

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: Т82321

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**Комп'ютеризовані системи керування
COMPUTERIZED CONTROL SYSTEMS**

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

тип дисципліни обов'язкова
обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання українська
українська/англійська

Миколаїв – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Комп'ютеризовані системи керування» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

спеціальності 171 «Електроніка»

освітня програма «Електронні системи»

" 02 " травня 2023 року. – 26 с.

Розробники: Рябенський В.М., зав кафедри ПЕЕТ, д.т.н., професор

Проект робочої програми навчальної дисципліни «КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

д.т.н., проф. Рябенський В.М.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ» розглянуто на засіданні кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

Протокол № 11 від «06» 06 2023 р.

Завідувач кафедри ПЕЕТ д.т.н., проф. Рябенський В.М.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 10 від «19» 06 2023 р.

Голова к.т.н., доц. Жук Д.О.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу к.т.н., доц. Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни «КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від «28» 06 2023 р.

Голова НМР НУК

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	6
6. Методи навчання , засоби діагностики результатів навчання та форми поточного та підсумкового контролю.....	17
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	17
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	24
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	25
10. Рекомендовані джерела інформації.....	25

ВСТУП

Анотація

Вивчення фундаментальних принципів побудови комп'ютеризованих систем керування, забезпечення їх надійності, ефективності, якісного супроводження а також визначення оптимальної архітектури апаратних засобів автоматизації є важливою передумовою формування у студентів знань та вмінь по основам автоматизації, керуванню технологічними процесами, інформаційним технологіям при рішенні завдань автоматизації. Програма дисципліни має на меті вивчення студентами теорії та оволодіння практичними навичками при розробці схем та програмного забезпечення для систем керування різним технологічним обладнанням, створенні систем збору та обробки даних про стан технологічних процесів, використанні спеціалізованих програмних середовищ при вирішенні завдань автоматизації.

Курс вивчення комп'ютеризованих систем керування носить міждисциплінарний характер з використанням технічних засобів навчання, сучасних технологій оволодіння практичними навичками проектування, налагодження і експлуатації сучасних комп'ютеризованих систем управління з великими обсягами оброблюваної інформації.

Ключові слова: автоматизація; система керування; людино-машинний інтерфейс; SCADA; програмований логічний контролер; інтерфейс.

Abstract

Studying the fundamental principles of building computerized control systems, ensuring their reliability, efficiency, quality support, as well as determining the optimal architecture of automation hardware is an important prerequisite for the formation of students' knowledge and skills in the basics of automation, process control and information technology in solving problems. The program of the course aims at studying by the students the theory and mastering practical skills in the development of circuits and software for control systems of various technological equipment, the creation of systems for acquisition and processing data on the state of technological processes, the use of specialized software environments for solving automation problems.

The course of study of computerized control systems is multidisciplinary in nature, using the technical means of education, modern technologies of mastering the practical skills of designing, adjusting and operating modern computerized control systems with a large amount of processed information.

Keywords: automation; control system; human-machine interface; SCADA; programmable logic controller; interface.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 8	Галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	Обов'язкова	—
Модулів – 2		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		5-й	5-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність – 171 Електроніка Освітня програма – Електронні системи	Семестр	
		9-й,	9-й,
		Лекцій	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: курсовий проект		30 год.	14
		Практичні	
		15	6
Загальна кількість годин: 240		Лабораторні	
		30 год.	14
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 год. самостійної роботи студента – 11;	Освітній рівень: другий (магістерський)	Самостійна робота	
		165 год.	206
		Індивідуальні завдання: -	
		Вид контролю: 9-й сем. – екзамен, 9-й сем.(КП)	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ» засвоєння студентами фундаментальних принципів побудови комп'ютеризованих систем керування, знань та вмінь по основам автоматизації, керуванню технологічними процесами, інформаційним технологіям при рішенні завдань автоматизації та формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- СК7 – Здатність до розв'язання задач обробки та відображення інформації в сучасних електронних пристроях і системах.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: «Основи комп'ютеризованих систем управління», «Електронні системи».

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.
- ПРН14 – Інтегрувати електронні пристрої та системи в цифрове середовище, організовувати обмін, накопичення та обробку інформації.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Принципи побудови і особливості архітектури комп'ютеризованих систем керування.

Тема 1. Архітектура і принципи функціонування промислових комп'ютерів.

