

Форма № Н - 3.04у

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

2024 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Основи ІоТ»

першого (бакалаврського) освітнього рівня

спеціальності 171 «Електроніка»

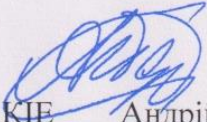

освітньо-професійної програми

«Технологія, обладнання та виробництво електронної техніки»

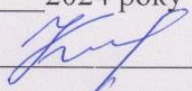
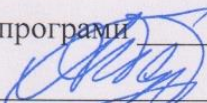
освітнього ступеня «бакалавр»

КРЕМЕНЧУК 2024


Робоча програма навчальної дисципліни «Основи IoT» розроблена на основі освітньо-професійної програми «Технологія, обладнання та виробництво електронної техніки» підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 171 «Електроніка».

Робочу програму розробили: д.т.н., професор кафедри КІЕ  Андрій ПЕРЕКРЕСТ
асистент кафедри КІЕ  Кирило ВАДУРІН

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Технологія, обладнання та виробництво електронної техніки», спеціальності 171 «Електроніка»

Протокол № 6 від «23» 02 2024 року
Гарант освітньо-професійної програми  Дмитро КУХАРЕНКО
Завідувач кафедри КІЕ  Андрій ПЕРЕКРЕСТ

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

Протокол № 5 від «23» 02 2024 року
Голова науково-методичної ради  Юрій ЗАЧЕПА

© КрНУ, 2024 рік

© Перекрест А. Л., 2024 рік

© Вадурін К.О., 2024 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5,0	Галузь знань <u>17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації</u> (шифр і назва)	<u>Вибіркова</u>	
Модулів – 1	Спеціальність <u>171 Електроніка</u> ОПІ «Технологія, обладнання та виробництво електронної техніки»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		3-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 150		6-й	–
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,33 самостійної роботи студента – 6,67	Освітній ступінь: бакалавр	Лекції	
		30 год.	–
		Практичні, семінарські	
		–	–
		Лабораторні	
		20 год.	–
		Самостійна робота	
		100 год.	–
		Індивідуальні завдання: –	
		–	–
Вид контролю:			
Залік	–		

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 проєктування електронних пристроїв та вбудованих систем з врахуванням обмеженості обчислювальних ресурсів, можливостей апаратних платформ для обміну даними 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 та апаратного 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:

ЗК4. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК8. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проєктування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.

СК9. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв для проєктування мікропроцесорних та електронних систем.

СК10. Здатність застосовувати на практиці галузеві стандарти та стандарти якості функціонування пристроїв та систем електроніки.

СК11. Здатність контролювати і діагностувати стан обладнання, застосовувати сучасні електронні компоненти та технічні засоби, виконувати профілактику, ремонт та технічне обслуговування електронних пристроїв та

систем, монтувати, налагоджувати та ремонтувати аналогові, цифрові та оптичні модулі, розробляти та виготовляти друковані плати, розробляти програмне забезпечення для мікроконтролерів.

СК12. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва електронних апаратів, пристроїв та систем генерування, індикації та вимірювання фізичних полів технічних і біологічних об'єктів, в тому числі – медичної апаратури.

РН5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та налагодження електронних систем, демонструвати навички програмування, аналізу та відображення результатів вимірювання та контролю.

РН9. Проектувати складні системи реального часу та засоби збору і обробки інформації, узгоджені з заданими інформаційними та програмними засобами шляхом застосування програмного забезпечення для вбудованих систем на основі мікроконтролерів.

РН12. Використовувати документацію, пов'язану з професійною діяльністю, із застосуванням сучасних технологій та засобів офісного устаткування; використовувати англійську мову, включаючи спеціальну термінологію, для спілкування з фахівцями, проведення літературного пошуку та читання текстів з технічної та фахової тематики.

РН16. Застосовувати розуміння теорії стохастичних процесів, методи статистичної обробки та аналізу даних при розв'язанні професійних завдань.

РН17. Демонструвати навички проведення експериментальних досліджень, пов'язаних з професійною діяльністю; вдосконалювати методики вимірювання; контролювати достовірність отриманих результатів; систематизувати та аналізувати дані, отримані експериментальним шляхом.

РН18. Застосовувати методи математичного моделювання і оптимізації електронних систем для розробки автоматизованих та роботизованих виробничих комплексів.

