



ПІДТВЕРДЖУЮ
ФІП

Говорушенко Т.О.
2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія і проєктування систем Інтернету речей

Назва

Галузь знань 12 — Інформаційні технології
 Спеціальність 126 — Інформаційні системи та технології
 Спеціалізація (освітня програма) — Інформаційні системи та технології
 Статус дисципліни: обов'язкова, дисципліна спеціальної підготовки
 Факультет — Інформаційних технологій
 Кафедра — Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю		
			Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС			Залік	Іспит	
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття							
Д	І	Парний	3	90	36	18	18			54					
Разом			3	90	36	18	18			54					2

Програма складена Засорнова І.О.
Підпис Ініціали, прізвище викладача(ів)

Схвалена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Протокол №2 від 30 серпня 2024 р.

Зав. кафедри Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем Засорнова І.О.
Підпис Ініціали, прізвище

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій 5.09.2024 р., протокол №1

Голова Вченої ради Говорушенко Т.О.
Підпис Ініціали, прізвище

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Декан факультету ФІТ
 Говорущенко Т.О.
 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія і проєктування систем Інтернету речей
 Назва

Галузь знань 12 — Інформаційні технології
Спеціальність 126 — Інформаційні системи та технології
Спеціалізація (освітня програма) — Інформаційні системи та технології
Статус дисципліни: обов'язкова, дисципліна спеціальної підготовки
Факультет – Інформаційних технологій
Кафедра – Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
			Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС			Залік	Іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
Д	1	Парний	3	90	36	18	18			54				+
Разом			3	90	36	18	18			54				2

Програма складена Засорнова І.О.
 Підпис Ініціали, прізвище викладача(ів)

Схвалена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Протокол №2 від 30 серпня 2024 р.

Зав. кафедри Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем Засорнова І.О.
 Підпис Ініціали, прізвище

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій 5.09.2024 р., протокол №1

Голова Вченої ради Говорущенко Т.О.
 Підпис Ініціали, прізвище

ВСТУП

Мета викладання дисципліни. Дисципліна "Теорія і проектування систем Інтернету речей" є однією з дисциплін спеціальної підготовки докторів філософії з інформаційних систем та технологій.

Метою дисципліни "Теорія і проектування систем Інтернету речей" є: формування та розвиток загальних і професійних компетентностей у сфері забезпечення життєвого циклу систем Інтернету речей і відповідних інформаційних технологій, що сприяють соціальній стійкості й мобільності випускника на ринку праці; отримання вищої освіти на третьому (освітньо-науковому) рівні, що дозволяє випускникові успішно здійснювати наукові дослідження, проектування, розробку, впровадження й ефективне застосування систем Інтернету речей та технологій у різних галузях людської діяльності, національної економіки та виробництва.

Предмет дисципліни. Теорія і проектування систем Інтернету речей на основі методів синтезу та аналізу схем та процесів у системах Інтернету речей.

Завдання дисципліни. Надати студентам знання і практичні навички з теорії і проектування систем Інтернету речей на основі їх синтезу та аналізу, створення схем та робота з периферійними пристроями які приєднані до систем Інтернету речей.

Після вивчення дисципліни "Теорія і проектування систем Інтернету речей" студент має досягти таких результатів навчання (сукупність знань, умінь, навичок, компетентностей):

знати:

- об'єкт дисципліни (теорія і проектування систем Інтернету речей на основі сучасних та перспективних розробок), предмет дисципліни, задачі дисципліни, проблематику дисципліни та її основні розділи;
- наукові і математичні положення, що лежать в основі теорій і проектування систем Інтернету речей;
- базові поняття та визначення, які стосуються теорій систем Інтернету речей та їх проектування; методи синтезу та аналізу електронних схем стосовно систем Інтернету речей; основи теорії і логіку створення систем Інтернету речей;
- теоретичні основи теорій і проектування систем Інтернету речей

уміти:

- застосовувати набуті знання та відомі методи для формулювання і розв'язування задач пов'язаних з теорій і проектування систем Інтернету речей, які мають периферійні пристрої;
- застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей в процесі аналізу та синтезу типових вузлів систем Інтернету речей;
- демонструвати експериментальні навички у розробленні систем Інтернету речей: аналізувати вимоги, проводити декомпозицію завдання та обирати елементну базу для реалізацій систем Інтернету речей;
- розробляти на функціональному та програмному рівні системи Інтернету речей, які здатні реалізувати задані алгоритми перетворення даних, та виконувати порівняльний аналіз різних технічних рішень

бути здатним:

- розв'язувати задачі та вирішувати практичні завдання для систем Інтернету речей;
- абстрактно мислити, аналізувати і синтезувати системи Інтернету речей;
- демонструвати та використовувати знання та розуміння технічних характеристик та конструктивних особливостей елементної бази, теоретичних основ при створенні систем Інтернету речей для вирішення поставленої задачі їх проектування.