Лекція 1. Вступна. Роль і місце дисципліни “Комп'ютеризовані системи керування” у підготовці сучасних спеціалістів з електроніки. Призначення, галузі використання, структури типових систем керування, класифікація. Централізовані та розподілені системи. Апаратні та програмні елементи систем керування. Канали зв'язку у розподілених системах керування Типова структура сучасного комп'ютера. Особливості побудови і функціонування промислових комп'ютерів, периферія, стандартні шини комп'ютерів, контролери і компоненти комп'ютера: відеосистема, дискова система вводу-виводу, порти

комп'ютера. [1] с. 40-67, с.77-92; [2] с. 29-54; [8] с. 34-67. . [1, розд. 1]; [2, розд. 1]; [3, розд. 1]; [8, розд. 1].

Лекція 2. Апаратно-програмні засоби обміну інформацією між двома комп'ютерами та між комп'ютером і контролером через послідовний порт. Огляд промислових протоколів обміну даними. Організація процесу обміну даними між комп'ютером і контролером через локальну мережу. Дослідження характеристик локальної мережі, визначення затримок передачі даних та їх впливу на якість керування. [3] с. 40-62; [4] с. 225-256; [5] с. 85-98, с. 122-137; [8] с. 467-506. [5] с. 308-336 , с. 358-376; [7] с. 445-480.

Тема 2. Принципи розробки програм у SCADA-системах.

Лекція 3. Призначення та галузі застосування SCADA-систем. Основні характеристики сучасних SCADA-систем. Ефективність та надійність програмного забезпечення. Критерії вибору конкретної SCADA-системи. Особливості розробки програм на SCADA-системах. Система Trace Mode. Основні характеристики. Засоби розробки програм у середовищі Trace Mode. Організація інтерфейсу. Стандартні інструменти розробки програм у Trace Mode. Методики побудови алгоритмів у системі Trace Mode. [5] с. 276-305; [8] с. 115-131. [8] с. 32-89, с. 130-156; [10] с. 26-59.

Лекція 4. Мнемосхема як основа SCADA. Вимоги до проектування мнемосхем. Використання стандартних і додаткових елементів. Критерії вибору елементів керування і відображення. Розробка програмних засобів для цифрової обробки сигналів (цифрова фільтрація, спектральний аналіз, кореляційна функція, статистичний аналіз). Представлення результатів обробки сигналів у графічному вигляді. Принципи розробки програмних засобів обміну даними між комп'ютером і контролером через комунікаційні інтерфейси. Розробка протоколу обміну даними. [3] с. 47-60; [5] с. 7-29. [4] с. 225-256; [8] с. 467-506.

Змістовий модуль 2. Організація обміну даними в комп'ютеризованих системах керування.

Тема 3. Стандартні шини промислових комп'ютерів.

Лекція 5. Стандарти RS-232, RS-485. Послідовна передача даних, протоколи передачі, електричні характеристики пристроїв для послідовної передачі, апаратні та програмні можливості комп'ютерів для послідовної передачі. Передача інформації у довгих лініях, узгодження, залежність швидкості передачі від довжини лінії. Методика проектування систем послідовної передачі на мікроконтролерах. Паралельні шини комп'ютера. LPT-порт. Стандарти реалізації паралельного порту. Програмні та апаратні елементи паралельного порту. Розширення паралельного порту. Стандарти EPP, ECP. Електричні характеристики, вимоги до з'єднувального кабелю. Огляд стандартних шин комп'ютерів. Призначення різних шин (PCI, ISA), порівняльна характеристика. Галузі використання різних шин. Режими передачі

даних PCI: PIO-режим, DMA-режим. [1] с. 69-87; [3] с. 47-60; [5] с. 7-29. [1] с. 22-47, с. 89-92; [3] с. 40-62; [5] с. 85-98, с. 122-137.

Лекція 6. Керування пристроями через локальну мережу. Особливості мереж TCP/IP. Поняття про сокети. Алгоритм створення програми обміну даними між кількома комп'ютерами через локальну комп'ютерну мережу у режимі клієнт-сервер. Мікросхеми з апаратною реалізацією стеку протоколів TCP/IP та керуваннями ними. Реалізація TCP/IP на мікроконтролерах.

Універсальна послідовна шина комп'ютера (USB). Призначення шини USB. Технічні характеристики. Архітектура. Роз'єм та призначення контактів. Організація USB-пристрою. Структура інформаційного потоку. Типи передачі даних. Програмне керування. Мікросхеми фірм Atmel, Microchip, Cypress та FTDI з підтримкою шини USB. Технологія безпроводного зв'язку WirelessUSB фірми Cypress. [3] с. 1-534; [9] с. 153-156. . [6] с. 19-366; [8] с. 13-427.

