

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій (№ 302)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



Ольга МАЛІЄВА
(ім'я та прізвище)

« 29 » _____ 08 _____ 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
HABЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Інформаційні технології Інтернету речей

(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 12 Інформаційні технології

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 126 Інформаційні системи та технології

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Розподілені інформаційні системи

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Вводиться в дію з «01» вересня 2025 р.

Харків 2025

Розробник: Олександр ПРОХОРОВ, професор, д.т.н., проф
(ім'я та прізвище, посада, науковий ступінь та вчене звання)



Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
комп'ютерних наук та інформаційних технологій (№ 302)

Протокол № 682/07 від «26» червня 2025 р.

В. о. завідувача кафедри д.т.н., проф.
(науковий ступінь та вчене звання)



Олег ФЕДОРОВИЧ
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач вищої освіти групи 356



Єгор РАДЧЕНКО
(ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Прохоров Олександр Валерійович

Посада: професор кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Науковий ступінь: доктор техн. наук

Вчене звання: професор

Перелік дисциплін, які викладає:

«Створення систем штучного інтелекту та машинне навчання»;

- «Промислова автоматизація, вбудовані системи реального часу та Інтернету-речей»;

- «Інтегровані автоматизовані системи управління»;

- «Машинне навчання на мові Python».

Напрями наукових досліджень: штучний інтелект, машинне навчання, комп'ютерний зір, мультиагентні системи, промислова автоматизація, робототехніка, Інтернет речей, цифрові двійники, імітаційне моделювання, хмарні технології, технології AR/VR

Контактна інформація: o.prokhorov@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форми здобуття освіти – денна, дистанційна.

Семестр – 8 семестр.

Мова викладання – українська.

Тип дисципліни – обов'язкова.

Обсяг дисципліни – 5 кредитів ЄКТС/ 150 годин (60 годин аудиторних, з яких: лекції – 36, практичні – 24, самостійна робота здобувача освіти - 90).

Види навчальної діяльності – лекції, практичні заняття, самостійна робота.

Види контролю – поточний, захисти практичних робіт, захист розрахункової роботи, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Пререквізити:

- ОК4. Вступ до спеціальності.
- ОК7. Створення візуальних інтерфейсів.
- ОК9. Іноземна мова.
- ОК14. Українська мова за професійним спрямуванням.
- ОК27. Бази даних та знань в інформаційних системах.
- ОК28. Управління створенням програмних продуктів.
- ОК31. Створення систем штучного інтелекту та машинне навчання.
- ОК32. Проектування інформаційних систем.
- ОК40. Економіка IT-проектів.

Кореквізити:

- ОК37. Проектування інформаційних систем (КР).

Постреквізити:

- ОК38. Кваліфікаційна робота бакалавра.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: курс фокусується на формуванні теоретичних знань та практичних навичок щодо сучасних методів і технологій Індустрії 5.0 для проектування автоматизованих систем управління складними динамічними системами та технологічними процесами на базі контролерів, вбудованих комп'ютерних систем, технологій Інтернету речей (IoT).

Завдання: набуття вмінь і навичок розроблення програмно-апаратних систем на базі контролерів, вбудованих комп'ютерних систем, технологій Інтернету речей; вивчення сучасних методів та технологій промислової автоматизації за допомогою програмованих засобів для вирішення задач розробки систем управління, збору, обробки, передачі, збереження і відображення інформації у складних динамічних системах та технологічних процесах.

Компетентності, які набуваються:

- загальні:

К31. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

К32. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

К33. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.

К34. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

К35. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

К36. Здатність до пошуку, оброблення та узагальнення інформації з різних джерел.

- спеціальні (фахові):

КС1. Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область.

КС3. Здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмно-апаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними.

КС12. Здатність управляти та користуватися сучасними інформаційно-комунікаційними системами та технологіями (у тому числі такими, що базуються на використанні Інтернет).

КС14. Здатність формувати нові конкурентоспроможні ідеї й реалізовувати їх у проектах (стартапах).

Програмні результати навчання:

ПР2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та

дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

ПР3. Використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-

ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

ПР6. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності.

ПР 12. Виконувати розробку програмних та апаратних засобів для створення розподілених інформаційних систем в аерокосмічній галузі та розподіленому виробництві складної техніки (автомобілебудування, судобудування тощо).