Програмні компетентності:

Інтегральна - Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні науково-прикладні задачі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері інформаційних систем та технологій, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні:

- ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК02. Здатність працювати в міжнародному контексті.
- ЗК03. Здатність розробляти проекти та управляти ними.
- ЗК04. Здатність розв'язувати комплексні науково-прикладні задачі у сфері інформаційних систем і технологій та з дотичних до міждисциплінарних напрямів на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності

Спеціальні (фахові, предметні):

- ФК01. Здатність планувати та виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у ІСТ та дотичних до них міждисциплінарних напрямах з ІТ та суміжних галузей.
- ФК02. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень й інноваційних розробок українською та іноземними мовами, глибоке розуміння наукових текстів іноземними мовами за напрямком досліджень.
- ФК03. Здатність створювати і застосовувати сучасні інформаційні технології, архітектури і спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та освітній діяльності, керувати інформаційними ресурсами, інформаційними системами та цифровими сервісами.
- ФК04. Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті.
- ФК05. Здатність розвивати теоретичні засади, створювати моделі інформаційних технологій, проектувати та створювати інформаційні системи і цифрові сервіси та їх прототипи.
- ФК06. Здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування інформаційних систем і технологій у науковій та науково-педагогічній діяльності.

Фахові компетентності, визначені за освітньо-науковою програмою:

- ФК07. Здатність розробляти наукові і методологічні основи створення та застосування інтелектуальних інформаційних технологій та систем для автоматизованої переробки інформації та управління.
- ФК08. Здатність проектувати, розробляти та супроводжувати прикладні ІСТ для розв'язання задач обробки зображень та великих даних з використанням методів машинного навчання, підтримки прийняття рішень, зокрема, з використанням геоінформаційних технологій та веб-технологій.
- ФК09. Здатність аналізувати дані та оцінювати необхідні знання для розв'язання задач оптимізації життєвого циклу інформаційних систем та цифрових сервісів, забезпечення їх надійності та безпеки з використанням математичних методів і методів комп'ютерного моделювання.

Програмні результати навчання

- ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з ІСТ і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інноваційної діяльності.
- ПРН02. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми ІСТ державною та іноземними мовами, оприлюднювати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних

міжнародних наукових виданнях.

- ПРН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні наукові дані.
- ПРН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у сфері ІСТ та дотичних міждисциплінарних напрямках.
- ПРН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження інформаційних систем і технологій з використанням сучасних методів дослідження, технічних, програмних засобів та з дотриманням норм академічної і професійної етики
- ПРН06. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні науково-прикладні задачі ІСТ з врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.
- ПРН07. Проектувати та досліджувати цілісні системи Інтернету речей (в тому числі кінцеві пристрої, мережеві технології, хмарні платформи, реалізацію обміну та аналізу даних), проводити інтелектуальний аналіз цифрових масивів даних для вирішення конкретних практичних науковоприкладних задач.
- ПРН08. Розробляти програмне забезпечення інформаційних систем у відповідності з принципами сервіс-орієнтованої архітектури розподілених програмних систем, проводити реінжиніринг прикладного інформаційного забезпечення.
- ПРН09. Застосовувати сучасні програмно-технічні засоби, зокрема для реалізації методів захисту комп'ютерної інформації при проектуванні інформаційних систем та цифрових сервісів в різних предметних областях.
- ПРН10. Організовувати і здійснювати освітній процес у сфері інформаційних технологій, його наукове, навчально-методичне та нормативне забезпечення, розробляти і викладати спеціальні навчальні дисципліни у закладах вищої освіти.

Програмні результати навчання, визначені за освітньо-науковою програмою:

- ПРН11. Розробляти основи створення та застосування інтелектуальних інформаційних технологій та систем.
- ПРН12. Проектувати, розробляти та супроводжувати прикладні ІСТ для розв'язання задач обробки зображень та великих даних з використанням методів машинного навчання, підтримки прийняття рішень у різних галузях з використанням геоінформаційних та веб-технологій.
- ПРН13. Аналізувати дані та знання для оптимізації інформаційних систем та цифрових сервісів, забезпечення їх надійності та безпеки.

ТЕОРІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Тип дисципліни	Обов'язкова
Мова викладання	Українська
Семестр	Парний
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	3,0
Форма здобуття освіти	Очна денна

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: вміло розв'язувати задачі пов'язані з теорією і проектуванням систем Інтернету речей, знати і розуміти наукові і математичні положення, що лежать в основі теорії і проектування систем Інтернету речей; поєднувати теорію і практику, приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для проектування розроблення та програмування систем Інтернету речей; вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей і правил експлуатації систем Інтернету речей; забезпечувати проектування та розроблення систем Інтернету речей.

Зміст навчальної дисципліни. Основні положення пов'язані з теорією і проектуванням систем Інтернету речей, їх будову та область застосування. Архітектура та моделі інтернету речей. Екосистема Інтернету речей. Проривні технології, пов'язані із Інтернетом речей. Промислові інтернет речі. Розумні речі, Smart City та Smart Grid. Подальший розвиток та захист Інтернету речей.

Запланована навчальна діяльність: лекції – 18 год., лабораторні заняття – 18 год., самостійна робота – 54 год.; разом – 90 год.

Методи навчання: словесні, наочні (лекції); пояснювально-ілюстративні, практичні, частково-пошукові (лабораторні заняття), практичні, частково-пошукові (самостійна робота: індивідуальні завдання).

Форми і методи оцінювання результатів навчання: захист лабораторних робіт, тестовий контроль, підсумковий контрольний захід.

Вид семестрового контролю: іспит.

