	15	2	-	4	9
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	30	8	-	8	14	30	4	-	4	20
Усього годин	60	15	-	15	30	60	8	-	12	40

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 3										
Курсовий проект	90	-	-	-	90	90	-	-	-	90
<i>Разом за курсом</i>	270	45	15	15	195	270	22	8	12	230

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Змістовий модуль 3			
1	Вивчення типів багатозадачностей. [1] с. 96-100.	2	1
2	Алгоритми роботи планувальників. [2] с. 109-114.	2	1
3	Вивчення механізмів взаємодії між завданнями. [5] с. 98-104, [6] с. 23-32;	2	2
Змістовий модуль 4			
4	Приклади використання семафорів та мьютексів для управління ресурсами. [7] с. 27-32.	1	1
5	Використання мережевого стеку LWIP. [16]	2	1
6	Механізми енергозбереження при використанні операційної системи FreeRTOS. [14] с. 646-661.	2	2
7	Вивчення вбудованих механізмів відлагодження FreeRTOS. [14] с. 661-665.	2	2
8	Використання Percepio Tracealyzer for FreeRTOS. [23].	2	2
	Разом	15	12

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Змістовий модуль 1			
1	Встановлення середовища розробки. Встановлення дистрибутиву FreeRTOS. Запуск тестового проекту. Підготовка для виконання FreeRTOS на платформі x86. [1] с. 96-100, [2] с. 109-114.	1	1
2	Вивчення передачі параметрів у завдання FreeRTOS. Підсистема часу у FreeRTOS. [3] с. 96-102.	2	1
3	Вивчення динамічної зміни пріоритету завдання. Схеми виділення пам'яті [4] с. 97-102.	2	1
4	Використання черг. [5] с. 98-104.	2	1
Змістовий модуль 2			
5	Вивчення механізму обробки переривань у FreeRTOS. Двійкові семафори. [6] с. 23-27.	2	1
6	Вивчення критичних секцій та мьютексів. [6] с. 23-27, [7] с. 132-140.	2	1
7	Використання співпрограм. [8] с. 97-104.	2	1
8	Використання програмних таймерів. [9] с. 93-100.	2	1
	Разом	15	8

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – **0,5-1 год. / 1 лекцію;**
- підготовка до практичних занять – **1,5-2 год. / 1 заняття;**
- виконання домашньої контрольної роботи – **15 год.;**
- переклад технічної документації – **5 год.;**
- підготовка до тестування – **5 год. / 1 тест;**
- підготовка до заліку – **15 год.;**
- підготовка до екзамену – **15-20 год.**

Розподіл годин самостійної роботи для студентів заочної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – **2-3 год. / 1 лекцію;**
- підготовка до практичних занять – **4-5 год. / 1 заняття;**
- виконання домашньої контрольної роботи – **20 год.;**
- переклад технічної документації – **10 год.;**
- підготовка до тестування – **10 год. / 1 тест;**
- підготовка до заліку – **20 год.;**
- підготовка до екзамену – **20 год.**

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Змістовий модуль 1			
1	Підготовка до лекційних занять	8	9
2	Підготовка до лабораторних занять	10	10
3	Підготовка до тестування	5	10
4	Виконання домашньої контрольної роботи	15	20
Змістовий модуль 2			
5	Підготовка до лекційних занять	7	9
6	Підготовка до лабораторних занять	10	10
7	Підготовка до тестування	5	10
8	Підготовка до заліку	15	20
Змістовий модуль 3			
19	Підготовка до лекційних занять	2	1
20	Підготовка до практичних занять	4	5
21	Підготовка до тестування	5	5
22	Виконання домашньої контрольної роботи	8	10
Змістовий модуль 4			
23	Підготовка до лекційних занять	2	1
24	Підготовка до практичних занять	2	5
25	Підготовка до тестування	5	5
26	Підготовка до екзамену	5	10
	Разом	105	140

Індивідуальне науково дослідне завдання

В курсовому проекті з дисципліни «Промислові операційні системи» студент повинен показати знання основних принципів проектування вбудованих електронних систем з використанням операційних систем реального часу. Студент повинен вміти проектувати вбудовану мікроконтролерну систему, що полягає у виконанні передпроектного аналізу предметної області, формулюванні вимог до проектованої системи та розробці технічного завдання, розробці технічного та робочого проекту вбудованої системи; оформленні програмної та експлуатаційної документації на проект, тестуванні програмної системи, оцінюванні ефективності розробленої системи.