Тема 4. Стандартні інтерфейси обміну даними промислових комп'ютерів.

Лекція 7. Послідовні периферійні інтерфейси SPI та I2C. Характеристики, конфігурація SPI. Сполучення мікроконтролерів по інтерфейсу SPI. Організація збору даних від датчиків по інтерфейсу I2C. Адресація пристроїв. Діаграми роботи інтерфейсів SPI та I2C. Інтерфейси 1–Wire, Ethernet. Характеристики інтерфейсу, часові діаграми роботи. Організація обміну даними по 1-провідній шині. Створення мікропроцесорних систем збору даних з використанням однопрохідної шини. Організація обміну даними по локальній мережі. Використання Windows Sockets. Синхронні та асинхронні сокети. [1] с. 134-141; [5] с.308-336 , с. 358-376; [7] с. 445-480. [1] с. 284-311; [3] с. 128-137; [5] с. 336-358.

Лекція 8. Керування електронними пристроями через інфрачервоний порт та по радіоканалу. Характеристика інфрачервоного каналу зв'язку. Кодування сигналу у відповідності до стандарту IrDA. Інтерфейс RC5. Мікросхеми підтримки IrDA. Використання інтерфейсу Bluetooth в автоматизації. Принципи використання периферійних вузлів мікроконтролера при обміні даними з комп'ютером. Системи на кристалі сімейства AT94 фірми Atmel. Загальна характеристика систем на кристалі (System-on-Chip) як особливого класу мікропроцесорних пристроїв. Системи на кристалі сімейства AT94 фірми Atmel: можливі області застосування, структура, програмування. [3] с. 40-62; [5] с. 85-98, с. 122-137. [4] с. 307; [10] с. 1-104.

Змістовий модуль 3. Програмне забезпечення комп'ютеризованих систем керування.

Тема 5. Створення програмного забезпечення у спеціалізованих системах розробки.

Лекція 9. Використання програмних систем для побудови алгоритмів керування. Рівні абстракції, стандартні бібліотеки. Взаємодія різних рівнів програм. Структурний та модульний підхід. Драйвери. Їх призначення, особливості функціонування і взаємодії з основною програмою

SCADA-система National Instruments LabView. Основні характеристики системи. Особливості інтерфейсу та побудови програм у середовищі LabView. Стандартні інструменти розробки програм у LabView. Методики побудови алгоритмів у системі. [10, розд. 1, 2]; [11] с. 17-50. . [1] 5-21; [2] с. 67-83.

Лекція 10. Система проектування програмного забезпечення CodeSys для програмованих логічних контролерів (ПЛК). Мови програмування ПЛК. Огляд мови Ladder, що використовується у контролерах. Особливості створення програм на мові Ladder. Принципи розробки програмного забезпечення для контролера дискретного вводу – виводу з інтерфейсом RS – 485. Розробка програмних засобів керування контролером по протоколу Modbus. [3] с. 40-62; [5] с. 85-98, с. 122-137. [4] с. 504-521; [8] с. 96-144.

Тема 6. Принципи створення людино-машинних інтерфейсів.

Лекція 11. Обладнання для інтерфейсів користувача. Загальні принципи побудови. Кодування. Відображення інформації про стан процесів. Керування рівнем складності системи. Команди оператора, меню. Оцінка інтерфейсу користувача. Візуальні інтерфейси програм керування. Програми моніторингу процесів. Використання комп'ютера, як пульта керування складними технологічними процесами. [1] с. 890-923; [4] с. 225-256; [8] с. 467-506. . [1] с. 842-889; [10] с. 221-263; [11] с. 97-113.

Лекція 12. Маркування і позначення у системах з ЛМІ. Алфавітно-цифрові, кольорові, геометрично-знакові позначення. Принципи групування елементів інтерфейсу. Засоби приведення у дію. Класифікація засобів приведення у дію. Механічні, електромеханічні, електронні і біомеханічні органи управління. Робоче місце оператора. Взаємне розташування елементів робочого місця. Загальні вимоги ергономіки. Проектування центрів керування. Практика розробки ЛМІ. Правила оцінювання рівня якості автоматизованих робочих місць (АРМ). АРМ оператора систем автоматизації. Критерії вибору елементів ЛМІ. [5] с. 85-98, с. 122-137; [8] с. 467-506. [3] с. 40-62; [4] с. 225-256.