Навчальні ресурси:

1. Programming the Internet of Things: An Introduction to Building Integrated, Device-to-Cloud IoT Solutions by Andy King 2021. – 130 p.
2. STM32 IoT Projects for Beginners: A Hands-On Guide to Connecting Sensors, Programming Embedded Systems, Build IoT Devices with STM32 by Aharen san, 2023. – 159 p.
3. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
4. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/plage_lib.php.

Викладач: кандидат технічних наук, доцент Засорнова І.О.

1. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:			
	Лекції	Практичні роботи	Лабораторні роботи	СРС
Перший семестр				
Тема 1. Архітектура, моделі та класифікація Інтернету речей в наукових роботах	2			6
Тема 2. Екосистема Інтернету речей та інформаційно-вимірювальні системи як складова наукових досліджень	2		2	6
Тема 3. Проривні технології, пов'язані з Інтернетом речей	2		2	6
Тема 4. Використання технологій, пов'язаних з Інтернетом речей для дослідження	2		2	6
Тема 5. Впровадження наукових розробок у промислові інтернет речі	2		4	6
Тема 6. Smart City та напрямки дослідження	2		2	6
Тема 7. Smart Grid та напрямки дослідження	2		2	6
Тема 8. Подальший розвиток та захист Інтернету речей	2		2	6
Підсумкове заняття	2		2	6
Години:	18		18	54
Разом :	90 (3.0 кредити)			

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Зміст лекційного курсу

№ п/п	Перелік тем лекцій, їх анотації	Години
Другий семестр		
1	Лекція№1. Архітектура, моделі та класифікація Інтернету речей в наукових роботах Еталонна модель IoT. Стандарти сумісності IoT. Еталонна модель IoT від МСЕ-Т. Еталонна модель від всесвітнього форуму IoT. Модель Industrial Internet of Things Reference Architecture. Класифікація IoT. Нормативне забезпечення IoT. Перспективи IoT в Україні. Мобільні оператори України та IoT. Літ.: [1- 14]	2
2	Лекція№2. Екосистема Інтернету речей та інформаційно-вимірювальні системи як складова наукових досліджень Інтернет речей як екосистема технічних пристроїв та програмних ресурсів для збирання, передачі та обробки даних (сенсори, мікропроцесорна техніка, сервери, концентратори даних тощо). Склад та архітектура інформаційно-вимірювальних систем (ІВС). ІВС та системи моніторингу як основа для існування «речей» в кібер-фізичних системах. Порівняння простих та інтелектуальних сенсорів. Сенсорно-комп'ютерні системи, сенсори 4.0. ІВС на базі сенсорів 4.0. IoT платформи. IoT шлюзи. Літ.: [1- 14]	2
3	Лекція№3. Проривні технології, пов'язані з Інтернетом речей Технології та протоколи передачі даних на короткі відстані в IoT мережах. Технології NFC, Bluetooth Low Energy, Wi-Fi, HaLow. Технології та протоколи передачі даних на довгі відстані в IoT мережах. Технологія LoRaWAN, технологія SigFox, стандарт NB-IoT. Технології RFID. Великі дані у промисловості, визначення великих даних (Big Data), обробка і методи аналізу Big Data. Технології Big Data. Літ.: [1- 14]	2
4	Лекція№4. Використання технологій, пов'язаних з Інтернетом речей для дослідження Цифрові двійники (Digital Twins). Машинне навчання (Machine Learning). Віртуальна та доповнена реальність (VR, AR). Штучний інтелект. Блокчейн. Хмарні технології. «Рухи 4.0»: Logistic 4.0, Utility 4.0, CleanTech, FinTech, Mobility 4.0, MilTech, AgTech, MedTech EdTech, eHealth. Літ.: [1- 14]	2
5	Лекція№5. Впровадження наукових розробок у промислові інтернет речі Концепція Індустрія, її відображення в стратегічних документах економічного розвитку країн світу, зокрема, в Україні. Інтернет речей в промисловості. Поняття кібер-фізичної системи. Smart Factory - розумне виробництво. Промисловий інтернет речей (IIoT). Нормативне забезпечення Smart Factory. Архітектура розумного виробництва RAMI, її зв'язок із моделями IoT. Розвиток апаратного та програмного забезпечення, інтернету речей як базису для утворення кібер-фізичних систем, зокрема, розумного виробництва.	2

	Літ.: [1- 14]	
6	<p>Лекція№6. Smart City та напрямки дослідження</p> <p>Розумні речі як синергія функціоналу із інформаційними та комунікаційними технологіями. Smart House, розумна побутова техніка, розумні автомобілі та літаки. Концепції розумного міста. Класифікація Smart City. Основні складові розумного міста. Технології розумних міст. Стандарти розумного міста.</p> <p>Літ.: [1- 14]</p>	2
7	<p>Лекція№7. Smart Grid та напрямки дослідження</p> <p>Smart Grid енергосистеми, можливості модернізації системи на базі технологічної платформи Smart Grid. Властивості та технології розумних енергосистем. Дослідження в Smart Grid, моделі та стандарти розумних енергосистем.</p> <p>Літ.: [1- 14]</p>	2
8	<p>Лекція№8. Подальший розвиток та захист Інтернету речей</p> <p>Розвиток екосистем IoT. Складові майбутнього інтернету речей. Проект PURSUIT: архітектура прямих взаємодій речей без серверів. Безпека передачі даних. Тотально- інтегровані Smart системи. Загрози Індустрії. Утворення глобальних екосистем. Internet of Everything, IoE.</p> <p>Літ.: [1- 14]</p>	2
9	Підсумкове заняття	2
Разом за перший семестр:		18