Тематика курсового проекту пов'язана з майбутньою спеціальністю студентів. Для реалізації даного курсового проекту пропонуються розробка вбудованої систем керування в галузі суднової електроенергетики, автоматизації технологічних процесів або асоційованою із цією тематикою програмних засобів.

Зміст курсового проекту відповідає робочому плану дисципліни «Промислові операційні системи» і повинен відображати суть теми, яка розглядається. Зміст курсового проекту визначається індивідуальним завданням, яке видається викладачем кожному студенту. Завдання видається не

пізніше 5 днів з початку семестру. Курсове проектування включає декілька послідовних етапів, які, в загальному випадку, пов'язані із змістовною постановкою задачі, розробкою індивідуального завдання та технічного завдання, вибором форми представлення задачі, передпроектним аналізом вбудованої системи керування, тестування та оцінка ефективності запропонованої системи. Кожен етап роботи обов'язково має знайти своє відображення в пояснювальній записці, що містить вихідні та розрахунково-пояснювальні матеріали, які пов'язані з виконанням курсового проекту.

Завдання для курсових проектів визначаються викладачем із загального списку завдань на курсовий проект.

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

Методи навчання:

- лекції;
- лабораторні роботи;
- 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:

- стандартизовані тести;
- модульні контрольні роботи;
- презентації результатів виконаних лабораторних робіт;
- презентації результатів виконаних досліджень;
- підсумкова семестрова контрольна робота;
- залік, екзамен.

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 (1-й семестр) та екзамену (2-й семестр). Питома вага заліку та заключного екзамену в загальній системі оцінок – 40 балів.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному та лабораторному 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) під час роботи на семінарських заняттях 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 20 балів, результатів роботи на практичних та лабораторних заняттях – до 20 балів, результатів виконання домашньої контрольної роботи – до 20 балів, та заліку (1-й семестр) або екзамену (2-й семестр) – 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 (1-й семестр) або екзамену (2-й семестр).

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 написання реферату на одну із зазначених вище тем.

Семестровий підсумковий контроль здійснюється у формі заліку (або екзамену, що проводиться у письмовій формі в екзаменаційну сесію). Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, пише підсумкову семестрову залікову роботу (проводиться у письмовій формі у вигляді тестів), до якої він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 50 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову залікову роботу становить 40 балів. Результуюча оцінка виставляються відповідно до шкали оцінювання ECTS.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання виконання курсового проекту

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Дослідження виконано самостійно, має науково-практичний характер, містить елементи новизни. У вступі наводиться обґрунтування вибору конкретної теми, повністю розкрита її актуальність в науковій галузі, чітко визначені та грамотно поставлені завдання і мета курсового проекту. Основна частина роботи демонструє велику кількість прочитаних автором робіт. У ній містяться основні терміни і вони адекватно використані. Критично прочитані джерела: вся необхідна інформація проаналізована, виокремлено, логічно структурована. Присутні висновки і грамотні узагальнення. У висновку зроблені логічні висновки, а власне ставлення виражено чітко. Студент грамотно демонструє усвідомлення можливості застосування досліджуваних теорій, методів на практиці. В роботі використаний науковий стиль викладу матеріалу.

		Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику.
35		В цілому, зміст роботи відповідає обраній темі. Чітко сформульовано наукову проблему; визначено об'єкт, предмет та методи дослідження, мету та завдання дослідження. Визначено ступень розробленості проблеми дослідження, наявні посилання на використану літературу та відповідне оформлення роботи до діючих вимог; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів; використання математичного апарату; відповідність висновків меті та завданням дослідження. В роботі допущені окремі неточності у виборі обґрунтування і методології дослідження, постановці завдань, формулюванні висновків.
30		Дослідження виконано самостійно, має науково-практичний характер, містить елементи новизни. Студент показав знання теоретичного матеріалу з даної проблеми, проте вміння аналізувати, аргументувати свою точку зору, робити узагальнення і висновки викликають у нього труднощі. Матеріал не завжди викладається логічно, послідовно. Є недоліки в оформленні курсової роботи. Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
20		Теоретичний огляд виконаний переважно по вторинним джерелами, або зовсім не включає закордонні джерела або сучасні, не містить елементів критичного аналізу. Матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки і рекомендації.
15		Робота містить лише спробу обґрунтування вибору теми і актуальності, відсутні чіткі формулювання. Розпливчасто визначені завдання і цілі. Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень. Основний зміст – переказ чужих ідей, порушена логіка викладу, автор спробував сформулювати висновки. У висновках студент спробував зробити узагальнення, власного ставлення до роботи

		практично не проявив.
	5	Дослідження не містить елементи новизни. Студент не в повній мірі володіє теоретичним матеріалом з даної проблеми, вміння аналізувати, аргументувати свою точку зору, робити узагальнення і висновки викликають у нього труднощі. Матеріал не завжди викладається логічно, послідовно. Є недоліки в оформленні курсового проекту.
	0	Допущено кілька грубих помилок. Не витриманий стиль необхідного академічного письма по проекту в цілому, часто невірно вживаються наукові терміни, посилання оформлені неграмотно, спостерігається плагіат.
Ілюстративна частина	20	Презентація логічно структурована, в процесі доповіді демонструються ілюстративні матеріали, які підготовлені відповідно до вимог, що висуваються, однак не завжди на них дається посилання.
	15	Презентація логічно структурована, в процесі доповіді демонструються ілюстративні матеріали, які підготовлені відповідно до вимог що висуваються. Ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями.
	10	Ілюстративні матеріали містять зайву інформацію, що не відноситься до теми роботи, якість презентації низька, в структурі презентації наявна непослідовність в розкритті теми дослідження.
	5	Ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	Структура доповіді логічна та послідовна, студент системно викладає отримані результати власного дослідження, показує глибокі знання з питань теми, вміло використовує наукову термінологію, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання, дотримується регламенту
	35	Студент чітко та стисло викладає основні результати власного дослідження, правильно відповідає на всі поставлені запитання, але не завжди впевнено аргументує відповіді, або не завжди коректно її формулює, недостатньо використовує наукову термінологію в процесі доповіді.

	30	Студент чітко та стисло викладає основні результати свого дослідження, обґрунтовує основні наукові положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	Студент чітко та стисло викладає основні результати свого дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди достатньо обґрунтовує наукові положення роботи.
	20	Студент несистемно викладає основні результати свого дослідження, дає нечіткі відповіді на поставлені запитання і робить невдалі спроби аргументувати положення роботи.
	15	Студент хаотично викладає основні результати свого дослідження робить спроби довести коректність наукових положень роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	Студент демонструє поверхневі знання з теми дослідження, не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	Студент хаотично та несистемно викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, обґрунтувати отримані наукові результати та відстояти свою позицію.

Лабораторні роботи	Критерії оцінювання
2,5	Студент самостійно виконав лабораторну роботу та вільно володіє матеріалом, знає базові механізми операційних систем реального часу, вміє проектувати системи вводу-виводу аналогової та цифрової інформації через стандартні порти та спеціалізовані периферійні пристрої та розробляти програмне забезпечення для вбудованих систем.
2	Лабораторна робота виконана повністю або не менше ніж на 80% від обсягу завдання, але в ній є недоліки і несуттєві помилки. Студент знає базові механізми операційних систем реального часу, та розуміє роботу системи вводу-виводу аналогової та цифрової інформації через стандартні порти та спеціалізовані периферійні пристрої.
1,5	Роботу виконано в основному вірно (обсяг виконаної частини становить не менше 2/3 від загального обсягу), але допущені суттєві неточності; пропущені проміжні розрахунки. Студент має уявлення про базові механізми операційних систем реального

