

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра комп'ютерних наук

**ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Декан факультету інформаційних  
технологій  
Олена ГЛАЗУНОВА  
« 12 » 01 20 23 р.

**«СХВАЛЕНО»**  
на засіданні кафедри комп'ютерних наук  
Протокол № 12 від « 01 » 06 20 23  
р.  
Завідувач кафедри  
Белла ГОЛУБ

**«РОЗГЛЯНУТО»**  
Гарант ОП «Комп'ютерні науки»  
Гарант ОП  
Олена ГЛАЗУНОВА

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ**

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»

Освітня програма: «Комп'ютерні науки»

Факультет: інформаційних технологій

Розробник: д.т.н. Бондаренко В.Є.

Київ 2023

**1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ**

<b>Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь</b>		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	122 «Комп'ютерні науки»	
Освітня програма	Комп'ютерні науки	
	<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>	
	Вид	вибіркова
	Загальна кількість годин	120
	Кількість кредитів ECTS	4
	Кількість змістових модулів	2
	Форма контролю	Екзамен
	<b>Показники навчальної дисципліни для денної форми навчання</b>	
		денна форма навчання
	Курс (рік підготовки)	4
	Семестр	7
	Лекційні заняття, год.	12
	Лабораторні заняття, год.	24
	Самостійна робота, год.	84
	Кількість тижневих годин аудиторних	4

## **2 МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА КОМПЕТЕНТНОСТІ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **2.1. Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця**

Дана навчальна дисципліна є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль фахівця в області інформаційних управляючих систем та технологій.

### **2.2. Мета викладання навчальної дисципліни**

**Метою** викладання дисципліни є надання студентам базових теоретичних знань щодо методів функціонування операційних систем реального часу та набуття початкових практичних навичок роботи з операційними системами реального часу та проектування програмного забезпечення в середовищі таких систем.

Формування систематизованих знань, умінь, навичок, що стосуються роботи в операційних системах реального часу та створення програмного забезпечення під такі системи. Отримання навичок розробки програм на мові C++ в сучасних середовищах розробки програмного забезпечення.

**Завдання** **учбової дисципліни:** - вивчення принципів роботи операційних систем і специфіки операційних систем реального часу; - придбання навичок створення програмного забезпечення з використанням мови C++; - придбання навичок роботи в сучасних середовищах розробки програмного забезпечення; - закріплення знань і навичок, отриманих при вивченні дисциплін «Математика», «Інформатика», «Алгоритми і структури даних».

- формування навичок по самостійному оволодінню сучасними технологіями побудови систем, представлення їх в загальній структурі інформаційних управляючих технологій.

### **2.3. Інтегровані вимоги до знань та умінь з навчальної дисципліни**

**Компетенції** студента, що формуються в результаті освоєння дисципліни

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни студент повинен:

**Знати:**

Апаратні механізми забезпечення реального часу і підвищення продуктивності в мікроконтролерах; Характеристики задач реального часу.

Програмні механізми розподілу ресурсів в операційних системах реального часу; Основи архітектури операційних систем реального часу.

Програмні механізми розподілу ресурсів в операційних системах реального часу; Основи архітектури операційних систем реального часу.

**Вміти:**

Аналізувати поставлену задачу і вибрати шлях її рішення.

Проводити розробку програм на мові С++ для операційних систем реального часу.

**Володіти:**

Можливістю проводити аналіз диспетчеризації задач реального часу.

Практичними навичками програмування з використанням операційних систем QNX6, Free RTOS.

Самостійно розробляти програми на мові програмування С++;

Набуття компетентностей.

<b>Інтегральна компетентність</b>	Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми інженерії програмного забезпечення, що передбачає проведення досліджень з елементами наукової новизни та/або здійснення інновацій в умовах невизначеності вимог.
<b>Загальні компетентності (ЗК)</b>	ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, насамперед, пов'язаних з природоохоронною галуззю. ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
<b>Фахові компетентності спеціальності (ФК)</b>	СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем. СК6. Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики. СК8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

### 7 – Програмні результати навчання

ПР7. Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв’язання одно– та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.

ПР7. Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв’язання одно– та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.

ПР13. Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп’ютерних систем.