2.2. Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Години
Перший семестр		
1	Лабораторна робота №1. Створення та використання інтелектуальних сенсорів для дослідження. Літ.: [1- 14]	2
2	Лабораторна робота №2. Створення цифрового двійника (Digital Twins) досліджуваного процесу. Літ.: [1- 14]	2
3	Лабораторна робота №3. Використання технології ІоТ «Рухи 4.0» для дослідження Літ.: [1- 14]	2
4	Лабораторна робота №4. Використання технології ІоТ для розумного виробництва Smart Factory Літ.: [1- 14]	2
5	Лабораторна робота №5. Використання промислових ІоТ для розумного виробництва RAMІ Літ.: [1- 14]	2
6	Лабораторна робота №6. Використання технологій ІоТ для Smart City Літ.: [1- 14]	2
7	Лабораторна робота №7. Використання технологій ІоТ для Smart Grid Літ.: [1- 14]	2
8	Лабораторна робота №8. Вивчення способів захисту ІоТ Літ.: [1- 14]	2
9	Підсумкове заняття	2
	Разом :	18

2.3. Зміст самостійної (індивідуальної) роботи

Самостійна робота студентів денної форми навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу, підготовці до виконання практичних і захисту лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу, тощо.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Години
Перший семестр		
1	Опрацювання лекційного матеріалу №1. Підготовка до лабораторної роботи №1.	6
2	Опрацювання лекційного матеріалу №2. Підготовка до лабораторної роботи №2. Підготовка до захисту лабораторної роботи №1.	6
3	Опрацювання лекційного матеріалу №3. Підготовка до лабораторної роботи №3. Підготовка до захисту лабораторної роботи №2.	6
4	Опрацювання лекційного матеріалу №4. Підготовка до лабораторної роботи №4. Підготовка до захисту лабораторної роботи №3.	6
5	Опрацювання лекційного матеріалу №5. Підготовка до лабораторної роботи №5. Підготовка до захисту лабораторної роботи №4.	6
6	Опрацювання лекційного матеріалу №6. Підготовка до лабораторної роботи №6. Підготовка до захисту лабораторної роботи №5.	6
7	Опрацювання лекційного матеріалу №7. Підготовка до лабораторної роботи №7. Підготовка до захисту лабораторної роботи №6.	6
8	Опрацювання лекційного матеріалу №8. Підготовка до лабораторної роботи №8. Підготовка до захисту лабораторної роботи №7.	6
9	Підготовка до підсумкових лабораторного заняття. Захист лабораторної роботи №8.	6
	Разом :	54

3. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Лекції проводяться, в основному, з використанням словесних, наочних методів; лабораторні заняття проводяться пояснювально-ілюстративними, практичними та частково-пошуковими методами; самостійна робота передбачає виконання індивідуальних завдань із залученням практичних та частково-пошукових методів.

4. ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль здійснюється під час лекційних, практичних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочим планом дисципліни. Семестровий контроль проводиться у формі заліку. При цьому при виведенні остаточної оцінки враховуються результати поточного контролю.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за чотирибальною шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих позитивно з врахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих її видів робіт. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід (залік), вважається тим що не встиг.

При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування перед допуском до виконання лабораторної та практичної робіт – здійснюється на їх початку; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється тестовим контролем; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту кожної лабораторної роботи, згідно з робочою програмою дисципліни і робочим навчальним планом.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу і графічної частини; вміння студента обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи. Для виконання програми дисципліни студент повинен отримати 8 оцінок за лабораторні роботи.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті.

Пропущене лабораторне заняття студент повинен відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

При оцінюванні знань студентів викладач керується такими критеріями.

Оцінку „**відмінно**”, за шкалою ECTS – **A**, отримує студент за глибоке і повне опанування змісту навчального матеріалу, в якому він легко орієнтується, понятійного апарату, за уміння зв'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і в письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення. Студент повинен набути практичних навичок з програмування мікроконтролерних систем. Оцінка "відмінно" виставляється студенту, який вміє раціонально застосувати основні принципи і методи, які стосуються програмування мікроконтролерних систем та вміє ними користуватися при складанні алгоритмів та програм. Студент не повинен вагатися при видозміні запитання, повинен робити детальні та узагальнюючі висновки.

Оцінку „**добре**”, за шкалою ECTS – **B**, отримує студент за повне засвоєння навчального матеріалу, володіння понятійним апаратом, орієнтування у вивченому матеріалі, свідоме використання знань для вирішення практичних завдань, грамотний виклад відповіді, але у змісті і формі відповіді мали місце окремі неточності (похибки), нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента повинна будуватись на основі самостійного мислення.

Оцінку „**добре**”, за шкалою ECTS – **C**, отримує студент за правильну відповідь з однією-двома суттєвими помилками.

Оцінки "задовільно", за шкалою ECTS – **D**, заслуговує студент, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, що справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент слабо знає структуру курсу, допускає помилки у відповіді, засвоїв і набув практичних навичок з програмування мікроконтролерних систем, але допустив неточності. Вагається при відповіді на видозмінене запитання, разом з тим студент володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.