ПР13. Використовувати інтелектуальні розподілені інформаційні системи для прийняття рішень щодо управління розподіленим інноваційним виробництвом (аерокосмічна галузь, автомобільна промисловість, виробництво військової техніки тощо).

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Промислова автоматизація та вбудовані системи.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Інформаційні технології Інтернету речей».

- Теми та питання лекцій:

Роль і значення промислової автоматизації та Інтернету речей. Цифрова трансформація. Концепція Індустрії 4.0. Напрямки Industry 4.0: промисловий інтернет, хмарні технології, аналіз великих даних, цифрове моделювання, адитивне виробництво, доповнена і віртуальна реальність, роботи, кібербезпека. Сучасні тенденції промислової автоматизації та вбудованих систем. Industry 5.0. Місце дисципліни в навчальному плані. Список рекомендованої літератури.

- Самостійна робота здобувача освіти:

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування запитань до викладача. Підготовка до модульного контролю.

Тема 2. Основні поняття автоматизації управління складними динамічними системами та технологічними процесами

- Теми та питання лекцій:

Основні поняття промислової автоматизації. Об'єкти автоматизації. Дискретні та безперервні процеси. Задачі управління. Проект промислової автоматизації. Сучасні тенденції в промисловій автоматизації. Системна інтеграція проектів АСУ ТП. Аналіз технологічного процесу як об'єкта управління. Основи побудови розподіленої АСУ ТП. Основні поняття і функції розподіленої АСУ ТП. Рівні АСУ. Основні вимоги до АСУ ТП.

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування запитань до викладача. Підготовка до модульного контролю.

Тема 3. Обладнання та програмне забезпечення сучасних систем промислової автоматизації.

- *Теми та питання лекцій:*

Короткий огляд апаратно-технічних засобів промислової автоматизації. Склад і загальна характеристика. Короткий огляд програмних засобів промислової автоматизації.

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування запитань до викладача. Підготовка до модульного контролю.

Тема 4. Апаратно-технічні засоби автоматизації управління польового рівня.

- *Теми та питання лекцій:*

Польовий рівень. Загальна класифікація та основні характеристики датчиків. Датчики положення. Датчики переміщення. Силомоментні датчики. Датчики температури і рівня. Локаційні датчики і системи технічного зору. Інтелектуальні датчики. Виконавчі механізми. Класифікація та особливості управління.

- *Практична робота 1: «Знайомство з мікрокомп'ютером Raspberry Pi. Основи роботи з Node-RED на Raspberry Pi для IoT».*

- *Практична робота 2: «Створення та налагодження програм для мікрокомп'ютера Raspberry Pi у Node-RED. Управління цифровим введенням/виведенням через GPIO».*

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування запитань до викладача. Підготовка до модульного контролю. Оформлення практичних робіт та підготовка до їх захисту.

Тема 5. Програмувальні технічні засоби управління.

- *Теми та питання лекцій:*

Класи контролерних засобів. Програмувальні логічні контролери PLC. Структура типового контролеру і принцип роботи. Резервовані структури контролерів. Мікроконтролери та мікрокомп'ютери. Промислові комп'ютери. Класифікація та особливості. Загальна характеристика шин. Архітектура PC-контролера. Одноплатні мікрокомп'ютери. Сучасні апаратно-технічні засоби автоматизації.

- *Практична робота 3:* «Підключення датчиків до мікрокомп'ютеру Raspberry Pi та створення IoT-застосувань. Частина 1. Метеостанція».

- *Практична робота 4:* «Підключення датчиків до мікрокомп'ютеру Raspberry Pi та створення IoT-застосувань. Частина 2. Підключення АЦП. Гіроскоп та акселерометр».

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування запитань до викладача. Підготовка до модульного контролю. Оформлення практичних робіт та підготовка до їх захисту.

Тема 6. Програмування PLC. ПІД-регулювання.

