

Форма № Н - 3.04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО

Навчально-науковий інститут електричної інженерії та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної
та методичної роботи



Віктор КОСТІН

2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Основи IoT»

першого (бакалаврського) освітнього рівня
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»
освітньо-професійної програми «Комп'ютерна інженерія»

КРЕМЕНЧУК 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи IoT» розроблена на основі освітньо-професійної програми «Комп'ютерна інженерія» підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

Робочу програму розробили:

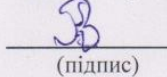
професор кафедри КІЕ, д. т. н.



(підпис)

Андрій ПЕРЕКРЕСТ
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

асистент кафедри КІЕ



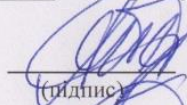
(підпис)

Кирило ВАДУРІН
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Комп'ютерна інженерія», спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»,

протокол № 11 від «30» червня 2023 року

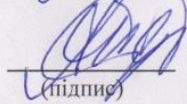
Гарант освітньо-професійної програми



(підпис)

Андрій ПЕРЕКРЕСТ
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Завідувач кафедри



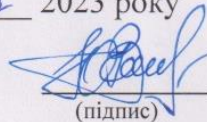
(підпис)

Андрій ПЕРЕКРЕСТ
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методичної ради інституту електричної інженерії та інформаційних технологій,

протокол № 8 від «30» червня 2023 року

Голова науково-методичної ради



(підпис)

Юрій ЗАЧЕПА
(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

© КрНУ, 2023 рік

© Перекрест А. Л., 2023 рік

© Вадурін К. О., 2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6,0	Галузь знань <u>12 Інформаційні технології</u> (шифр і назва)	<u>Обов'язкова</u>	
Модулів – 1	Спеціальність <u>123 Комп'ютерна інженерія</u> ОПП «Комп'ютерна інженерія»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		3-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання КП (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 180		5-й	–
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 6	Освітній ступінь: бакалавр	Лекції	
		28 год.	–
		Практичні, семінарські	
		–	–
		Лабораторні	
		32 год.	–
		Самостійна робота	
		120 год.	–
		Індивідуальні завдання: –	
–	–		
Вид контролю:			
іспит	–		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить для денної форми навчання – 1/2.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є отримання кваліфікації для проектування архітектури та створення програмного забезпечення для вбудованих інформаційних систем з врахуванням обмеженості обчислювальних ресурсів, можливостей обміну інформацією з іншими цифровими пристроями як в локальній мережі, так і в Інтернеті.

Завдання вивчення дисципліни полягає у: накопиченні теоретичних знань, про основні види будови програмного забезпечення для вбудованих систем, вимоги до такого забезпечення та засоби, якими можливо задовільнити поставлені вимоги; набутті практичних навичок у розв'язанні типових задач, що зустрічаються при роботі з засобами IoT чи пристроями типу Smart.

Компетентності та програмні результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни дає можливість здобути компетентності, потрібні для подальшої професійної діяльності:

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 7. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ФК 1. Здатність застосовувати законодавчу та нормативно-правову базу, а також державні та міжнародні вимоги, практики і стандарти з метою здійснення професійної діяльності в галузі комп'ютерної інженерії.

ФК 3. Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.

ФК 4. Здатність забезпечувати захист інформації, що обробляється в комп'ютерних та кіберфізичних системах та мережах з метою реалізації встановленої політики інформаційної безпеки.

ФК 7. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж,

різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.

ФК 8. Готовність брати участь у роботах впровадження комп'ютерних систем та мереж, введення їх до експлуатації на об'єктах різного призначення.

ФК 9. Здатність системно адмініструвати, використовувати, адаптувати та експлуатувати наявні інформаційні технології та системи.

ФК 12. Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмотехнічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.

ФК 13. Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, визначати обмеження цих технологій.

ФК 14. Здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.

ФК 15. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

ФК 17. Здатність проектувати комп'ютерні системи для керування ергатичними системами, екологічного та енергетичного моніторингу, моніторингу складних систем на основі інтелектуального аналізу даних.

ПРН 1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.

ПРН 2. Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.

ПРН 3. Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.

ПРН 4. Знати та розуміти вплив технічних рішень в суспільному, соціальному і екологічному контексті.

ПРН 6. Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є

найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

ПРН 7. Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.

