



ФАКУЛЬТЕТ ЗАТВЕРДЖУЮ

ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ФІТ

Говорушенко Т.О.

2024_р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Теорія і проєктування систем Інтернету речей
 Натява

Галузь знань 12 – Інформаційні технології
Спеціальність 126 – Інформаційні системи та технології
Рівень вищої освіти – Третій (освітньо-науковий)
Освітньо-наукова програма – Інформаційні системи та технології
Обсяг дисципліни – 3 кредити ЄКТС; **Шифр дисципліни** – ОСП.05
Мова навчання – українська
Статус дисципліни: обов'язкова (спеціальної підготовки)
Факультет – Інформаційних технологій
Кафедра – Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

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

Програма складена  Нічепоруком А.О.
 Підпис Ініціали, прізвище викладача(ів)

Схвалена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Протокол №2 від 30 серпня 2024 р.

В.о. зав. кафедри Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем 

Підпис

Засорнова І.О.
 Ініціали, прізвище

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

Голова Вченої ради



Говорущенко Т.О.
 Ініціали, прізвище

ВСТУП

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, архітектура та проектування систем Інтернету речей на основі методів синтезу, аналізу, обробки даних та інтеграції сучасних цифрових технологій, таких як блокчейн, цифрові двійники, VR/AR, машинне навчання.

Завдання дисципліни. Надати студентам знання і практичні навички з теорії та проектування систем Інтернету речей на основі сучасних архітектурних принципів, еталонних моделей, методів синтезу, аналізу, обробки та збереження даних, засобів взаємодії пристроїв і сервісів, забезпечення безпеки та інтероперабельності, а також інтеграції технологій блокчейну, цифрових двійників, VR/AR і машинного навчання.

Відповідно до освітньої програми дисципліна має забезпечити:

– **компетентності:** Інтегральна ІК. 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; 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; 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; 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; 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.

– **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; 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 науково-прикладних задач; 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.

ТЕОРІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Тип (статус) дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Мова викладання	Українська
Семестр	Парний
Кількість призначених кредитів ЄКТС	3,0
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Очна денна

Результати навчання. Після вивчення дисципліни здобувач має: мати передові концептуальні та методологічні знання з ICT 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; вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми ICT державною та іноземними мовами, оприлюднювати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях; формувати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні наукові дані; 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 науково-прикладних задач; проектувати, розробляти та супроводжувати прикладні ICT для розв'язання задач обробки зображень та великих даних з використанням методів машинного навчання, підтримки прийняття рішень у різних галузях.

Зміст навчальної дисципліни. Еталонні та когнітивних архітектури в Інтернеті речей. Архітектура IoT Edge шлюзів та мультипротокольні рішення для інтероперабельності в екосистемі IoT. Методи та технології блокчейну, цифрових двійників та VR/AR в IoT: безпечна взаємодія, аутентифікація та інтелектуальний аналіз даних. Проектування Green Smart Grid мереж на основі Інтернету речей. Проектування Smart City на основі Інтернету речей. Блокчейн-орієнтована модель для управління IoT. Синтез методів машинного навчання та глибокого навчання в Інтернеті речей для задач обробки зображень та великих даних. TinyML-алгоритми. Проектування інтелектуальних систем для забезпечення безпеки, автоматизації та конвергенції в IoT: протоколи маршрутизації, генеративний штучний інтелект та проміжне програмне забезпечення для Industry 4.0" Архітектури безсерверних взаємодій, безпека даних та інтеграція гіперавтоматизованих AI-систем у розвитку IoT.

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

Методи навчання: словесні, наочні, пояснювально-ілюстративні, практичні, частково-пошукові, самостійна робота.

Форми оцінювання результатів навчання: усне опитування, захист лабораторних робіт, іспит.

Форма семестрового контролю: іспит.

Навчальні ресурси:

1. Alam F. Augmented and Virtual Reality-Based Monitoring and Safety System: A Prototype IoT Platform. Journal of Network and Computer Applications. 2017; 89(2). <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.03.022>
2. Ataei M., Eghmazi A., Shakerian A., Landry R. Jr., Chevrette G. Publish/Subscribe Method for Real-Time Data Processing in Massive IoT Leveraging Blockchain for Secured Storage. Sensors. 2023; 23(24):9692. <https://doi.org/10.3390/s23249692>
3. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua>.
4. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khmnu.edu.ua/asp/php_f/p1age_lib.php.

Викладач: кандидат технічних наук, доцент Нічепорук А.О.

1. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:			
	Лекції	Практичні роботи	Лабораторні роботи	СРС
Перший семестр				
Тема 1 Технології та архітектура інтернету речей в наукових задачах	6		4	18
Тема 2 Інтелектуальний аналіз даних та синтез технологій цифрових двійників, VR/AR, блокчейну в IoT для проєктування Smart Grid та Smart City	6		8	18
Тема 3 Проєктування, розробка та супровід інтелектуальних систем в IoT для задач безпеки, автоматизації та обробки зображень й великих даних на основі синтезу методів машинного навчання та глибокого навчання	6		6	18
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
Тема 1 Технології та архітектура інтернету речей в наукових задачах		
1	Лекція№1. Еталонні та когнітивних архітектури в Інтернеті речей Еталонна модель IoT. Еталонна модель IoT від MCE-T. Еталонна модель від всесвітнього форуму IoT. Архітектура Industrial Internet of Things Reference Architecture. Абстрактна модель для просторово-часових контекстних даних (Nexus Augmented World Model (AWM))[1]. Архітектура програмно-конфігурованої мережі та когнітивний метод управління для організації множинного доступу в мережах IoT [2]. Літ.: [1, 2]	2
2	Лекція№2. Архітектура IoT Edge шлюзів та мультипротокольні рішення для інтероперабельності в екосистемі IoT 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 (IVS). IVS та системи моніторингу як основа для існування «речей» в кібер-фізичних системах. Порівняння простих та інтелектуальних сенсорів. Сенсорно-комп'ютерні системи, сенсори 4.0. IVS на базі сенсорів 4.0. IoT платформи. IoT шлюзи. Архітектура IoT Edge шлюзу для динамічного керування додатками та протоколами [3], мультипротокольні шлюзи, які забезпечують інтероперабельність між різними бездротовими технологіями для передачі даних від сенсорів до хмарних сервісів[4]. Літ.: [3, 4]	2
3	Лекція№3. Промисловий інтернет речей: модель життєвого циклу модульних цифрових двійників у промисловому Інтернеті речей та синтез методів глибокого навчання в IIoT Промисловий інтернет речей (IIoT). Нормативне забезпечення Smart Factory. Архітектура розумного виробництва RAMI, її зв'язок із моделями IoT та цифровими двійниками, Модель життєвого циклу для модульних цифрових двійників у промисловому Інтернеті речей [15]. Розвиток апаратного та програмного забезпечення, інтернету речей як базису для утворення кібер-фізичних систем, зокрема, розумного виробництва. Синтез методів глибокого навчання для промислового Інтернету речей [16]. Літ.: [15,16]	2
Тема 2 Інтелектуальний аналіз даних та синтез технологій цифрових двійників, VR/AR, блокчейну в IoT для проектування Smart Grid та Smart City		
4	Лекція№4. Методи та технології блокчейну, цифрові двійники та VR/AR в IoT: безпечна взаємодія, аутентифікація та інтелектуальний аналіз даних Архітектура безпечної взаємодії між пристроями в мережі IoT на основі блокчейн [5], метод та система безпечної аутентифікації для IoT на основі технології блокчейн [6], Цифрові двійники (Digital Twins), методи та технології створення цифрових двійників для промислового Інтернету речей (IIoT) [7], Метод побудови цифрових двійників для промислового IoT [10]. Віртуальна та доповнена реальність (VR, AR), метод синтезу VR-AR-IoT для побудови адаптивних систем безпеки та контролю [8], метод публікації/підписки для обробки даних у реальному часі в масивному Інтернеті речей. Синтез технологій блокчейну для	2