Змістовий модуль 4. Принципи побудови промислових контролерів вводу та виводу інформації.

Тема 7. Типові структури та інтерфейси підключення промислових контролерів.

Лекція 13. Призначення та галузі застосування промислових контролерів. Типова структура. Інтерфейси підключення контролерів. Схеми побудови та основні алгоритми функціонування контролерів.

Класифікація та характеристики вимірювальних пристроїв. Збір даних в LabVIEW з використанням модуля USB-6008. Виконання операцій аналогового вводу. Запис отриманих даних файл. Виконання операцій аналогового виводу.

Інформація про лічильники. Інформація про цифрові лінії вводу-виводу. [10] с. 433-464; [11] с. 143-158. [2] с. 192-241; [8] с. 509-538.

Лекція 14. Стандартні послідовні інтерфейси. Синхронна та асинхронна передача даних. Порівняльна характеристика стандартних послідовних інтерфейсів. Використання адаптерів-перетворювачів інтерфейсів. Мережі Modbus в контексті моделі OSI. Модель даних пристрою Modbus. Реалізація Modbus на прикладному рівні. Загальні принципи функціонування Modbus Serial. [1] с. 22-47, с. 89-92; [3] с. 40-62; [5] с. 85-98, с. 122-137. [5] с. 286-301; [8] с. 32-89, с. 130-156.

Тема 8. Організація вводу/виводу даних та створення програм моніторингу технологічних процесів.

Лекція 15. Організація обміну даними між системою LabView та іншими програмами. Доступ до локальних обчислювальних мереж. Організація зв'язку системи LabView з зовнішніми приладами вводу та виводу інформації. Програмна реалізація алгоритмів з використанням функціональних блоків. Реалізація логічних функцій. Типи та особливості використання таймерів. Спеціалізовані блоки цифрової обробки сигналів. Моделювання роботи програм. [3] с. 316-323. . [10] с. 433-464; [11] с. 206-226.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	лаб.	пр.	с.р.		лек.	лаб.	пр.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Принципи побудови і особливості архітектури комп'ютеризованих систем керування.										
Тема 1. Архітектура і принципи функціонування промислових комп'ютерів.	15	4	4	2	5	15	2	2	0	11
Тема 2. Принципи розробки програм у SCADA-системах.	30	4	4	2	20	30	2	2	2	24
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	45	8	8	4	25	45	4	4	2	35
Змістовий модуль 2. Організація обміну даними в комп'ютеризованих системах керування.										
Тема 3. Стандартні шини промислових комп'ютерів.	15	4	4	2	5	15	2	2	0	11
Тема 4. Стандартні інтерфейси обміну даними промислових комп'ютерів.	15	4	4	2	5	15	2	2	2	9
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	30	8	8	4	10	30	4	4	2	20
Змістовий модуль 3. Програмне забезпечення комп'ютеризованих систем керування.										
Тема 5. Створення програмного забезпечення у спеціалізованих системах розробки.	25	4	4	2	15	25	2	2	0	21
Тема 6. Принципи створення людино-машинних інтерфейсів.	20	4	4	2	10	20	2	2	0	16
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	45	8	8	4	25	45	4	4	0	37
Змістовий модуль 4. Принципи побудови промислових контролерів вводу та виводу інформації.										
Тема 7. Типові структури та інтерфейси підключення промислових контролерів.	15	4	4	2	5	15	1	2	2	10
Тема 8. Організація вводу/виводу даних та створення програм моніторингу технологічних процесів.	15	2	2	1	10	15	1	0	0	14
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	30	6	6	3	15	30	2	2	2	24
Усього годин	150	30	30	15	75	150	14	14	6	116
Модуль 2										
Курсовий проєкт	90				90	90				90
Усього годин	90				90	90				90
Разом за курсом	240	30	30	15	165	240	14	14	6	206