ПРН 8. Вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей.

ПРН 9. Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.

ПРН 10. Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спеціальності обладнання.

ПРН 11. Вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.

ПРН 12. Вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.

ПРН 13. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.

ПРН 14. Вміти поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення завдань спеціальності з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів.

ПРН 16. Вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення.

ПРН 23. Знати сучасні тенденції розвитку, проектування, налагодження та експлуатації програмно-технічних засобів та інформаційно-аналітичних технологій для керування ергатичними системами, екологічного та енергетичного моніторингу, моніторингу складних систем на основі інтелектуального аналізу даних.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Загальні принципи побудови IoT.

Тема 1. Введення у IoT. Історія започаткування IoT. Технологія взаємодії з інтернет-речами. Перспективи впровадження IoT.

Тема 2. Основні поняття та визначення IoT. Визначення IoT. Основні поняття Інтернету речей. Моделі передачі даних у IoT.

Тема 3. Архітектура IoT. Рівні сенсорів та сенсорних мереж. Рівні шлюзів та мереж. Сервісний рівень та рівень додатків.

Тема 4. Платформи IoT. Платформа Arduino Uno. Платформа Node MCU. Платформа Raspberry Pi.

Тема 5. Основи побудови сенсорних IoT-мереж. Основні поняття та принципи сенсорних мереж. Базова архітектура сенсорної мережі. Вузли бездротової сенсорної мережі.

Змістовий модуль 2. Виконавчі пристрої та засоби ідентифікації IoT.

Тема 6. Класифікація та типи датчиків. Датчики температури. Датчики руху. Багатофункціональні датчики.

Тема 7. Основні характеристики датчиків. Динамічні характеристики. Статичні характеристики. Визначення характеристик готових модульних датчиків.

Тема 8. Оптична та радіочастота ідентифікація. Оптичні ідентифікатори. Радіочастотна ідентифікація. Характеристика RFID-технологія.

Тема 9. Система позиціонування на базі RFID-технології. Характеристика RTLS технології. Склад RTLS систем. Спосіб визначення позиції на базі RTLS системи.

Тема 10. Комунікації малого радіусу дії NFC. Визначення NFC. Характеристика режимів NFC. Сфери застосування NFC.

Змістовий модуль 3. Технології передачі даних в IoT.

Тема 11. Ієрархія мережевих технологій, що використовуються в IoT. Особливості реалізації бездротової сенсорної мережі. Стандарт IEEE 802.15.4. Стандарт 6LoWPAN.

Тема 12. Стандарт Wi-Fi. Основне призначення Wi-Fi. Склад групи стандартів Wi-Fi. Характеристики стандартів IEEE 802.11.

Тема 13. Стандарт Bluetooth. Характеристика Bluetooth. Побудова мереж основана на використанні інтерфейсу Bluetooth. Технологія Bluetooth Low Energy.

Тема 14. Стандарт ZigBee. Основні поняття технології ZigBee. Пристрої з підтримкою технології ZigBee. Передача даних за технологією ZigBee.

Тема 15. Стандарт Z-Wave. Характеристика Z-Wave. Топологія Z-Wave. Особливості реалізації системи побудованої за Z-Wave.

Змістовий модуль 4. Smart-технології.

Тема 16. «Розумний будинок». Характеристика «Розумного будинку». Основні підсистеми «Розумного будинку». Моделювання розумного будинку.

Тема 17. «Розумна енергетика». Характеристика «розумної» електромережі. Характеристика «розумної» тепломережі. Використання пристроїв обліку у «Розумній енергетиці».

Тема 18. «Розумне виробництво». Основні поняття «Розумного виробництва». Інформаційні мережі «Розумного виробництва». Реалізація міжмашинного зв'язку для автоматизації виробництва.

Тема 19. «Розумна медицина». Системи моніторингу фізіологічних параметрів. Організація психо-фізіологічного фітбеку. Системи моніторингу медичного персоналу та пацієнтів.

Тема 20. «Розумне місто». Основна концепція «Розумного міста». Основні підсистеми «Розумного міста». Інтеграція «розумних» технологій у інфраструктуру «Розумного міста».