	часу.
1	Роботу в основному не виконано (обсяг виконаної частини менше 2/3 від загального обсягу завдання). Студент показує незнання основних понять, нерозуміння вивчених закономірностей і взаємозв'язків, не вміє вирішувати кількісні та якісні завдання. Допущені істотні помилки, які показали, що студент не володіє обов'язковими знаннями з даної теми в повній мірі.
0	Роботу повністю не виконано або допущені суттєві помилки та робота показала повну відсутність у студента обов'язкових знань та вмінь за темами, що перевіряються.
<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 20 балів (8 робіт по 4 бали).</i>	

Практичні роботи	Критерії оцінювання
2,5	Роботу виконано студентом самостійно та у встановлений термін. Студент продемонстрував вільне володіння матеріалом, знає синтаксис мови програмування, основні конструкції та оператори, функції зі стандартних бібліотек, методи розробки програмного забезпечення та базові алгоритми обробки даних, вміє користуватися середовищем розробки програмного забезпечення, шукати та виправляти помилки в тексті програми. Вміє описувати на мові програмування алгоритми пошуку даних, сортування масивів, та виконувати їх оптимізацію, а також використовувати паттерни проектування, виконувати представлення архітектури програми у вигляді діаграм, а алгоритмів роботи програми у вигляді блок-схем. В тексті програми використовує коментарі.
2	Робота виконана не в повному обсязі. Допущено більше однієї помилки або двох-трьох недоліків в викладках, кресленнях блок-схем або програмі. Студент має уявлення про основні методи цифрової обробки сигналів з використанням сигнальних процесорів, ознайомлений з програмами моделювання телекомунікаційних систем, вміє описувати на мові високого рівня алгоритми цифрової обробки сигналів, що реалізуються різними цифровими фільтрами, та виконувати їх моделювання. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача, але не володіє обов'язковими вміннями за темами, що перевіряються, та основними навичками роботи на ЕОМ, необхідними для вирішення поставленого завдання.
1,5	Роботу в основному не виконано (обсяг виконаної частини менше 2/3 від загального обсягу завдання). Студент показує незнання основних понять, нерозуміння вивчених закономірностей і

	взаємозв'язків, не вміє вирішувати кількісні та якісні завдання. Допущені істотні помилки, які показали, що студент не володіє обов'язковими знаннями з даної теми в повній мірі.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Допущені істотні помилки, які показали, що студент не володіє обов'язковими знаннями з даної теми в повній мірі, вміннями і навичками практичної роботи на ЕОМ, або значна частина роботи виконана не самостійно.
0	Роботу повністю не виконано або допущені суттєві помилки та робота показала повну відсутність у студента обов'язкових знань та вмінь за темами, що перевіряються.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми протягом семестру складає 20 балів (8 робіт по 2,5 бали).</i>

Контрольні роботи	Критерії оцінювання
16-20	Студент самостійно виконав всі етапи рішення задач на ЕОМ повністю у встановлений термін, отримано вірні відповіді або інше необхідне подання результату роботи. В графічному зображенні алгоритму (блок-схемі), в теоретичних викладках рішення немає прогалин і помилок. В тексті програми немає синтаксичних помилок (можливі одна-дві різні неточності, описки, які не є наслідком незнання або нерозуміння навчального матеріалу).
11-15	Робота виконана повністю, але обґрунтування кроків вирішення недостатні, або використані найменш оптимальні підходи до вирішення поставленого завдання. При виконанні виявилось недостатнє володіння навичками роботи з ЕОМ в рамках поставленого завдання. Допущена одна помилка або два-три недоліки в кресленнях блок-схем, викладках або тексті програми.
6-10	Робота виконана в повному обсязі, допущено більше однієї помилки або двох-трьох недоліків в викладках, кресленнях блок-схем або програмі, але студент володіє обов'язковими вміннями за темами, що перевіряються, та основними навичками роботи на ЕОМ, необхідними для вирішення поставленого завдання.
1-5	Допущені істотні помилки, які показали, що студент не володіє обов'язковими знаннями з даної теми в повній мірі, вміннями і навичками роботи на ЕОМ, або значна частина роботи виконана не самостійно.
0	Робота показала повну відсутність у студента навичок практичної роботи на ЕОМ, обов'язкових знань та вмінь за темами, що перевіряються.