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Змістовий модуль 1			
1.	Вступне заняття. Використання SCADA-системи Trace Mode в задачах управління технологічним обладнанням. Пояснюються принципи роботи з SCADA – системою Trace Mode, принципами створення інтерфейсів користувача, зв'язків між елементами керування лицевої панелі приладу і терміналами стратегії. [8] с. 32-89, с. 130-156; [10] с. 26-59.	2	2
2.	Лабораторна робота № 1 Вивчення принципів побудови систем автоматизації в Trace Mode. Ознайомлення с набором інструментів редактора форм відображення, принципами їх використання, вводу та відображення даних. [5], с.276-305; [8] с.115-131.	2	0
3.	Лабораторна робота №2. Вивчення принципів створення сценаріїв в середовищі Trace Mode. Вивчаються основи синтаксису та функції мови Basic, принципи написання скриптів та їх відлагодження в редакторі сценаріїв. [5] с.286-301; [8], с.308-317.	2	0
4.	Лабораторна робота №3. Організація управління технологічним обладнанням. Ознайомлення з принципами роботи з послідовним портом в середовищі Trace Mode. Розробка протоколу обміну даними. [5] с.286-301; [8] с. 32-89, с. 130-156.	2	2
	<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	8	4
Змістовий модуль 2			
5.	Лабораторна робота №4. Організація обміну даними в мультипроцесорній системі обробки інформації з використанням інтерфейсу SPI. Дослідження режимів роботи шини SPI. Розробка протоколу обміну даними між мікропроцесорами в мережі. [3] с. 128-137; [5] с. 336-358.	2	2
6.	Лабораторна робота №5. Розробка системи збору даних з датчиків, з цифровим інтерфейсом I2C. Ініціалізація та завершення передачі даних. Арбітраж шини та синхронізація. Передача та прийом байту, формування стану завершення процедури обміну даними. [3] с. 128-137; [5] с. 336-358.	2	2
7.	Лабораторна робота №6. Організація збору даних з датчиків з інтерфейсом 1-Wire в мережах MicroLan. Сполучення з іншими інтерфейсами. Визначення кількості підключених пристроїв до мережі. Організація арбітражу шини. [5] с.308-336 , с. 358-376; [7] с. 445-480;	2	0
8.	Лабораторна робота №7. Написання та відлагодження програми обміну інформацією між двома комп'ютерами через послідовний порт (RS-232). Розробляються програми обміну інформацією між комп'ютером і контролером через послідовний порт. [3] с. 40-62; [5] с. 85-98, с. 122-137.	2	0
	<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	8	4

Змістовий модуль 3			
9.	Лабораторна робота №8. Основні особливості середовища графічного програмування LabView. Вивчаються принципи реалізації різних конструкцій мов програмування високого рівня з використанням LabView, принципи використання елементів керування для виконання арифметичних операцій. [11] с. 17-50.	2	2
10.	Лабораторна робота №9. Складені дані в LabView. Досліджуються особливості використання масивів та кластерів в програмі, навчитися працювати з графіками осцилограм, вивчити основні функції роботи зі строками. [9] с. 28-36; [10] с. 97-158.	2	2
11.	Лабораторна робота №10. Організація зв'язку з зовнішнім пристроєм через паралельний (LPT) порт комп'ютера з використанням LabView. Вивчаються принципи управління обладнанням з використанням LPT-порту, створити віртуальний прилад для вимірювання і контролю станів ліній паралельного порту, вивчаються принципи роботи з масивами чисел логічного (boolean) типу, принципи створення генераторів складних імпульсних послідовностей. [9] с. 37-55; [10] с. 191-219, с. 265-282.	2	0
12.	Лабораторна робота №11. Запис та обробка звукових сигналів. Вивчаються основні принципи роботи зі звуковою картою, виконується цифрова обробка сигналів, синтез сигналів. Розглядається тип даних «осцилограма» та основні принципи роботи з ними. Досліджуються налаштування параметрів дискретизації звукових сигналів. [10] с. 221-263; [11] с. 97-113.	2	0
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>		8	4
Змістовий модуль 4			
13.	Лабораторна робота №12. Збір даних з використанням системи USB-6008. Ознайомлення з налаштуваннями обладнання, що буде використано для отримання даних, навчитися налаштовувати вимірювальні пристрої, Розглядається загальний підхід роботи з реальним сигналом, принципи зчитування аналогового сигналу модулем вводу-виводу. Вивчаються принципи роботи с функціями DAQmx. [10] с. 433-464; [11] с. 206-226.	2	2
14.	Лабораторна робота. №13. Принципи вимірювання дискретних сигналів з використанням системи збору даних USB-6008. Вивчаються принципи обробки дискретних сигналів, принципи формування складних цифрових послідовностей. [10] с. 433-464; [11] с. 206-226.	2	0
15.	Лабораторна робота № 14. Автоматизація технологічних процесів з використанням універсальних контролерів Zelio Logic. Вивчаються принципи використання контролерів Zelio Logic в задачах управління; принципи створення стратегії управління з використанням програмних засобів Zelio Soft. Вивчаються принципи програмування контролера, виконується моделювання та відлагодження створених програм. [4] с. 504-521; [8] с. 96-144.	2	0
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>		6	2
Усього		30	14