Оцінки "задовільно", за шкалою ECTS – **E**, заслуговує студент за неповне опанування програмного матеріалу, але отримані знання і набуті практичні навички з програмування мікроконтролерних систем..

Оцінка „незадовільно”, за шкалою ECTS – **FX**, виставляється, коли студент має розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, припускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань.

Як правило, оцінка "незадовільно", за шкалою ECTS – **F**, виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткових знань з курсу.

На основі результатів поточного контролю і підсумкового контрольного заходу виставляється підсумкова семестрова оцінка. На основі аналізу контролю знань викладач удосконалює курс лекцій, звертаючи особливу увагу на ті розділи, чи теми, з яких було найбільше неточних відповідей, що свідчить про методичні чи інші недоліки при висвітленні вказаних тем або розділів.

Аналогічно вносяться корективи в методичні посібники для лабораторних робіт, детальніше розглядаються принципи питань при виконанні лабораторних робіт та їх захист.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота								Самостійна, індивідуальна робота								Форма семестрового контролю (іспит)							
II семестр																							
Лабораторні роботи №:								Тест. контроль:								Підсумковий контрольний захід							
1	2	3	4	5	6	7	8	Т 1-8															
ВК: 0,4								0,2								0,4							

Умовні позначення: Т – тема дисципліни; ВК – ваговий коефіцієнт.

Оцінювання тестових завдань. Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 20.

Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою.

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту, представлена у нижченаведеній таблиці.

Сума балів за тестове завдання	1–11	12–14	15–18	19-20
Оцінка	2	3	4	5

На тестування відводиться 20 хвилин. Тестування проводиться з використанням модульного середовища для навчання MOODLE. Правильні відповіді студент реєструє в онлайн режимі в модульному середовищі MOODLE. Через 20 хвилин студенти завершують тестування та надсилають свої відповіді на сервер. Викладач оголошує результати тестування згідно журналу оцінок модульного середовища MOODLE. Якщо студент отримав негативну оцінку, то він має пройти тестування знов в установленому порядку, але обов'язково до терміну наступного контролю. Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ECTS встановлюється в автоматизованому режимі після внесення усіх оцінок до електронного журналу.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у наступній таблиці.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інтервальна шкала балів	Вітчизняна оцінка		
A	4,75–5,00	5	Зараховано	Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4		Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4		Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	Незараховано	Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2		Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

5. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ СТУДЕНТІВ

1. Що таке Інтернет речей (IoT), і які основні принципи його функціонування?
2. Які аспекти безпеки важливі для систем Інтернету речей, і як їх можна забезпечити?
3. Які протоколи використовуються для забезпечення зв'язку в мережах IoT, і як вони взаємодіють?
4. Розкажіть про архітектурні рішення для систем Інтернету речей.
5. Які виклики виникають при впровадженні інтернету речей в промисловості?
6. Як можна оптимізувати використання енергії в пристроях IoT для подовження їхньої автономності?
7. Які переваги та недоліки бездротових технологій для зв'язку в системах Інтернету речей?
8. Як вибрати відповідний тип сенсорів для конкретного застосування в IoT?
9. Як впливає масштабування на архітектуру та проектування систем IoT?
10. Розгляньте використання хмарових сервісів у контексті Інтернету речей. Які переваги та виклики пов'язані з цим?
11. Які основні принципи збору, обробки та аналізу даних в системах IoT?
12. Які роль та функції виконують бортові операційні системи в пристроях IoT?
13. Розгляньте вплив Інтернету речей на концепцію "розумного міста" та пов'язані з цим виклики.
14. Як можна забезпечити інтероперабельність між різними пристроями та системами в Інтернеті речей?
15. Як вибрати оптимальний протокол для передачі даних в залежності від конкретного використання в IoT?
16. Як можна вирішити проблему обробки великих обсягів даних в системах IoT? Розгляньте концепції edge computing та fog computing.
17. Як взаємодіють технології штучного інтелекту із системами Інтернету речей, і як це може поліпшити їхню ефективність?
18. Які виклики пов'язані з приватністю та безпекою особистих даних в контексті використання IoT у побуті?
19. Як можна оптимізувати комунікацію та обробку даних для забезпечення реального часу в системах Інтернету речей?
20. Як вирішуються питання витрат та надійності в системах Інтернету речей, особливо при великому обсязі пристроїв?
21. Які переваги та обмеження використання пристроїв IoT в промисловості та виробництві?
22. Розгляньте використання технології блокчейну в системах Інтернету речей для забезпечення надійності та безпеки транзакцій.
23. Які стратегії енергозбереження можна використовувати в сенсорах та пристроях IoT для продовження терміну служби батарей?
24. Як враховувати та вирішувати питання етики в розробці та використанні систем Інтернету речей?
25. Як визначити оптимальну архітектуру системи IoT для конкретного застосування, враховуючи вимоги до продуктивності та масштабування?
26. Які технології використовуються для визначення місцезнаходження пристроїв у мережі IoT, і як це впливає на їхню точність та ефективність?
27. Розгляньте виклики та можливості використання IoT у сфері охорони здоров'я та медицини.
28. Як можна оптимізувати мережеву архітектуру для мінімізації затримок у передачі даних в системах Інтернету речей?
29. Як вирішити проблему несумісності протоколів та стандартів в сучасних системах Інтернету речей?
30. Як використовувати техніку контролю версій та управління конфігурацією в розробці систем Інтернету речей для забезпечення стабільності та розширюваності?
31. Як можна покращити ефективність передачі даних в системах Інтернету речей з використанням технологій стиснення та оптимізації трафіку?
32. Розгляньте вплив Інтернету речей на екологічні питання та можливості використання цієї

технології для створення екологічно чистих рішень.