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин, денна форма				
	Усього	у тому числі			
		Лекц.	Практ	Лаб.	Сам
5 семестр					
Змістовний модуль 1. Загальні принципи побудови IoT					
Тема 1. Введення у IoT. Історія зачаткування IoT. Технологія взаємодії з інтернет-речами. Перспективи впровадження IoT.	6	1		1	4
Тема 2. Основні поняття та визначення IoT. Визначення IoT. Основні поняття Інтернету речей. Моделі передачі даних у IoT.	6	1		1	4
Тема 3. Архітектура IoT. Рівні сенсорів та сенсорних мереж. Рівні шлюзів та мереж. Сервісний рівень та рівень додатків.	6	1		1	4
Тема 4. Платформи IoT. Платформа Arduino Uno. Платформа Node MCU. Платформа Raspberry Pi.	10	2		4	4
Тема 5. Основи побудови сенсорних IoT-мереж. Основні поняття та принципи сенсорних мереж. Базова архітектура сенсорної мережі. Вузли бездротової сенсорної мережі.	7	1		2	4
Разом за змістовим модулем 1	35	6	0	9	20
Змістовий модуль 2. Виконавчі пристрої та засоби ідентифікації IoT					
Тема 6. Класифікація та типи датчиків. Датчики температури. Датчики руху. Багатофункціональні датчики.	7	1		1	5
Тема 7. Основні характеристики датчиків. Динамічні характеристики. Статичні характеристики. Визначення характеристик готових модульних датчиків.	7	1		1	5
Тема 8. Оптична та радіочастота ідентифікація. Оптичні ідентифікатори. Радіочастотна ідентифікація. Характеристика RFID-технологія.	7	1		1	5

Тема 9. Система позиціонування на базі RFID-технології. Характеристика RTLS технології. Склад RTLS систем. Спосіб визначення позиції на базі RTLS системи.	7	1		1	5
Тема 10. Комунікації малого радіусу дії NFC. Визначення NFC Характеристика режимів NFC. Сфери застосування NFC	7	1		1	5
Разом за змістовим модулем	35	5	0	5	25
Змістовий модуль 3. Технології передачі даних в IoT					
Тема 11. Ієрархія мережевих технологій, що використовуються в IoT. Особливості реалізації бездротової сенсорної мережі. Стандарт IEEE 802.15.4. Стандарт 6LoWPAN.	9	2		2	5
Тема 12. Стандарт Wi-Fi. Основне призначення Wi-Fi. Склад групи стандартів Wi-Fi. Характеристики стандартів IEEE 802.11.	8	2		2	4
Тема 13. Стандарт Bluetooth. Характеристика Bluetooth. Побудова мереж основана на використанні інтерфейсу Bluetooth. Технологія Bluetooth Low Energy.	7	1		2	4
Тема 14. Стандарт ZigBee. Основні поняття технології ZigBee. Пристрої з підтримкою технології ZigBee. Передача даних за технологією ZigBee.	7	1		2	4
Тема 15. Стандарт Z-Wave. Характеристика Z-Wave. Топологія Z-Wave. Особливості реалізації системи побудованої за Z-Wave.	7	1		2	4
Разом за змістовим модулем 3	38	7	0	10	21
Змістовий модуль 4. Smart-технології					
Тема 16. «Розумний будинок». Характеристика «Розумного будинку». Основні підсистеми «Розумного будинку». Моделювання розумного будинку.	8	2		2	4
Тема 17. «Розумна енергетика». Характеристика «розумної»	8	2		2	4

електромережі. Характеристика «розумної» тепломережі. Використання пристроїв обліку у «Розумній енергетиці».					
Тема 18. «Розумне виробництво». Основні поняття «Розумного виробництва». Інформаційні мережі «Розумного виробництва». Реалізація міжмашинного зв'язку для автоматизації виробництва.	7	2		1	4
Тема 19. «Розумна медицина». Системи моніторингу фізіологічних параметрів. Організація психо-фізіологічного фітбеку. Системи моніторингу медичного персоналу та пацієнтів.	7	2		1	4
Тема 20. «Розумне місто». Основна концепція «Розумного міста». Основні підсистеми «Розумного міста». Інтеграція «розумних» технологій у інфраструктуру «Розумного міста».	8	2		2	4
Разом за змістовим модулем 4	38	10	0	8	20
Курсовий проект	30	–	–	–	30
Семестровий контроль (іспит)	4	–	–	–	4
Усього годин	180	28		32	120