Теми практичних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Змістовий модуль 1			
1.	Вступне заняття. Використання SCADA-системи Trace Mode в задачах управління технологічним обладнанням.	2	2
2.	Практична робота № 1Вивчення принципів створення сценаріїв в середовищі Trace Mode.	2	0
	Разом за змістовим модулем 1	4	2
Змістовий модуль 2			
3.	Практична робота №2 Дослідження режимів роботи шини SPI. Розробка протоколу обміну даними між мікропроцесорами в мережі.	2	0
4.	Практична робота № 3Організація арбітражу шини	2	0
	Разом за змістовим модулем 2	4	0
Змістовий модуль 3			
5.	Практична робота №4 Вивчення принципів реалізації різних конструкцій мов програмування високого рівня з використанням LabView	2	2
6.	Практична робота № 5Вивчаються основні принципи роботи зі звуковою картою, виконується цифрова обробка сигналів, синтез сигналів.	2	0
	Разом за змістовим модулем 3	4	2
Змістовий модуль 4			
7.	Практична робота № 6 Вивчаються принципи роботи с функціями DAQmx.	2	0
8.	Практична робота № 7 Вивчаються принципи використання контролерів Zelio Logic в задачах управління	1	2
	Разом за змістовим модулем 4	3	2
	Усього	15	6

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – **1 год. / 1 лекцію;**
- підготовка до лабораторних робіт – **2-3 год. / 1 роботу;**
- виконання ІНДЗ (робота над курсовим проектом) – **90 год.**
- підготовка до заліку – **25 год.;**
- підготовка до екзамену – **25 год.**

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна	Заочна
Змістовий модуль 1			
1.	Підготовка до лекційних занять	8	10
2.	Підготовка до лабораторних робіт	5	10
3.	Переклад технічної документації	2	5
4.	Підготовка до тестування	10	10
	Разом за змістовим модулем 1	25	35
Змістовий модуль 2			
5.	Підготовка до лекційних занять	4	6
6.	Підготовка до лабораторних робіт	4	6
7.	Підготовка до тестування	2	8
	Разом за змістовим модулем 2	10	20
Змістовий модуль 3			
8.	Підготовка до лекційних занять	5	10
9.	Підготовка до лабораторних робіт	10	10
10.	Підготовка до тестування	10	17
	Разом за змістовим модулем 3	25	37
Змістовий модуль 4			
11.	Підготовка до лекційних занять	4	4
12.	Підготовка до лабораторних робіт	2	5
13.	Підготовка до тестування	4	5
14.	Підготовка до екзамену	5	10
	Разом за змістовим модулем 4	15	24
15.	Виконання курсового проекту	90	90
	Усього	165	206

Індивідуальне науково-дослідне завдання

В курсовому проекті з дисципліни «Комп'ютеризовані системи керування» студент повинен показати знання основних принципів проектування та подальшого практичного застосування систем автоматизації та асоційованих з ними програмних засобів. Студент повинен вміти проектувати комп'ютеризовану систему керування, що полягає у виконанні передпроектного аналізу предметної області системи керування, формулюванні вимог до проектованої системи та розробці технічного завдання, розробці технічного та робочого проекту комп'ютеризованої системи керування; оформленні програмної та експлуатаційної документації на проект, тестуванні програмної системи керування, оцінюванні ефективності розробленої системи.

Тематика курсового проекту пов'язана з майбутньою спеціальністю студентів. Для реалізації даного курсового проекту пропонуються розробка систем керування в галузі суднової електроенергетики, автоматизації

технологічних процесів або асоційованою із цією тематикою програмних засобів.

Зміст курсового проекту відповідає робочому плану дисципліни «Комп'ютеризовані системи керування» 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, перед проектним аналізом комп'ютеризованої 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.