33. Як можна вирішити проблему недостатньої багатфункціональності та обмежених ресурсів у деяких пристроях Інтернету речей?
34. Які виклики пов'язані з підтримкою інтернет-підключення в областях з обмеженим доступом до мережі?
35. Розгляньте аспекти обробки даних в реальному часі для визначення аномалій та автоматизації реагування на події в системах Інтернету речей.
36. Як визначити та управляти енергоспоживанням великих мережі пристроїв Інтернету речей?
37. Як забезпечити сумісність між різними пристроями та платформами в системах Інтернету речей?
38. Як можна використовувати технології машинного навчання для аналізу та прогнозу даних, зібраних від пристроїв IoT?
39. Розгляньте ролі та можливості додаткових технологій, таких як RFID та NFC, в Інтернеті речей.
40. Як вирішити проблему оновлення програмного забезпечення на великій кількості розподілених пристроїв IoT?
41. Як вирішити питання приватності та захисту особистих даних у світі зростаючого використання IoT в побутових пристроях?
42. Які технології використовуються для взаємодії між пристроями в інтернеті речей та як забезпечити стандартизацію цих взаємодій?
43. Розгляньте вплив Інтернету речей на сферу розробки та створення нових бізнес-моделей.
44. Як можна використовувати технології геолокації для управління та відстеження руху пристроїв в Інтернеті речей?
45. Які перспективи розвитку Інтернету речей можливі в медичній діагностиці та лікуванні?
46. Як вирішити проблеми взаємодії між різнорідними пристроями IoT в умовах різних вендорів та стандартів?
47. Як використовувати аналітику даних для отримання цінної інформації з великих обсягів даних, зібраних в системах IoT?
48. Розгляньте вплив Інтернету речей на поняття "розумний будинок" та висуньте ідеї для подальшого розвитку цього концепту.
49. Як можна покращити масштабованість та гнучкість систем Інтернету речей для різних застосувань?
50. Які виклики пов'язані з використанням Інтернету речей в автомобільній промисловості, зокрема в розвитку автономних транспортних засобів?
51. Як вирішити проблеми безпеки та конфіденційності при використанні даних, зібраних від різних джерел у системах Інтернету речей?
52. Розгляньте можливості використання технологій блокчейну для створення децентралізованих та безпечних систем Інтернету речей.
53. Як вирішити проблеми зв'язку та інтеграції між різнорідними пристроями в розподілених системах Інтернету речей?
54. Як можна використовувати технології доповненої реальності (AR) та віртуальної реальності (VR) у сполученні з Інтернетом речей для створення інноваційних рішень?
55. Розгляньте використання технологій IoT для покращення ефективності виробництва та оптимізації логістичних процесів.
56. Як вирішити проблеми управління житловими будівлями та інфраструктурою міст з використанням Інтернету речей?
57. Які перспективи використання IoT у сфері сільського господарства для підвищення врожаїв та оптимізації сільськогосподарських процесів?
58. Як вирішити проблеми інтерфейсу та взаємодії людини з пристроями Інтернету речей для створення зручного та інтуїтивно зрозумілого середовища?
59. Як забезпечити стійкість систем Інтернету речей до кібератак та видалених втручань?
60. Як вирішити питання енергоефективності та використання відновлюваних джерел енергії в системах Інтернету речей?

6. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчальний процес з дисципліни «Теорія і проектування систем Інтернету речей» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ОСНОВНА

1. Programming the Internet of Things: An Introduction to Building Integrated, Device-to-Cloud IoT Solutions by Andy King 2021. – 130 p.
2. Industrial IoT for Architects and Engineers: Architecting secure, robust, and scalable industrial IoT solutions with AWS by Joey Bernal, Bharath Sridhar 2023. – 125 p.
3. MASTERING THE ESP32 IOT PROJECTS WITH ARDUINO IDE: Building Connected Devices with the ESP32 Practical Guide to Arduino IDE by Mikasa Mizuki 2023. – 210 p.
4. THE COMPLETE GUIDE TO ESP32 AND ARDUINO FOR IOT: Unleash the Power of the Internet of Things Build Connected Devices and Automate Your World by Roronoa Hatake 2023. – 148 p.
5. IoT Data Analytics using Python: Learn how to use Python to collect, analyze, and visualize IoT data (English Edition) by M S Hariharan 2023. – 234 p.
6. Embedded Machine Learning for Cyber-Physical, IoT, and Edge Computing: Use Cases and Emerging Challenges by Sudeep Pasricha and Muhammad Shafique 2023. – 168 p.
7. IoT-Entwicklung: Den Grundstein für eine intelligente Welt legen (German Edition) by Shaista Fatima, Syed Imran Ahmed, et al., 2023, – 251 p.
8. IoT for Defense and National Security by Robert Douglass, Keith Gremban, et al. 2023. – 162 p.
9. IoT and OT Security Handbook: Assess risks, manage vulnerabilities, and monitor threats with Microsoft Defender for IoT by Smita Jain, Vasantha Lakshmi, et al. 2023. – 178 p.
10. 10.STM32 IoT Projects for Beginners: A Hands-On Guide to Connecting Sensors, Programming Embedded Systems, Build IoT Devices with STM32 by Aharen san, 2023. – 159 p.
11. IoT and Analytics in Renewable Energy Systems (Volume 1): Sustainable Smart Grids & Renewable Energy Systems by O.V. Gnana Swathika , K. Karthikeyan, et al., 2023. – 171 p.
12. IoT and Analytics in Renewable Energy Systems (Volume 2): AI, ML and IoT Deployment in Sustainable Smart Cities by O.V. Gnana Swathika , K. Karthikeyan, et al., 2023. – 134 p.
13. Sistema de estacionamiento inteligente basado en IOT usando RFID (Spanish Edition) by K. T. Uma Kamesh and B. Madhavi, 2023. – 127 p.
14. Understanding IoT: Tips, Recommendations, and Strategies for Success by Rick Spair, 2023. – 174 p.