5. Темі лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Взаємодія з інтернет речами. Модель передачі даних у IoT	2
2	Моделювання архітектури IoT-системи	2
3	Використання Arduino Uno у якості IoT-платформи	2
4	Побудова простого IoT-пристрою на платформі Node MCU	2
5	Побудова сенсорної мережі на основі Node MCU	2
6	Підбір датчиків для проєкта. Робота з датчиком температури та вологості	2
7	Ідентифікація та позиціонування за допомогою IoT-пристроїв	2
8	Робота з NFC	2
9	Моделювання зв'язку IoT-пристроїв з використанням IEEE 802.15.4 та 6LoWPAN	2

10	Налагодження машинно-машинної взаємодії за стандартом Wi-Fi	2
11	Підключення IoT-пристроїв за технологією Bluetooth	2
12	Моделювання зв'язку IoT-пристроїв за допомогою Z-Wave та ZigBee	2
13	Моделювання «Розумного будинку» з «Розумною енергомережою»	2
14	Моделювання промислового та медичного приміщень з використанням технологій IoT	2
15	Моделювання «Розумного міста»	4
	Разом	32

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Введення у IoT. Стандартизація IoT. WEB-речей. Когнітивні IoT-речі	4
2	Основні поняття та визначення IoT. Напрями практичного застосування IoT. Інтернет нано-речей. Проблеми впровадження IoT	4
3	Архітектура IoT. IoT-сенсори. IoT-виконавчі пристрої. Створення мереж виконавчих пристроїв та сенсорів	4
4	Платформи IoT. Мікроконтролери з вбудованою підтримкою стандартів зв'язку IoT. Платформи розробки з контролерами ESP32 Особливості розробки застосунків для Raspberry Pi	4
5	Основи побудови сенсорних IoT-мереж. Базова архітектура бездротової сенсорної мережі. Мобільні бездротові мережі. Електроживлення вузлів бездротової мережі від зовнішнього середовища	4
6	Класифікація та типи датчиків. Датчики освітленості. Датчики вологості. Датчики забрудненості повітря	5
7	Основні характеристики датчиків. Визначення характеристик проєктованих датчиків. Елементна база датчиків. Принцип функціонування бездротових датчиків	5
8	Оптична та радіочастота ідентифікація. Сучасний стан та перспективи розвитку оптичної ідентифікації. Перспективи удосконалення радіочастотної ідентифікації. Комбінована ідентифікація	5
9	Система позиціонування на базі RFID-технології. RFID-мітки. Зчитуючі пристрої RFID. Стандартизація технології RFID	5

10	Комунікації малого радіусу дії NFC. Основи роботи з NFC модулями. Перспективи застосування NFC. Захист даних при їх передачі за допомогою NFC	5
11	Ієрархія мережевих технологій, що використовуються в IoT. Порівняння переваг та недоліків мережевих технологій з різними рівнями ієрархічності. Розподіл стандартів передачі даних за типом ієрархічної структури	5
12	Стандарт Wi-Fi. Робота з Wi-Fi у Node MCU. Робота Arduino UNO з Wi-Fi за допомогою ESP8266. Робота з Wi-Fi-адаптером ПК	4
13	Стандарт Bluetooth. Робота з Bluetooth-інтерфейсом у ESP32. Особливості доступу до Bluetooth-інтерфейсу у пристрою під керуванням ОС Android. Робота з Bluetooth-адаптером ПК	4
14	Стандарт ZigBee. Перспективи розвитку та впровадження стандарту ZigBee. Захист даних при використанні стандарту ZigBee. Використання стандарту ZigBee для забезпечення потреб «Розумного міста»	4
15	Стандарт Z-Wave. Переваги стандарту Z-Wave. Пристрої з підтримкою Z-Wave. Використання стандарту Z-Wave для забезпечення потреб «Розумного будинку»	4
16	«Розумний будинок». Захист даних у мережі «Розумного будинку». Технології «Розумного будинку» для підтримання людей з особливими потребами. Перспективні проблеми домашньої автоматизації	4
17	«Розумна енергетика». Пристрої «Розумної енергетики». Ієрархія енергетичної системи. Інтеграція принципів «Розумної енергетики» на ділянках класичної енергомережі	4
18	«Розумне виробництво». Пристрої «Розумного виробництва». Модернізація промислових ліній для реалізації «Розумного виробництва». Оптимізація виробничих процесів засобами IoT	4
19	«Розумна медицина». Телемедицина та її поєднання з IoT. Принципи розробки та модернізації «розумних» медичних пристроїв. Бездротові моніторингові медичні комплекси	4
20	«Розумне місто». Основи побудови інфраструктури «Розумного міста». Захист даних у «Розумному місті». Охоронні системи «Розумного міста»	4
	Курсовий проєкт	30
	Семестровий контроль (іспит)	4
	Разом	120