- *Теми та питання лекцій:*

Загальна характеристика стандарту IEC 61131-3 з програмування контролерів. Огляд мов програмування: ST, IL, FBD, LD, SFC. Приклади на мові FBD та LD. Середовища програмування ПЛК. Системи автоматичного регулювання. Типові ланки систем регулювання. Типи регуляторів. Двопозиційний регулятор (ON/OFF). Трипозиційний регулятор. Типові регулятори: П, ПІ, ПД, ПІД. Пропорційна складова ПІД-регулятора. Інтегральна складова ПІД-регулятора. Диференційна складова ПІД-регулятора. Властивості системи з ПІД-регулятором. Вибір закону регулювання та типу регулятора. Рекомендації щодо налаштування параметрів регулювання. Нечітка логіка в ПІД-регуляторах. Принципи побудови нечіткого ПІ-регулятора. Нейронні мережі в ПІД-регуляторах.

- *Практична робота 5:* «Програмування промислових контролерів за допомогою мов стандарту IEC-61131. Використання мов стандарту IEC-61131 для програмування PLC – FBD, SFC, LD».

- *Практична робота 6:* «Використання мов стандарту IEC-61131 для програмування PLC в режимі ПІД-регулятора. Дослідження ПІД-регулятора».

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування запитань до викладача. Підготовка до модульного контролю. Оформлення практичних робіт та підготовка до їх захисту.

Тема 7. Промислові мережі та технології зв'язку.

- *Теми та питання лекцій:*

Сучасні промислові мережі і протоколи. Загальна характеристика. Класи промислових мереж. Застосовувані мережні топології, фізичні інтерфейси і середовища передачі даних. Загальна характеристика методів доступу до шини. Протокол MODBUS. Шина CAN. Технології бездротового зв'язку в промисловій автоматизації. Радіозв'язок. Використання стандартів GSM/GPRS/3G/4g/LTE. Вузькосмуговий сигнал. Широкопasmовий сигнал. Метод частотних стрибків FHSS. розширення спектра методом прямої послідовності DSSS. Класифікація бездротових мереж. Класифікації бездротових технологій. Стандарти бездротових мереж. Еволюція технологій стільникового зв'язку. FDMA, TDMA, CDMA. Технології 4G. Еволюція мереж

до 5G. LoRaWAN (Long Range Wide Area Networks). Основні особливості енергоефективної мережі LPWAN.

- *Практична робота 7: «Node-RED та його інтеграційні можливості. Протоколи IoT, MQTT, Modbus TCP. Використання Web API та Web-сокетів».*

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування запитань до викладача. Підготовка до модульного контролю. Оформлення практичних робіт та підготовка до їх захисту.

Модульний контроль 1

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Технології Інтернету речей та побудова «розумних» просторів.

Тема 8. Технології Інтернету речей.

- *Теми та питання лекцій:*

Історія виникнення IoT та сучасний стан. Що таке IoT? Принципи організації та функціонування розподіленої архітектури Інтернету речей. Сфери застосування IoT. Екосистема Інтернету речей. Архітектура IoT. Передача даних та протоколи Інтернету речей. Маршрутизація. Туманні і граничні обчислення, аналітика і машинне навчання. Безпека в IoT. The Industrial Internet of Things (IIoT). Сравнение IIoT, IoT та M2M. IoT з точки зору підприємства. Переваги IIoT. Створення IoT застосувань. Node.js та основи створення програм реального часу. Програмування сучасних вбудованих систем на базі мікрокомп'ютерів. Інтеграція багаторівневих систем автоматизації: OPC UA, Web socket, Web API, REST тощо.

- *Практична робота 8: «Розроблення SCADA-like інтерфейсу у Node-RED за допомогою SVG».*

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування запитань до викладача. Підготовка до модульного контролю. Оформлення практичних робіт та підготовка до їх захисту.

Тема 9. Системи управління будівлями та системи розумного будинку.

- *Теми та питання лекцій:*

«Розумний» простір, цифрові двійники. «Розумні» будинки: стан, тенденції та перспективи. Об'єкти застосування. Building Management Systems. Smart Home -> Smart Building -> Smart Cities. AI&ML та IoT для Smart building. Концептуальна модель інтелектуальної платформи управління будівлями. Сучасний стан та тренди. Цифровий двійник будівлі. Smart Home. Сегменти ринку автоматизації. Автоматизація будівель. Автоматизація в домі. Майбутнє BMS.

- *Практична робота 9: «Розробка програмного забезпечення системи розумного будинку в Node-RED».*

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування запитань до викладача. Підготовка до модульного контролю. Оформлення практичних робіт та підготовка до їх захисту.

Тема 10. Сучасні хмарні платформи та сервіси для вирішення завдань промислової автоматизації.