Тематика курсових проектів:

1. Розробка мікропроцесорної системи автоматизації технологічного процесу з використанням мереж GSM.
2. Проектування системи управління асинхронним двигуном по локальній мережі.
3. Розробка мікропроцесорної системи збору даних про температуру з різних приміщень з передаванням даних по мережі Ethernet.
4. Побудова мережі обробки інформації на основі радіо модемів і дослідження параметрів мережі при різних алгоритмах доступу до середовища передачі.
5. Розробка системи стабілізації обертів дизель-генератора та дослідження різних алгоритмів керування.
6. Розробка системи розподілу реактивної потужності між паралельно працюючими генераторними агрегатами у складі суднової електростанції.
7. Розробка системи розподілу активної потужності між паралельно працюючими генераторними агрегатами.
8. Проектування системи контролю параметрів і захисту суднового дизель-генератора.
9. Апаратно-програмні засоби автоматичного і аварійного пуску / зупинки суднового дизель-генератора.
10. Розробка системи збудження синхронного генератора з автоматичним налаштуванням коефіцієнтів регулятора і можливістю форсування.
11. Проектування програмних засобів управління режимом роботи фізичної моделі суднової електростанції.
12. Розробка автоматизованої системи охоронної сигналізації приміщення з передачею інформації на мобільний телефон.

6. Методи навчання , засоби діагностики результатів навчання та форми поточного та підсумкового контролю

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 практичних робіт;
- презентації результатів виконаних досліджень;
- підсумкова семестрова контрольна робота;
- екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

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

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті, лабораторній роботі та за результатами 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 та лабораторних робіт. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний модульний контроль у формі тестування – до 18 балів, результатів роботи на практичних заняттях – до 14 балів, результатів виконання лабораторних робіт – до 28 балів, та екзамену – до 40 балів.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. 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 екзамену, що проводиться у письмовій формі в екзаменаційну сесію). Студент, який набрав

за всі КЗ менше 60 балів, пише підсумкову семестрову екзаменаційну 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 екзаменаційну роботу становить 40 балів. Результуюча оцінка виставляються відповідно до шкали оцінювання ECTS.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторні роботи	Критерії оцінювання
2	Студент самостійно виконав лабораторну роботу та вільно володіє матеріалом, знає базові архітектури комп'ютеризованих систем управління (КСУ), стандартні інтерфейси комп'ютерів та мікроконтролерів та відповідні їм протоколи обміну даними, вміє проектувати системи вводу-виводу аналогової та цифрової інформації через стандартні порти та спеціалізовані периферійні пристрої та розробляти програмне забезпечення для них, враховуючи можливість збереження важливої інформації в базі даних; знає зміст стеку протоколів для передачі даних по локальній мережі та принципи побудови програм, вміє створювати на базі сучасних мікроконтролерів та ПЛК системи вводу-виводу інформації в ПК за допомогою різних інтерфейсів.
1	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 архітектури КСУ, орієнтується в інтерфейсах та промислових протоколах обміну даними, вміє організувати обмін даними між мікроконтролером та комп'ютером за найпростішим протоколом; має уявлення про протоколи роботи в локальній мережі та спеціалізоване програмне забезпечення.
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 – 28 балів (14 робіт по 2 бали)</i>

Практичні заняття	Критерії оцінювання
2	Студент вільно володіє матеріалом, знає базові архітектури комп'ютеризованих систем управління (КСУ), стандартні інтерфейси комп'ютерів та мікроконтролерів та відповідні їм протоколи обміну даними, вміє проектувати системи вводу-виводу аналогової та цифрової інформації через стандартні порти та спеціалізовані периферійні пристрої та розробляти програмне забезпечення для них, враховуючи можливість збереження важливої інформації в базі даних; знає зміст стеку протоколів для передачі даних по локальній мережі та принципи побудови програм, вміє створювати на базі сучасних мікроконтролерів та ПЛК системи вводу-виводу інформації в ПК за допомогою різних інтерфейсів.
1	Студент знає базові архітектури КСУ, стандартні інтерфейси комп'ютерів та мікроконтролерів та відповідні їм протоколи обміну даними, особливості та області використання кожного з них, вміє організувати обмін даними між мікроконтролером та комп'ютером за найпростішим протоколом; має уявлення про протоколи роботи в локальній мережі та спеціалізоване програмне забезпечення.
0	Студент має уявлення про базові архітектури КСУ, орієнтується в інтерфейсах та промислових протоколах обміну даними, але не може створити навіть найпростіші програми обміну даними між контролером та комп'ютером.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми – 14 балів (7 робіт по 2 бали)</i>

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Форма контролю	Максимальна кількість балів
	Денна форма
Виконання завдань на практичних заняттях	7x2 бали = 14 балів
Виконання лабораторних робіт	14x2 бали = 28 балів
Поточний модульний контроль	2x9 балів = 18 балів
Всього	60

Загальна оцінка та критерії оцінювання виконання курсового проекту

Загальна оцінка виконання курсового проекту

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

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. Змість 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. Розпливчато 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 посилення.
	15	Презентація логічно структурована, в 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 не системно викладає основні результати свого дослідження, дає нечіткі відповіді на поставлені запитання і робить невдалі спроби аргументувати положення роботи.
	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 не системно викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, обґрунтувати отримані наукові результати та відстояти свою позицію.
--	---	---

Критерії оцінювання знань з дисципліни на екзамені.