Поточний модульний контроль у формі тестування

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

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання завдань на практичних чи лабораторних заняттях	8x2,5 бали = 20 балів	8x2,5 бали = 20 балів
Виконання домашньої контрольної роботи	1x20 бали = 20 балів	1x20 бали = 20 балів
Поточний модульний контроль	2x10 балів = 20 балів	2x10 балів = 20 балів
Всього	60	60

Критерії оцінювання знань з дисципліни у формі заліку (1-й семестр) та екзамену (2-й семестр).

Залік (1-й семестр) та екзамен (2-й семестр) проводиться в письмовій формі та складається з трьох завдань – двох теоретичних запитань та однієї задачі. 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 студенти, які повно та ґрунтовно розкрили теоретичне питання, використавши при цьому не лише обов'язкову, а й додаткову літературу, в повному обсязі володіють навчальним матеріалом з промислових операційних систем, вільно, самостійно й аргументовано його викладають його під час письмової відповіді.

10-12 балів отримують студенти, 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 студенти, які в цілому володіють навчальним матеріалом, правильно визначили сутність питання, але розкрили його не повністю, без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допустивши деякі незначні помилки.

6-7 балів отримують студенти, 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 студенти, 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 студенти, 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 10 балів).

8-10 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітке визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення.

5-7 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття, або поверхнево проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

3-4 бали отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття, або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

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

Третє завдання семестрового заліку (2-й та 3-й семестри) або підсумкового екзамену (4 семестр) потребує від студента написати програму, і оцінюється від 0 до 15 балів.

13-15 балів отримують студенти, які самостійно виконали всі етапи рішення задачі на ЕОМ, в результаті роботи програми отримано вірні відповіді або інше необхідне подання результату роботи. В тексті програми немає синтаксичних помилок та попереджень. Реалізований нестандартний алгоритм, або оптимальний алгоритм роботи програми з точки зору використання обчислювальних ресурсів.

10-12 балів отримують студенти, які самостійно розробили програму на ЕОМ, в результаті роботи програми отримано вірні відповіді або інше необхідне подання результату роботи. При компіляції програми немає синтаксичних помилок, але можуть бути попередження.

8-9 балів отримують студенти, які при написанні програми допустили незначні синтаксичні помилки, в цілому правильно виконали реалізацію алгоритму роботи програми, хоча не оптимальним чином.

6-7 балів отримують студенти, які допустили в програмі несуттєві логічні помилки, що призвело до роботи програми.

3-5 балів отримують студенти, які допустили в програмі суттєві логічні помилки, що призводить до виникнення критичної помилки під час роботи програми та її аварійного завершення.

0-2 бали отримують студенти, які допустили суттєві синтаксичні та логічні помилки при реалізації алгоритму програми. Продемонстрували неволодіння основними засобами та технологіями розробки програмного забезпечення, а їх знання обмежуються лише елементарними поняттями в галузі програмування.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

1-й семестр

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Лабораторна робота №1, №2	5	Лабораторна робота №1, №2	5
	T2	Лабораторна робота №3, №4	5	Лабораторна робота №3, №4	5
ПМК		Виконання домашньої контрольної роботи	20	Виконання домашньої контрольної роботи	20
		Тест	10	Тест	10
ЗМ 2	T3	Лабораторна робота №5, №6	5	Лабораторна робота №5, №6	5
	T4	Лабораторна робота №7, №8	5	Лабораторна робота №7, №8	5
ПМК		Тест	10	Тест	10
Підсумковий контроль		Залік	40	Залік	40
Сума			100		100

2-й семестр

ЗМ5	T5	Практичні роботи №1, №2	5	Практичні роботи №1, №2	5
	T6	Практична робота №3	2,5	Практична робота №3	2,5
ПМК		Виконання домашньої контрольної роботи	20	Виконання домашньої контрольної роботи	20
		Тест	10	Тест	10
ЗМ6	T7	Практичні роботи №4, №5, №6	7,5	Практичні роботи №4, №5, №6	7,5
	T8	Практичні роботи №7, №8	5	Практичні роботи №7, №8	5
ПМК		Тест	10	Тест	10
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100

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

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 студенту 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 «Промислові операційні системи».