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				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
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.	7	1	–	1	–	5
Тема 2. Основні поняття та визначення IoT. Визначення IoT. Основні поняття Інтернету речей. Моделі передачі даних у IoT.	7	1	–	1	–	5
Тема 3. Архітектура IoT. Рівні сенсорів та сенсорних мереж. Рівні шлюзів та мереж. Сервісний рівень та рівень додатків.	7	1	–	1	–	5
Тема 4. Платформи IoT. Платформа Arduino Uno. Платформа Node MCU. Платформа Raspberry Pi.	11	2	–	4	–	5
Тема 5. Основи побудови сенсорних IoT-мереж. Основні поняття та принципи сенсорних мереж. Базова архітектура сенсорної мережі. Вузли бездротової сенсорної мережі.	7	1	–	1	–	5
Разом за змістовим модулем 1	39	6	–	8	–	25
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 2	35	5	–	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.	7	1	–	1	–	5
Тема 12. Стандарт Wi-Fi. Основне призначення Wi-Fi. Склад групи стандартів Wi-Fi. Характеристики стандартів IEEE 802.11.	9	2	–	2	–	5
Тема 13. Стандарт Bluetooth. Характеристика Bluetooth. Побудова мереж основана на використанні інтерфейсу Bluetooth. Технологія Bluetooth Low Energy.	8	1	–	2	–	5
Тема 14. Стандарт ZigBee. Основні поняття технології ZigBee. Пристрої з підтримкою технології ZigBee. Передача даних за технологією ZigBee.	7	1	–	1	–	5
Тема 15. Стандарт Z-Wave. Характеристика Z-Wave. Топологія Z-Wave. Особливості реалізації системи побудованої за Z-Wave.	7	1	–	1	–	5
Разом за змістовим модулем 3	38	6	–	7	–	25
Змістовий модуль 4. Smart-технології						
Тема 16. «Розумний будинок». Характеристика «Розумного будинку». Основні підсистеми «Розумного будинку». Моделювання розумного будинку.	8	2	–	1	–	5
Тема 17. «Розумна енергетика». Характеристика «розумної» електромережі. Характеристика «розумної» тепломережі. Використання пристроїв обліку у «Розумній енергетиці».	7	1	–	1	–	5
Тема 18. «Розумне виробництво». Основні поняття «Розумного виробництва». Інформаційні мережі «Розумного виробництва». Реалізація міжмашинного зв'язку для автоматизації виробництва.	7	1	–	1	–	5
Тема 19. «Розумна медицина». Системи моніторингу фізіологічних параметрів. Організація психо-фізіологічного фітбеку. Системи моніторингу медичного персоналу та пацієнтів.	7	1	–	1	–	5
Тема 20. «Розумне місто». Основна концепція «Розумного міста». Основні підсистеми «Розумного міста». Інтеграція «розумних» технологій у інфраструктуру «Розумного міста».	9	2	–	2	–	5
Разом за змістовим модулем 4	38	7	–	6	–	25
Усього годин	150	24	–	26	–	100

5. Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Взаємодія з інтернет речами. Модель передачі даних у IoT	2
2	Моделювання архітектури IoT-системи	1
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	1
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	1
9	Моделювання зв'язку IoT-пристроїв з використанням IEEE 802.15.4 та 6LoWPAN	1
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»	2
	Разом	26

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Введення у IoT. Стандартизація IoT. WEB-речей. Когнітивні IoT-речі	5
2	Основні поняття та визначення IoT. Напрями практичного застосування IoT. Інтернет нано-речей. Проблеми впровадження IoT	5
3	Архітектура IoT. IoT-сенсори. IoT-виконавчі пристрої. Створення мереж виконавчих пристроїв та сенсорів	5
4	Платформи IoT. Мікроконтролери з вбудованою підтримкою стандартів зв'язку IoT. Платформи розробки з контролерами ESP32 Особливості розробки застосунків	5

	для Raspberry Pi	
5	Основи побудови сенсорних IoT-мереж. Базова архітектура бездротової сенсорної мережі. Мобільні бездротові мережі. Електроживлення вузлів бездротової мережі від зовнішнього середовища	5
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	5
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	5
14	Стандарт ZigBee. Перспективи розвитку та впровадження стандарту ZigBee. Захист даних при використанні стандарту ZigBee. Використання стандарту ZigBee для забезпечення потреб «Розумного міста»	5
15	Стандарт Z-Wave. Переваги стандарту Z-Wave. Пристрої з підтримкою Z-Wave. Використання стандарту Z-Wave для забезпечення потреб «Розумного будинку»	5
16	«Розумний будинок». Захист даних у мережі «Розумного будинку». Технології «Розумного будинку» для підтримання людей з особливими потребами.	5

	Перспективні проблеми домашньої автоматизації	
17	«Розумна енергетика». Пристрої «Розумної енергетики». Ієрархія енергетичної системи. Інтеграція принципів «Розумної енергетики» на ділянках класичної енергомережі	5
18	«Розумне виробництво». Пристрої «Розумного виробництва». Модернізація промислових ліній для реалізації «Розумного виробництва». Оптимізація виробничих процесів засобами ІоТ	5
19	«Розумна медицина». Телемедицина та її поєднання з ІоТ. Принципи розробки та модернізації «розумних» медичних пристроїв. Бездротові моніторингові медичні комплекси	5
20	«Розумне місто». Основи побудови інфраструктури «Розумного міста». Захист даних у «Розумному місті». Охоронні системи «Розумного міста»	5
	Разом	100

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	5
Тест за змістовним модулем 2	5
Тест за змістовним модулем 3	5
Тест за змістовним модулем 4	5
Індивідуальне завдання	20

Підсумковий тест (залік)	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)	5					5					5					5					20
Індивідуальне завдання	20																				20
Підсумковий тест (залік)	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	Достатній (конструктивно-варіативний)	добре

			незначна		
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		
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

Базова

1. 1st V. C., 2nd J. S. R. Internet of Things (iot) in Realtime Applications. INSC International Publisher (IIP), 2020.
2. Afsaruddin A. Jihad : What Everyone Needs to Know: What Everyone Needs to Know ®. Oxford University Press, Incorporated, 2022. 216 p.
3. 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).
4. 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).
5. 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.
6. Gupta A. The IoT Hacker's Handbook: A Practical Guide to Hacking the Internet of Things. Apress, 2019. 340 p.
7. 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).
8. 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).
9. 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).
10. Pulver T. Hands-On Internet of Things with MQTT: Build Connected IoT Devices with Arduino and MQ Telemetry Transport. Packt Publishing, Limited, 2019.

Допоміжна

1. Perekrest A., Ogar V., Kushch-Zhyrko M., Gerasimenko O. Software solution for buildings energy balance indicators calculation in energy management systems. IoT and Cloud Computing for Societal Good. Springer Nature. Chapter 6.
2. 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.
3. 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.
4. 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.