Екзамен 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 12 балів).

11-12 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, вільно, самостійно й аргументовано його викладають під час письмової відповіді.

8-9 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.

6-7 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.

4-5 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.

2-3 бали 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.

0-1 бал 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 12 балів).

10-12 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітке визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення.

7-9 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття, або поверхнево проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

3-6 балів 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 екзамену (9 семестр) представляє собою тест, що містить 16 запитань і оцінюється від 0 до 16 балів. Кожна вірна відповідь на запитання тесту оцінюється в 1 бал.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна/ заочна форми навчання	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Лабораторні роботи №1	2/2
	T2	Лабораторні роботи №2, №3	4/4
		Практичне заняття 1	2/2
ЗМ 2	T3	Лабораторні роботи №4, №5	4/4
		Практичне заняття 2	2/2
	T4	Лабораторні роботи №6, №7	4/4
		Практичне заняття 3	2/2
ПМК		Тест	9/9
ЗМ3	T5	Лабораторні роботи №8, №9	4/4
		Практичне заняття 4	2/2
	T6	Лабораторні роботи №10, №11	4/4
		Практичне заняття 5	2/2
ЗМ4	T7	Лабораторні роботи №12, №13	4/4
		Практичне заняття 6	2/2
	T8	Лабораторні роботи №14	2/2
		Практичне заняття 7	2/2
ПМК		Тест	9/9
Підсумковий контроль		Екзамен	40/40
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, 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 «Комп'ютеризовані системи керування».

На практичних заняттях студенти використовують комп'ютери разом зі спеціалізованими стендами та тренажерами, та отримують навички ефективного використання сучасних апаратно-програмних засобів, що має забезпечити формування у студентів практичних навичок з вирішення завдань автоматизації процесів керування різноманітним технологічним обладнанням, що мають в своєму складі елементи людино-машинних інтерфейсів. Також комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі тестування.

В якості середовища спектрального аналізу сигналів використовується програма LabView, що не потребує ліцензування (демонстраційна версія) та може бути завантажена з офіційного сайту компанії National Instruments за посиланням: <https://www.ni.com/ru-ru/shop/labview.html>

Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях використовуються конспект лекцій з дисципліни «Комп'ютеризовані системи керування» та методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Рябенський В.М., Ходаков В.Е., Ушкаренко А.О. Комп'ютерне керування зовнішніми пристроями через стандартні інтерфейси. Навч. посібник. – Херсон: Олди-плюс, 2008. – 380 с.
2. Рябенський В.М. Програмовані електронні системи керування, збору та обробки інформації / В.М. Рябенський, О.О. Ушкаренко. – Миколаїв : НУК, 2019. – 490 с.
3. Ушкаренко О.О. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт по курсу «Основи комп'ютеризованих систем управління» / О.О. Ушкаренко, О.І. Дорогань. – Миколаїв : НУК, 2017. – 92 с.
4. Пей Ан. Сопряжение ПК с внешними устройствами. – М.: ДМК Пресс, 2003. – 320 с.
5. Арчер Т., Уайтчепел Э. Visual C++ .NET. Библия пользователя.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1216 с.

6. Грегори К. Visual C++ 6. Специальное издание.: Пер. с англ. – М.; СПб.; К.: Издательский дом «Вильямс», 2000. – 864 с.

7. Тревис Дж. LabView для всех. Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. – 544 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

8. Документація на промислові інформаційні мережі та технології:
<https://www.slideshare.net/pupenasan/ss-56715070>

9. Документація розробників мікропроцесорних систем. Режим доступу:
<http://www.maxim-ic.com/>.

10. Публікації розробників пристроїв з підтримкою протоколу Modbus.
Режим доступу: <http://www.modbus.org/>.

11. Документація по мовам програмування промислових логічних контролерів. Режим доступу: <http://electrik.info/main/school/1012-yazyki-programmirovaniya-plk-codesys.html>

Розробник:

Зав. кафедри ПЕЕТ



д.т.н., професор Рябенський В.М.