7. Методи навчання

Словесні (лекції, бесіди, пояснення, розповіді), наочні (ілюстрації та демонстрації) та практичні методи (лабораторні роботи та контрольні завдання), що за особливостями навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти базуються на пояснювально-інформативному (інформаційно-рецептивний), репродуктивному, частково-пошуковому та дослідницькому методах навчання, а також застосовується метод проблемного виконання.

8. Методи контролю

Складові контролю за видами занять

Вид занять, складові контролю	Максим. бал
Поточний контроль	
Лекційні заняття: відвідування, опитування, наявність конспекту та активність	10
Лабораторні роботи: відвідування, активність, опитування, виконання індивідуальних завдань, перевірка самостійної роботи	30
Тест за змістовним модулем 1	10
Тест за змістовним модулем 2	10
Тест за змістовним модулем 3	10
Тест за змістовним модулем 4	10
Підсумковий тест (іспит)	20
Підсумок	100

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Вид занять	Змістовий модуль №1					Змістовий модуль №2					Змістовий модуль №3					Змістовий модуль №4					Сума
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	
Лекції	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	10
Лабораторні роботи	1,15	1,15	1,15	4,67	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	2,31	2,31	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	2,31	30
Тести (за змістовними модулями)	10					10					10					10					40
Підсумковий тест (іспит)	20																				20

Усього		100
--------	--	-----

T1 – T20 – теми змістових модулів.

10. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за 100-бальною шкалою	Оцінка в ECTS	Значення оцінки ECTS	Критерії оцінювання	Рівень компетентості	Оцінка за національною шкалою
					іспит, диференційований залік
90-100	A	відмінно	Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили	Високий (творчий)	відмінно
82-89	B	дуже добре	Студент вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв'язує вправи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна	Достатній	добре
74-81	C	добре	Студент вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; в цілому самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок	(конструктивно-варіативний)	

64-73	D	задовільно	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих	Середній (репродуктивний)	задовільно
60-63	E	достатньо	Студент володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання семестрового контролю	Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу	Низький (рецептивно-продуктивний)	незадовільно
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням залікового кредиту	Студент володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнання і відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів		

11. Рекомендована література

Основна

1. Лактіонов І.С., Удовик І.М. Методи та засоби побудови систем і мереж інтернету речей: навч. посіб. Дніпро: НТУ «ДП», 2023. – 251 с.
2. Пулеко І. В. Єфіменко А. А. Архітектура та технології Інтернету речей: навч. посіб. Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. – 234 с.
3. Сторчак К.П., Тушич А.М., Срібна І.М., Яковенко Н.Д., Кравець Д.В. Технології Інтернет речей. навч. посібник підготовлено для студентів вищих навчальних закладів. Київ: ДУТ, 2021. – 68 с.

4. Технології інтернету речей. Навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів; КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2021. – 271 с.

5. Кіберфізичні системи: технології збору даних: монографія. – О.Ю. Бочкарьов, В.А. Голембо, Я.С. Парамуд, В.О. Яцук. За редакцією професора А.О. Мельника. Львів: «Магнолія 2006» - 2019. – 176 с.

6. Afsaruddin A. Jihad : What Everyone Needs to Know: What Everyone Needs to Know ®. Oxford University Press, Incorporated, 2022. 216 p.

7. Business Intelligence for Enterprise Internet of Things / ed. by A. Haldorai, A. Ramu, S. A. R. Khan. Cham : Springer International Publishing, 2020. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44407-5> (date of access: 31.01.2023).

8. Data Science and Internet of Things / ed. by G. Fortino et al. Cham : Springer International Publishing, 2021. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-67197-6> (date of access: 31.01.2023).