## 3 ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Повного та скороченого термінів денної та заочної форм навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							Заочна форма					
	тижн і	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
			л	п	ла б	ін д	с.р .		л	п	ла б	ін д	с.р .
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>Змістовий модуль 1. Основи ОС РЧ</b>													
<b>Тема 1.</b> Предмет дисципліни, Основні поняття. Класифікація задач реального часу.		21	2		4		15						
<b>Тема 2.</b> Основні засади побудови систем реального часу..		21	2		4		15						
<b>Тема 3.</b> Архітектура		20	2		4		14						

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							Заочна форма					
	тижні	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	
систем реального часу.													
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>		62	6		12		44						
<b>Змістовий модуль 2. Архітектура ОС РЧ</b>													
<b>Тема 4.</b> Архітектура програмного забезпечення систем реального часу		26	2		4		20						
<b>Тема 5.</b> Загальна схема побудови операційних систем реального часу		16	2		4		10						
<b>Тема 6.</b> Управління процесами Управління процесами та потоками. Перспективи розвитку СРЧ.		16	2		4		10						
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>		58	6		12		40						
<b>Усього</b>	12	120	12		24		84						

#### 4. ЗМІСТ КУРСУ

## **Розділ 1. Вступ**

**Тема 1.1.** Предмет дисципліни. Історичні відомості щодо розвитку систем реального часу. Роль та місце дисципліни «Системи реального часу» у системі інформаційної освіти.

## **Розділ 2. Основні поняття систем реального часу (СРЧ)**

**Тема 2.1.** Основні поняття. Основні поняття та визначення. Трактуювання систем реального часу. Области їх застосування та розв'язувані завдання. Коротка історія та тенденції розвитку систем реального часу.

**Тема 2.2.** Класифікація задач реального часу. Системи автоматичного та автоматизованого управління. Системи керування технологічними процесами. Системи організаційного управління. Інтегровані системи керування.

**Тема 2.3.** Основні засади побудови систем реального часу Структурна схема систем інформаційного управління. Основні вимоги до обчислювальних засобів та характеристик виконання.

**Тема 2.4.** Місце та роль обчислювальної техніки в автоматизованих системах управління. Класифікація обчислювальної техніки у автоматизованих системах управління. Роль людини у системах управління. Стандарти на операційні системи реального часу.

## **Розділ 3. Апаратне та програмне забезпечення СРЧ.**

**Тема 3.1.** Архітектура систем реального часу. Формування апаратного та програмного середовища для реалізації додатків СРЧ. Пристрої зв'язку з об'єктами. Режими роботи комп'ютерних систем та їх застосування для реального часу. Апаратна підтримка мультипрограмної роботи: методи та засоби обробки асинхронних подій, система переривань та пріоритетів, розподіл та захист пам'яті, системні виклики та привілейовані операції, управління правами доступу, засоби вимірювання часу. Робота засобів вимірювання та розподілу часу комп'ютерів IBM PC.

**Тема 3.2.** Архітектура програмного забезпечення реального часу. Мови програмування, основні конструкції, методи та прийоми програмування. Типи операційних систем: монолітні, модульні, об'єктні на основі мікроядер.

## **Розділ 4. Основи побудови операційних систем реального часу**

**Тема 4.1.** Загальна схема побудови операційних систем реального часу. Співвідношення планування та диспетчеризації в операційних системах реального часу. Управління обчислювальним процесом та ресурсами системи.

**Тема 4.2.** Процеси та потоки. Концепція процесу. Процеси та потоки, їх стани та переходи. Міжпроцесорна взаємодія. Синхронізація процесів: пам'ять, що розділяється, семафори і м'ютекси, події, поштові скриньки.

**Тема 4.3.** Управління процесами та потоками. Приклади та огляд основних операційних систем реального часу: QNX, Free RTOS, VxWorks, RTX-розширення реального часу для ОС Unix та Windows. Оцінювання ефективності функціонування систем реального часу.

**Тема 4.4.** Перспективи розвитку СРЧ. Нова елементна основа комп'ютерних систем. Багатоядерні мікропроцесори та нові тенденції

формування апаратно-програмної моделі СРЧ. Функціонування СРЧ. Системи реального часу і системи, що самоорганізуються.

## 5 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Таймери у ОС MS Windows	4
2	Створення потоків Win32 API для ОС MS Windows	4
3	Процеси та їх створення у Win32 API для ОС MS Windows	4
4	Синхронізація потоків за допомогою семафорів та критичних секцій.	4
5	Інсталяція ОС РЧ QNX Momentics	2
6	Інсталяція ОС РЧ QNX Neutrino	2
7	Реалізація простої програми на C++.	2
8	Процеси і потоки.	2
<b>Усього</b>		<b>24</b>

## 6. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ (ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ)

**Розділ 3.** Апаратне та програмне забезпечення СРЧ.

**Лабораторна робота 1.** Таймери у ОС MS Windows *Мета роботи:* -

Вивчити служби таймерів, що надаються операційною системою Microsoft Windows. - Розглянути призначення основних процедур та функцій цих служб, призначення та зміст їх вхідних параметрів та значень, що повертаються. - Навчитися застосовувати на практиці отримані знання.