ДОДАТКОВА

15. ДСТУ ISO/IEC 20924:2020. Інформаційні технології. Інтернет речей (IoT). Словник термінів. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 30 с.
16. ДСТУ EN 303 645:2020. Кібербезпека для побутових пристроїв Інтернету речей (IoT). Вимоги щодо базового рівня кібербезпеки. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 55 с.
17. ДСТУ IEC 62890:2020. Системи промислової автоматизації та інтеграції. Управління життєвим циклом для систем та продуктів, що використовуються у промисловій процесній автоматизації. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 40 с.
18. "Security and Privacy in the Internet of Things: Current Status and Open Issues" by J. Granjal, Computer Communications, Vol. 167, 2021, pp. 10-29.
19. "Internet of Things Architecture: Recent Advances, Taxonomy, Requirements, and Open Challenges" by S. Li, L. Da Xu, S. Zhao, IEEE Wireless Communications, Vol. 27, No. 6, 2020, pp. 168-175.
20. "Blockchain for Internet of Things: Present and Future" by M. Conoscenti, A. Vetrò, J.C. De Martin, IEEE Internet of Things Journal, Vol. 7, No. 4, 2020, pp. 1-14.
21. "Edge Computing Technologies for Internet of Things: A Primer" by W. Shi, S. Dustdar, IEEE Internet Computing, Vol. 24, No. 2, 2020, pp. 22-29.

22. ДСТУ ISO/IEC 30141:2021. Інформаційні технології. Інтернет речей (IoT). Довідкова архітектура. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. – 85 с.
23. "Machine Learning for Internet of Things Data Analysis: A Survey" by K. Al-Garadi et al., *Digital Communications and Networks*, Vol. 6, Issue 3, 2020, pp. 195-202.
24. "IoT-Based Smart Healthcare Systems: A Review of Intelligent Applications and Technologies" by M.M. Rathore et al., *Journal of Network and Computer Applications*, Vol. 150, 2020, pp. 102-112.
25. "Cybersecurity in IoT: Threats and Countermeasures" by E. Bertino, *Computer*, Vol. 53, No. 3, 2020, pp. 14-17.
26. "Integration of Blockchain and Internet of Things: Architecture, Applications and Challenges" by L. Xu, L. Chen, Z. Gao, *Procedia Computer Science*, Vol. 167, 2020, pp. 321-329.
27. ДСТУ ІЕС 62443-2-1:2021. Безпека промислових процесів. Системи та мережі промислової автоматизації та керування. Частина 2-1: Вимоги до системи управління безпекою. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. – 60 с.
28. "IoT Data Analytics Using Deep Learning and Apache Spark" by J. Singh, S. Kaur, *International Journal of Computer Applications*, Vol. 975, No. 8887, 2020, pp. 1-5.
29. "Energy-Efficient Communication Protocols for IoT" by F. Restuccia, S. D'Oro, T. Melodia, *IEEE Internet of Things Journal*, Vol. 7, No. 3, 2020, pp. 1-14.
30. "The Role of Artificial Intelligence in the Internet of Things Security and Privacy" by A. Mosenia, N.K. Jha, *Proceedings of the IEEE*, Vol. 108, No. 2, 2020, pp. 135-154.
31. ДСТУ EN ІЕС 63044-3:2021. Електронні системи домашньої та будівельної автоматизації (НВЕС) та системи будівельної автоматизації та керування (ВАС). Частина 3: Аспекти функціональної безпеки. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. – 70 с.
32. "IoT-Based Smart Cities: Recent Advances and Challenges" by P. Bellavista, G. Cardone, A. Corradi, *Sensors*, Vol. 21, No. 1, 2021, pp. 1-25.
33. "Survey on 5G Network Technologies for IoT Applications" by H. Shiri, M. Nasralla, M. Fathy, *IEEE Internet of Things Journal*, Vol. 8, No. 5, 2021, pp. 1-20.
34. "A Comprehensive Review of Edge Computing for the Internet of Things" by M. Chiang, T. Zhang, *IEEE Internet of Things Journal*, Vol. 7, No. 5, 2020, pp. 1-18.
35. ДСТУ ІЕС 62351-7:2021. Керування енергосистемами та пов'язані з ними інформаційні обміни. Безпека даних та комунікацій. Частина 7: Керування подіями мережі та системи. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. – 50 с.
36. "IoT-Enabled Environmental Monitoring Systems: A Review" by N. Kumar, N. Chilamkurti, *Wireless Networks*, Vol. 26, 2020, pp. 1-25.
37. "Privacy-Preserving Mechanisms in IoT: Current Trends and Challenges" by F. Restuccia, S. D'Oro, T. Melodia, *IEEE Internet of Things Magazine*, Vol. 3, No. 3, 2020, pp. 1-7.
38. "Security in Fog Computing: A Review" by S. Gupta, R. Kumar, *Wireless Personal Communications*, Vol. 111, 2020, pp. 1-17.
39. ДСТУ EN ІЕС 61968-1:2021. Інтеграція додатків для керування розподільними мережами електроенергетики. Частина 1: Інтерфейси для загальних повідомлень. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. – 80 с.
40. "Machine Learning Approaches for Internet of Things (IoT) Security: A Review" by A. Hasan, H. Demirkan, *Journal of Network and Computer Applications*, Vol. 161, 2020, pp. 1-13.
41. "IoT-Based Predictive Maintenance for Smart Manufacturing" by S. Lee, H. Kim, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 107, 2020, pp. 1-12.
42. "A Survey on Data Analytics in Internet of Things" by X. Sun, N. Ansari, *IEEE Internet of Things Journal*, Vol. 7, No. 5, 2020, pp. 1-15.
43. ДСТУ ІЕС 62443-4-2:2021. Безпека для промислової автоматизації та систем керування. Частина 4-2: Технічні вимоги до компонентів безпеки. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. – 65 с.
44. "Internet of Things for Healthcare: A Comprehensive Survey" by M.S. Hossain, G. Muhammad, *IEEE Access*, Vol. 8, 2020, pp. 1-30.
45. Vaishya et al., *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, Vol. 14, No. 4, 2020, pp. 419-422.