9. Deshmukh S. G., Karande K. J., Kolhe M. L. Artificial Intelligence, Internet of Things (IoT) and Smart Materials for Energy Applications. Taylor & Francis Group, 2022.

10. Gupta A. The IoT Hacker's Handbook: A Practical Guide to Hacking the Internet of Things. Apress, 2019. 340 p.

11. Internet of Things and Cyber Physical Systems / K. Kaushik et al. Boca Raton : CRC Press, 2022. URL: <https://doi.org/10.1201/9781003283003> (date of access: 31.01.2023).

12. Internet of Things and Its Applications / ed. by S. Nandan Mohanty, J. M. Chatterjee, S. Satpathy. Cham : Springer International Publishing, 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-77528-5> (date of access: 31.01.2023).

13. Internet of Things Security and Data Protection / ed. by S. Ziegler. Cham : Springer International Publishing, 2019. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04984-3> (date of access: 31.01.2023).

14. Pulver T. Hands-On Internet of Things with MQTT: Build Connected IoT Devices with Arduino and MQ Telemetry Transport. Packt Publishing, Limited, 2019.

Додаткова

15. Програмування пристроїв Інтернету речей: лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» (освітня програма «Програмне забезпечення комп'ютерних та інформаційно-пошукових систем») / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Л.М. Олещенко, Я.В. Хіцко. – Електронні текстові дані – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 47 с.

16. Срібна І.М., Савчук Є.В. Веб-сервіси AWS для розгортання пристроїв IoT. Зв'язок, ;4, 2019, с. 18-23.

17. Laktionov I.S. Information model of the computer-integrated technology for wireless monitoring of the state of microclimate of industrial agricultural greenhouses / I.S. Laktionov, O.V. Vovna, M.M. Kabanets, H.O. Sheina, I.A. Getman I.A. // Instr. Mes. Metrologie (I2M). – Edmonton: ПЕТА, 2021. – Vol. 20 (6). – P. 289 – 300.

18. Vovna O.V. Study of Metrological Characteristics of Low-Cost Digital Temperature Sensors for Greenhouse Conditions / O.V. Vovna, I.S. Laktionov, O.O. Koifman, I.I. Stashkevych, V.A. Lebediev // Serb. J. of Electr. Engineering. – Kragujevac: University of Kragujevac, 2020. – Vol. 17 (1). – P. 1 – 20.

19. Петренко І.С., Бахарєв В.С., Перекрест А.Л., Шелковська І.М., Душкін Є.Д. Геоінформаційна система моніторингу техногенної безпеки закладів освіти м. Жовті Води. Вісті Донецького гірничого інституту №2 (47), 2020, С. 162-167.

20. Коростельов А.С., Гученко, М. І., Перекрест А. Л., Самойлов А. М., Вадурін К.О. Аналітичні розрахунки корпоративної мережі базованої на технологіях інтернету речей підприємства з екологічних досліджень. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, Том 34 (73) № 5 2023, С. 140-148.

21. Korostelov, A., Guchenko, M., Perekrest, A., Nikitina, A., & Vadurin, K. (2023). Модель корпоративної мережі базованої на технологіях інтернету речей підприємства з екологічних досліджень. Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, Т. 3(73), С. 111-114.

22. Perekrest A., Druzhynina V., Sahaida P., Druzhynin V. Toward the Creation of a Web-based Platform” Bike Sharing” in the Local Transport System. IoT and Cloud Computing for Societal Good. Springer Nature. Chapter 5.

23. Перекрест А.Л., Маслівець А.В., Гаврилець Г.О. Інтерактивна система web-моніторингу теплоспоживання будівель навчальних закладів. Свідоцтво на твір №61397 від 21.08.2015.

24. Перекрест А.Л., Чеботарьова Є.О., Романча Д.В. Адаптація параметрів погодних регуляторів температури DanfossEcliSiemensRvd для потреб будівель. Інженерні та освітні технології. Кременчук, 2016. – Вип. 1(13), с. 35-43.

Інформаційні ресурси

1. <https://www.netacad.com/courses/iot>.
2. <https://thingspeak.com/>.
3. <https://www.coursera.org/specializations/internet-of-things>.
4. <http://www.theinternetofthings.eu/>
5. <https://www.arduino.cc/>
6. <https://cupcarbon.com/>