**Розділ 4.** Основи побудови операційних систем реального часу.

**Лабораторна робота 2.** Створення потоків Win32 API для ОС MS Windows.

*Мета роботи:* - Вивчити потоки в операційній системі Microsoft Windows. - Навчитися застосовувати на практиці отримані знання.

**Лабораторна робота 3.** Процеси та їх створення у Win32 API для ОС MS

Windows. *Мета роботи:* - Вивчити процеси в операційній системі Microsoft Windows. - Навчитися застосовувати на практиці отримані знання.



**Лабораторна робота 4.** Синхронізація потоків за допомогою семафорів та критичних секцій. *Мета роботи:* - Вивчити методи синхронізації потоків за допомогою семафорів та критичних секцій. - Навчитися застосовувати на практиці отримані знання.

**Лабораторна робота 5.** Інсталяція ОС РЧ QNX Momentics. *Мета роботи:* - Вивчити процеси в операційній системі QNX Momentics. – встановити ОС.

**Лабораторна робота 6.** Інсталяція ОС РЧ QNX Neutrino. *Мета роботи:* Вивчити процеси в операційній системі QNX Neutrino. – встановити ОС.

**Лабораторна робота 7.** Реалізація простої програми на C++. *Мета роботи:* - реалізувати на C++ просту обчислювальну програму.

**Лабораторна робота 8.** Процеси і потоки. *Мета роботи:* створення процесів і потоків засобами ОС РЧ QNX.

## **7. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ**

**Розділ 1. Вступ 1.1.** Предмет дисципліни читання основної та додаткової літератури, самостійне вивчення матеріалу з літературних джерел, Усне опитування, тестування (9 год.)

**Розділ 2.** Основні поняття систем реального часу (СРЧ) (25 год.)

**Тема 2.1.** Основні поняття: читання основної та додаткової літератури, самостійне вивчення матеріалу з літературних джерел. Усне опитування, тестування.

**Тема 2.2.** Класифікація завдань реального часу: читання основної та додаткової літератури, самостійне вивчення матеріалу з літературних джерел. Усне опитування, тестування.

**Тема 2.3.** Основні принципи побудови систем реального часу: читання основної та додаткової літератури, самостійне вивчення матеріалу з літературних джерел. Усне опитування, тестування.

**Тема 2.4.** Місце та роль обчислювальної техніки в автоматизованих системах управління: читання основної та додаткової літератури, самостійне вивчення матеріалу з літературних джерел. Усне опитування, тестування

**Розділ 3.** Апаратне та програмне забезпечення СРЧ. (25 год.)

**Тема 3.1.** Архітектура систем реального часу, читання основної та додаткової літератури, самостійне вивчення матеріалу з літературних джерел, виконання лабораторних робіт. Усне опитування, тестування, захист лабораторних робіт

**Тема 3.2.** Архітектура програмного забезпечення систем реального часу: читання основної та додаткової літератури, самостійне вивчення матеріалу з літературних джерел, виконання лабораторних робіт. Усне опитування, тестування, захист лабораторних робіт.

**Розділ 4.** Основи побудови операційних систем реального часу (25 год)

**Тема 4.1.** Загальна схема побудови операційних систем реального часу: читання основної та додаткової літератури, самостійне вивчення матеріалу з літературних джерел, виконання лабораторних робіт. Усне опитування, тестування, захист лабораторних робіт.

**Тема 4.2.** Процеси та потоки читання основної та додаткової літератури. Усне опитування, самостійне вивчення матеріалу за літературними джерелами, виконання лабораторних робіт.

**Тема 4.3.** Управління процесами та потоками. Читання основної та додаткової літератури, самостійне вивчення матеріалу з літературних джерел, виконання лабораторних робіт. Усне опитування, тестування, захист лабораторних робіт.

**Тема 4.4.** Перспективи розвитку СРЧ. Читання основної та додаткової літератури, самостійне вивчення матеріалу з літературних джерел, виконання лабораторних робіт. Усне опитування, тестування, захист лабораторних робіт.

## **8. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАСВОЄННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТАМИ**

### **ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЕКЗАМЕНУ**

1. Місце та роль систем реального часу в інформаційних системах.
2. Класифікація та основні трактування систем реального часу.
3. Типи завдань, розв'язуваних у системах реального часу, та його характеристики.
4. Мета створення систем реального часу. Стандарти, що описують системи реального часу
5. Склад та призначення компонент у системах реального часу.
6. Вимоги до систем реального часу.
7. Принципи використання комп'ютерів у системах управління.  
Структурна схема.
8. Завдання, які вирішуються комп'ютерами під час управління виробничими процесами у системах реального часу.