- *Теми та питання лекцій:*

Cloud computing. Хмарні платформи IoT: AWS IoT, Google Cloud IoT, MS Azure IoT Hub, IBM Watson IoT Platform. Хмарні платформи AI: Google Cloud AI, Azure AI, IBM Watson. Хмарні сервіси в Node-RED. Обробка даних Інтернету речей з допомогою хмарних сервісів.

- *Практична робота 10: «Хмарні сервіси. Сервіс погоди. Telegram. Частина 1».*

- *Практична робота 11: «Хмарні сервіси. Google Cloud Platform. ChatGPT. Частина 2».*

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування запитань до викладача. Підготовка до модульного контролю. Оформлення практичних робіт та підготовка до їх захисту.

Тема 11. Інтелектуальна обробка даних моніторингу.

- *Теми та питання лекцій:*

Машинне навчання. Методи машинного навчання. Застосування машинного навчання. Різноманіття архітектур нейромереж. Автономні роботи. Проблеми комп'ютерного зору. Розпізнавання обличчя та об'єктів.

- *Практична робота 12: «Працюємо з камерою на Raspberry Pi та в Node-RED. Задачі комп'ютерного зору. Розпізнавання об'єктів та обличчя».*

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування запитань до викладача. Підготовка до модульного контролю. Оформлення практичних робіт та підготовка до їх захисту.

Тема 12. Заключна лекція.

- *Теми та питання лекцій:*

Перспективи розвитку технологій промислової автоматизації, вбудованих систем та Інтернету речей.

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи (РР) на тему «Розробка програмно-технічного комплексу автоматизації». Метою роботи є виконання розробки апаратно-технічної (набір датчиків і виконавчих пристроїв, контролерні засоби)

і/або програмної частини (хмарні сервіси і додатки) системи промислової автоматизації або Інтернету речей. Особливостями виконання роботи є наступне:

- в якості контролерного обладнання можна використовувати Arduino, Raspberry Pi, Beagle Bone Black і ін.) або готові платформи макетів, що надаються викладачем (доступ у віддаленому режимі передбачений);
- програмна частина передбачає програмування контролерних засобів, хмарних сервісів і додатків для збору, зберігання та аналітичної обробки даних;
- можна використовувати різні IoT платформи: Node-RED, IBM Bluemix, ThingSpeak, ThingWorx, Google Cloud IoT, Microsoft Azure IoT та ін.;
- програмна частина повинна передбачати обмін даними з іншими системами або вузлами, варіанти: через послідовний інтерфейс від контролера за протоколом Modbus; передача даних в хмару використовуючи протоколи HTTP, MQTT або Modbus TCP тощо.

Надається можливість виконання роботи на базі кафедральних макетів (віддалено):

- робототехнічний макет робот-павук;
- робототехнічний макет мобільної платформи - робот-марсохід;
- робототехнічний макет гусеничної платформи з механізованою рукою;
- робототехнічний макет «розумного» будинку.

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні. Проведення аудиторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами – презентації лекцій, відеозаписи лекційних занять, відеозаписи майстер-класів практичних робіт.

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв’язання практичних завдань), захист практичних робіт, захист розрахункової роботи, модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист	0...5	7	0...35

практичних робіт			
Модульний контроль	0...14	1	0...14
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...14	1	0...14
Виконання і захист розрахункової роботи	0...12	1	0...12
Усього за семестр			0...100

З метою активізації аудиторної та самостійної роботи здобувачів вищої освіти розроблено презентації лекцій, записано відеозаняття лекцій та майстер-класи практичних робіт, а також набори тестів для організації електронного навчання та модульного контролю.

Для виконання практичних робіт надається віддалений доступ до кафедрального макету для застосувань з промислової автоматизації та IoT.

Для виконання РР надається можливість її виконання (з віддаленим доступом) на базі кафедральних робототехнічних макетів.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох запитань: двох теоретичних (максимальна кількість балів за повну та правильну відповідь на одне запитання – 30) та одного практичного (максимальна кількість балів – 40).

Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- принципи побудови, основні поняття і функції розподілених АСУ;
- технології Інтернету речей;
- основні поняття та складові Industry 4.0 та 5.0;
- мережі, інтерфейси, протоколи взаємодії в системах промислової автоматизації;
- принципи побудови систем реального часу за допомогою мікрокомп'ютерів та Node-RED.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- практично використовувати технології промислової автоматизації при створенні розподілених АСУ;
- застосовувати інструментарій хмарних платформ та сервісів при побудові АСУ;
- розробляти управляючі алгоритми та програми для контролерів;
- практично розробляти застосування вбудованих систем та систем реального часу з використанням технологій IoT, хмарних платформ та сервісів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру.

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити 50% практичних робіт. Вміти самостійно формувати основні вимоги та обмеження до досліджуваних об'єктів і процесів. Знати принципи побудови, основні поняття і функції розподілених АСУ. Знати існуючі підходи та сучасні технології створення розподілених автоматизованих систем управління технологічними процесами.

Добре (75-89). Мати достатній рівень знань з розподілених автоматизованих систем управління технологічними процесами та технологій Industry 5.0. Показати вміння виконувати та захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк, з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновані у роботах. Виконати та захистити розрахункову роботу. Вміти детально пояснювати складові архітектури АСУ ТП, застосовувати інтерфейси та протоколи для взаємодії з комплексом апаратно-технічних засобів автоматизації, створювати системи за допомогою інструментарію Node-RED. Знати характеристики основних компонентів розподілених автоматизованих систем управління технологічними процесами та особливостей їх інтеграції.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Детально розбиратись в усіх темах дисципліни, знати інформаційні технології промислової автоматизації у рамках курсу. Вміти формувати завдання з проектування АСУ ТП та створювати їх у хмарних інструментах. Безпомилково виконувати та захищати всі практичні роботи, а також розрахункову роботу в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Таблиця 8.2 – Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни

здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>).

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Навчально-методичне забезпечення дисципліни «Інформаційні технології Інтернету речей» <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1295>.

11. Рекомендована література

Базова

1. Klein S., IoT Solutions in Microsoft's Azure IoT Suite: Data Acquisition and Analysis in the Real World. 2017, 301 p. // <https://www.pdfdrive.com/iot-solutions-in-microsofts-azure-iot-suite-data-acquisition-and-analysis-in-the-real-world-e168679337.html>
2. Tripathy B.K., Internet of things (IoT) : technologies, applications, challenges and solutions. Florida: CRC Press, 2018, 359 p. // <https://www.pdfdrive.com/internet-of-things-iot-technologies-applications-challenges-and-solutions-e158467863.html>
3. John C. Shovich, Raspberry Pi IoT Projects. 2016, 253 p. // <https://www.pdfdrive.com/raspberry-pi-iot-projects-e58854260.html>
4. Warren Gay, Custom Raspberry Pi Interfaces: Design and build hardware interfaces for the Raspberry Pi. 2017, 229 p. // <https://www.pdfdrive.com/custom-raspberry-pi-interfaces-design-and-build-hardware-interfaces-for-the-raspberry-pi-e58407319.html>
5. Stuart G McCrady, Designing SCADA application software: a practical approach. 2013, 246 p. // <https://www.pdfdrive.com/designing-scada-application-software-a-practical-approach-e185762263.html>

Допоміжна

1. Цирульник С. М. Проектування мікропроцесорних систем : навчальний посібник / С. М. Цирульник, Г. Л. Лисенко. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 201 с.
2. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого керування / В.Г. Трегуб: навч. посіб. – К.: НУХТ, 2005. – 191 с.
3. How to use Raspberry Pi with the Internet of things / TechRadar [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.techradar.com/how-to/how-to-use-a-raspberry-pi-to-control-your-smarthome>
4. Raspberry Pi 3 Model B / Raspberry Pi Community. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b>
5. Hanes D. IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things. 1st ed. Cisco Press, 2017. 576 p.
6. Розробка SCADA-систем. Програмні аспекти / В. В. Кангин. – Lambert Academic Publishing, 2012. – 472 с.
7. IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems / Karl-Heinz John, Michael Tiegelkamp – NY.: Springer, 2001. – 240 p.

12. Інформаційні ресурси

1. Industry 4.0 // <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/industry-4>
2. Асоціація Підприємств Промислової Автоматизації України // <https://appau.org.ua/>
3. Промисловий Інтернет Речей // <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/promyshlennyj-internet-veschej>
4. LoRa Alliance // <https://lora-alliance.org/>