46. "Integration of IoT and Cloud Computing: A Roadmap for Smart Environments" by L. Atzori, A. Iera, G. Morabito, *Future Generation Computer Systems*, Vol. 108, 2020, pp. 1-15.
47. ДСТУ ISO/IEC TS 38505-1:2021. Інформаційні технології. Управління ІТ для організацій. Керівництво щодо управління даними. Частина 1: Рамки управління даними. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. – 45 с.
48. "An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges" by P.P. Ray, *IEEE Internet of Things Magazine*, Vol. 3, No. 2, 2020, pp. 1-9.
49. "IoT-Based Waste Management System: A Comprehensive Review" by S. Kumar, R. Singh, *Materials Today: Proceedings*, Vol. 46, Part 14, 2021, pp. 1-5.
50. "Artificial Intelligence and Machine Learning in Industry 4.0: A Survey" by B. Bagheri, I.I. Esfahani, *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 56, 2020, pp. 1-14.
51. ДСТУ ISO/IEC 30149:2021. Інтернет речей (IoT). Процедури перевірки та випробування. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. – 50 с.
52. "Security and Privacy Challenges in Internet of Things" by S. Sicari, A. Rizzardi, *Future Internet*, Vol. 12, No. 12, 2020, pp. 1-17.
53. "A Survey on Industrial Internet of Things: A Cyber-Physical Systems Perspective" by J. Wan, M. Chen, *IEEE Access*, Vol. 8, 2020, pp. 1-20.
54. "IoT-Based Water Quality Monitoring Systems: A Review" by R.B. Raju, V.K. Reddy, *Materials Today: Proceedings*, Vol. 33, Part 7, 2020, pp. 1-5.
55. ДСТУ ISO/IEC TR 30164:2021. Інтернет речей (IoT). Економічний та технічний огляд екосистем Інтернету речей. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. – 40 с.
56. "Smart Grid Technologies in IoT Era: A Survey" by N.N. Truong, Y.M. Jeong, *Journal of Communications and Networks*, Vol. 22, No. 3, 2020, pp. 1-14.
57. "An Analysis of IoT Malware" by P. Faruki, V. Laxmi, *IEEE Internet of Things Journal*, Vol. 7, No. 5, 2020, pp. 1-13.
58. "Internet of Things (IoT): Research, Simulators, and Testbeds" by F.K. Shaikh, S. Zeadally, *IEEE Internet of Things Journal*, Vol. 7, No. 4, 2020, pp. 1-16.
59. "Emerging Technologies for IoT and CPS Security" by S. Patil, S. Seshadri, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 67, No. 4, 2020, pp. 1-9.
60. ДСТУ ISO/IEC TR 30166:2021. Інтернет речей (IoT). Рамки спільної роботи екосистем. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. – 55 с.

8. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

61. The Raspberry Pi Platform and Python Programming for the Raspberry Pi/ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.coursera.org/learn/raspberry-pi-platform>
62. Simulate IoT Projects in Your Browser/ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://wokwi.com/>.
63. Wokwi User Group - Online ESP32, STM32, Arduino and Embedded Systems Simulator / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.linkedin.com/groups/9179854/>.

ЕЛЕКТРОННИЙ УНІВЕРСИТЕТ

64. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
65. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php