9. Місце і роль людини в системах управління виробничими процесами в системах реального часу.
10. Рівні автоматизації виробничих процесів у системах реального часу.
11. Вимоги до систем збору даних та управління в системах реального часу
12. Однопрограмні режими роботи комп'ютера та їх можливості для побудови систем реального часу.
13. Багатопрограмні режими роботи комп'ютера. Режим пакетної обробки та його Можливості для побудови систем реального часу.
14. Багатопрограмні режими роботи комп'ютера. Режим поділу часу та його можливості для побудови систем реального часу
15. Особливості побудови багатопрограмного режиму реального часу.
16. Служба часу IBM PC. Принципи роботи служби часу.
17. Призначення та завдання, що вирішуються службою часу в СРЧ.  
Структурна схема служби часу з прикладу IBM PC.
18. Особливості обладнання, що використовується для створення СРЧ.
19. Системи збору даних та управління в системах реального часу.  
Особливості різних видів систем керування.
20. Необхідність управління завданнями у системах реального часу.
21. Класифікація процесів та їх переходів у системах реального часу.
22. Типи архітектур операційних систем реального часу (ОСРЧ). ОСРЧ на основі монолітної структури.
23. Типи архітектур операційних систем реального часу (ОСРЧ). ОСРЧ на основі модульної структури.
24. Типи архітектур операційних систем реального часу (ОСРЧ). ОСРЧ на основі об'єктів (мікроядра).
25. Узагальнена структура операційних систем реального часу.
26. Класифікація засобів синхронізації та взаємодії процесів у операційній системі реального часу (ОСРЧ).
27. Розділяється пам'ять як засіб синхронізації та взаємодії процесів у операційній системі реального часу (ОСРЧ).
28. Семафори як засіб синхронізації та взаємодії процесів у операційній системі реального часу (ОСРЧ).
29. Події як засіб синхронізації та взаємодії процесів в операційних системах реального часу (ОСРЧ)
30. Поштові скриньки як засіб синхронізації та взаємодії процесів у операційній системі реального часу (ОСРЧ).
31. Додаткові засоби синхронізації та взаємодії процесів у операційній системі реального часу (ОСРЧ). М'ютекси (mutexs).
32. Додаткові засоби синхронізації та взаємодії процесів у операційній системі реального часу (ОСРЧ). Умовні змінні (Condvars).
33. Управління завданнями операційних системах реального часу (ОСРЧ). Використання пріоритетів.
34. Управління завданнями операційних системах реального часу (ОСРЧ). Стратегії планування.

35. Управління завданнями операційних системах реального часу (ОСРЧ). Планування періодичних завдань.
36. Нова елементна основа сучасних комп'ютерів.
37. Організація паралельної роботи з обробки інформації.

## 9. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Передбачено проведення занять у вигляді лекцій, лабораторних та самостійних робіт. На лекціях застосовуються мультимедійні засоби та дискусії. Лабораторні роботи проводяться у двох частинах – пояснення завдання та захист студентами їхнього виконання. Самостійна робота може бути проведена за вказівкою викладача або за вибором студента відкритого курсу та демонстрації сертифікату проходження цього курсу. Для розповсюдження усіх матеріалів як з боку викладача, так і з боку студента, використовується платформа *moodle*, що розташована за посиланням *elearn.nubip.ua*.

## 10. ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Для забезпечення контролю викладач оцінює виконання лабораторних та самостійних робіт і тестування. Лабораторні роботи мають бути захищені з демонстрацією виконаного завдання та відповідями на запитання викладача. Самостійні роботи захищаються доповідями з презентацією. Курс розбитий на 2 модулі. По завершенню кожного модуля необхідно скласти тест, а по завершенню усього курсу – екзамен.

## 11. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 26.04.2023 р. протокол № 8)

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{\text{нр}}$  (до 70 балів):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$ .

## 12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Жданов А.А. Операційні системи реального часу. - PCWeek, 8/1999. 280 с.
2. Дреус Ю.Г. Системи реального часу: технічні та програмні засоби: Навчальний посібник. - 2010. 320 с.
3. Зиль С. Штатні механізми QNX Neutrino для забезпечення відмовостійкості обчислювальних систем жорсткого реального часу. - СТА, 3/2009, 118 с.

### Додаткова

1. Журавель І. В. Особливості використання операційних систем реального часу у мікроконтролерних системах / І. В. Журавель, Л. Ф. Сайківська // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті: матеріали 24-й Міжнар. молодіж. форуму, 7-9 квітня 2020 р. – Харків: ХНУРЕ, 2020. – Т. 3. – С. 190–191.

### Інформаційні ресурси

1. [VxWorks Facilities: An Overview](#) Virtual Memory (Including VxVMI Option), 2019
2. [І. Б. Бурдонов, А. С. Косачев, В. Н. Пономаренко «Операційні системи реального часу»](#) 2019