НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра комп’ютерних наук

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан факультету інформаційних технологій
_____ Олена ГЛАЗУНОВА
«___» _____ 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_«Інженерія програмного забезпечення»_
Гарант ОП
_____ Белла ГОЛУБ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Спеціальність : 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Освітня програма: «Інженерія програмного забезпечення»

Факультет: інформаційних технологій

Розробник: д.т.н. Бондаренко В.Є.

Київ 2023

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	121 «Інженерія програмного забезпечення»	
Освітня програма	Інженерія програмного забезпечення	
	Характеристика навчальної дисципліни	
	Вид	вибіркова
	Загальна кількість годин	120
	Кількість кредитів ECTS	4
	Кількість змістових модулів	2
	Форма контролю	Екзамен
	Показники навчальної дисципліни для денної форми навчання	
		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, навиків, що стосуються роботи в операційних системах реального часу та створення програмного забезпечення під такі системи. Отримання навиків розробки програм на мові С++ в сучасних середовищах розробки програмного забезпечення.

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

- формування навиків 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.

Інтегральна компетентність	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.
Загальні компетентності (ЗК)	К02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
Фахові компетентності спеціальності (ФК)	К13. Здатність ідентифікувати, класифікувати та формулювати вимоги до програмного забезпечення. К15. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем. К16. Здатність формулювати та забезпечувати вимоги щодо якості програмного забезпечення у відповідності з вимогами замовника, технічним завданням та стандартами. К27. Здатність створювати кросплатформне програмне забезпечення та програмне забезпечення для різних ОС та апаратних платформ.
7 – Програмні результати навчання	
ПР01. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки, у тому числі, у природоохоронній галузі. ПР06. Уміння вибирати та використовувати відповідну задачі методологію створення програмного забезпечення, враховуючи специфіку природоохоронної галузі. ПР09. Знати та вміти використовувати методи та засоби збору, формулювання та аналізу вимог до програмного забезпечення. ПР11. Вибирати вихідні дані для проєктування, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання. ПР25. Вміти розробляти кросплатформне програмне забезпечення, у тому числі, для різних операційних систем і апаратного забезпечення.	

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					
	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
Змістовий модуль 1. **Основи ОС РЧ**													
Тема 1. Предмет дисципліни, Основні поняття. Класифікація задач реального часу.		21	2		4		15						
Тема 2. Основні засади побудови систем реального часу..		21	2		4		15						
Тема 3. Архітектура систем реального часу.		20	2		4		14						
Разом за змістовим модулем 1		62	6		12		44						
Змістовий модуль 2. **Архітектура ОС РЧ**													
Тема 4. Архітектура програмного забезпечення систем		26	2		4		20						

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
реального часу													
Тема 5. Загальна схема побудови операційних систем реального часу		16	2		4		10						
Тема 6. Управління процесами Управління процесами та потоками. Перспективи розвитку СРЧ.		16	2		4		10						
Разом за змістовим модулем 2		58	6		12		40						
Усього	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. Трактування систем реального часу. Області 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 С++.	2
8	Процеси і потоки.	2
Усього		**24**

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 С++. *Мета роботи*: - реалізувати на С++ 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 (10 годин)

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

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 годин)

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 (24 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 ЗНАНЬ 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 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 операційні системи реального часу (ОСРЧ).
27. Розділяється пам'ять як засіб синхронізації та взаємодії процесів у операційні системи реального часу (ОСРЧ).
28. Семафори як засіб синхронізації та взаємодії процесів у операційні системи 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 операційні системи реального часу (ОСРЧ).
31. Додаткові засоби синхронізації та взаємодії процесів у операційні системи реального часу (ОСРЧ). М'ютекси (mutexs).
32. Додаткові засоби синхронізації та взаємодії процесів у операційні системи 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 збоку 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 $R_{дис}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{нр}$ (до 70 балів): $R_{дис} = R_{нр} + R_{ат}$.

12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Жданов А.А. Операційні системи реального часу. - PCWeek, 8/1999. 280 с.
2. Древс 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