На практичних заняттях студенти використовують комп'ютери та отримують навички ефективного використання сучасних комп'ютерно-інформаційних технологій у своїй діяльності, що має забезпечити формування у студентів основ інформаційної культури та інформативно-комунікативної компетентності. Також комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі тестування.

В якості середовища розробки програмного забезпечення може використовуватися Watcom C для платформи x86 та STMCubeMX STMCubeIDE для платформи ARM, що не потребує ліцензування та може бути завантажено з офіційних сайтів компанії.

Як наочний матеріал на лекціях, лабораторних і практичних заняттях використовуються конспект лекцій з дисципліни «Промислові операційні системи» та методичні вказівки до виконання практичних і лабораторних робіт.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Курниц А. FreeRTOS — операційна система для мікроконтролерів // Компоненти та технології. 2011. № 2. С. 96 – 100.
2. Курниц А. FreeRTOS — операційна система для мікроконтролерів // Компоненти та технології. 2011. № 3. С. 109 – 114.
3. Курниц А. FreeRTOS — операційна система для мікроконтролерів // Компоненти та технології. 2011. № 4. С. 96 – 102.
4. Курниц А. FreeRTOS — операційна система для мікроконтролерів // Компоненти та технології. 2011. № 5. С. 97 – 102.
5. Курниц А. FreeRTOS — операційна система для мікроконтролерів // Компоненти та технології. 2011. № 6. С. 98 – 104.
6. Курниц А. FreeRTOS — операційна система для мікроконтролерів // Компоненти та технології. 2011. № 7. С. 23 – 32.
7. Курниц А. FreeRTOS — операційна система для мікроконтролерів // Компоненти та технології. 2011. № 8. С. 132 – 140.
8. Курниц А. FreeRTOS — операційна система для мікроконтролерів // Компоненти та технології. 2011. № 9. С. 97 – 104.

9. Курниц А. FreeRTOS — операційна система для мікроконтролерів // Компоненти та технології. 2011. № 10. С. 93 – 100.
10. Гордєєв А. В. Операційні системи: навч. посібник, 2004.
11. Дейтел Х. М., Дейтел П. Дж. Операційні системи. Розподілені системи, мережі, безпека. – 3-є вид. [пер. с англ.], 2006.
12. Оліфер В. Г., Оліфер Н. А. Мережеві операційні системи, 2006.
13. Таненбаум, Е. Сучасні операційні системи. – 2-є вид., 2005.
14. Carmine Novello. Mastering STM32. A step-by-step guide to the most complete ARM Cortex-M platform, using a free and powerful development environment based on Eclipse and GCC, 2018. 826 p.
15. Групи подій FreeRTOS. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://trueimpostors.ucoz.ru/publ/eventgroup_freertos/1-1-0-138
16. Вступ до LpIP. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.mcu.by/lwip/>

Допоміжна література

17. Страуструп, Б'єрн. Дизайн та еволюція C++, 2016. – 446 с.
18. Дорогов В.Г. Основи програмування на мові C: навч. посіб., 2013. – 224 с.
19. Терехов А. Н. Технологія програмування: навч. посіб., 2006.
20. Партика Т. Л. Операційні системи, середовища та оболонки. – 2-є вид., 2008.
21. Хьюз, Камерон. Паралельне та розподілене програмування з використанням C++: моногр. : Вільямс, 2016. – 672 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

22. Середовище Tracealyzer. Режим доступу: <https://percepio.com/tracealyzer/>

Розробник:

доцент кафедри ПЕЕТ



к.т.н., доц. Дьяконов О.С.