	проектування систем із безпечним збереженням вмісту [9]. Літ.: [5-10]	
5	Лекція№5. Проектування Green Smart Grid мереж на основі Інтернету речей Smart Grid енергосистеми, можливості модернізації системи на базі технологічної платформи Smart Grid. Моделі Smart City: централізовані, децентралізовані та гібридні підходи. Проектування Green Smart Grid архітектури. Green Smart Grid мережа на основі Інтернету речей [19], Протоколи автентифікації та узгодження ключів для системи Smart Grid із підтримкою IoT [20]. Літ.: [19,20,25]	2
6	Лекція№6. Проектування Smart City на основі Інтернету речей. Блокчейн-орієнтована модель для управління IoT Розумні речі як синергія функціоналу із інформаційними та комунікаційними технологіями. Концепції розумного міста. Класифікація Smart City. Технології розумних міст. Стандарти розумного міста. Блокчейн-орієнтована модель для управління IoT [17]. Синтез технології цифрових двійників та методів штучного інтелекту для Smart City [18]. Смарт-контракти для автоматизації міських сервісів на основі IoT. Цифрова ідентифікація користувачів та IoT-пристроїв у Smart City. Літ.: [17,18]	2
Тема 3 Проектування, розробка та супровід інтелектуальних систем в IoT для задач безпеки, автоматизації та обробки зображень й великих даних на основі синтезу методів машинного навчання та глибокого навчання		
7	Лекція№7. Синтез методів машинного навчання та глибокого навчання в Інтернеті речей для задач обробки зображень та великих даних. TinyML-алгоритми Використання та синтез методів машинного навчання та глибокого навчання для задач обробки зображень та великих даних в IoT[11]. Метод прогнозного технічного обслуговування для промислових IoT-систем на основі машинного навчання[12]. Адаптивний ансамблевий підхід на основі згорткових нейронних мереж (CNN) для класифікації зображень [14]. TinyML-алгоритми для управління великими даними у великомасштабних IoT-системах [13]. «Рухи 4.0»: Logistic 4.0, Utility 4.0, CleanTech, FinTech, Mobility 4.0, MilTech, AgTech, MedTech EdTech, eHealth. Літ.: [11-14]	2
8	Лекція№8. Проектування інтелектуальних систем для забезпечення безпеки, автоматизації та конвергенції в IoT: протоколи маршрутизації Розвиток екосистем IoT. Проєкт PURSUIT: архітектура прямих взаємодій речей без серверів. Технології та методи забезпечення безпеки передачі даних. Система збору даних із протоколу маршрутизації RPL для виявлення розподілених відмову від атак на обслуговування в мережах IoT. Літ.: [21,22,26]	2
9	Лекція№8. Проектування інтелектуальних систем для забезпечення безпеки, автоматизації та конвергенції в IoT: генеративний штучний інтелект та проміжне програмне забезпечення для Industry 4.0 Гіперавтоматизована система із генеративними AI-агентами [21]. Багатошарове проміжне програмне забезпечення для конвергенції операційних та інформаційних технологій, що сприяє впровадженню концепцій Industry 4.0 [22]. Літ.: [21,22,26]	2
	Разом за семестр:	18

2.2. Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Години
1	Лабораторна робота №1. Розробка інтелектуальних сенсорів з елементами когнітивного управління Літ.: [1, 2]	2
2	Лабораторна робота №2. Використання та синтез методів глибокого навчання та технологій цифрових двійників у розумному виробництві (Smart Factory) Літ.: [15-16]	2
3	Лабораторна робота №3. Синтез технологій цифрових двійників, VR/AR та блокчейну в IoT: створення та інтеграція цифрових двійників для досліджуваних процесів Літ.: [5-10]	2
4	Лабораторна робота №4. Створення підсистеми керування розумним виробництвом RAMI у промисловому IoT на основі цифрових двійників для оптимізації виробничих процесів Літ.: [15-16]	2
5	Лабораторна робота №5. Проектування Green Smart Grid мереж на основі Інтернету речей Літ.: [19,20,25]	2
6	Лабораторна робота №6. Розроблення блокчейн-орієнтованих моделей в управлінні IoT у Smart City на основі цифрових двійників Літ.: [17,18]	2
7	Лабораторна робота №7. Створення та інтеграція моделей машинного навчання в IoT для інтелектуальних систем обробки зображень і великих даних на основі синтезу методів машинного та глибокого навчання в концепції «Рухи 4.0» Літ.: [11-14]	2
8	Лабораторна робота №8. Проектування інтелектуальної системи в IoT з елементами забезпечення безпеки на основі використання безсерверної архітектури та синтезу блокчейн та AI технологій Літ.: [21,22,26]	2
9	Підсумкове заняття	2
	Разом :	18

2.3. Зміст самостійної (індивідуальної) роботи

Самостійна робота студентів денної форми навчання полягає у систематичному опрацюванні лекційного матеріалу, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Години
1-2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №1. Захист лабораторної роботи №1.	6
3-4	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №2.	6
5-6	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лабораторної роботи №2. Підготовка до лабораторної роботи №3.	6
7-8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №4. Захист лабораторної роботи №3. Захист лабораторної роботи №4.	6
9-10	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №5. Захист лабораторної роботи №5.	6
11-12	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №6. Захист лабораторної роботи №6.	6
13-14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №7. Захист лабораторної роботи №7.	6
15-16	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №8. Захист лабораторної роботи №8.	6
17-18	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до підсумкового контрольного заходу.	6
	Разом :	54

3. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Лекції проводяться, в основному, з використанням словесних, наочних методів; лабораторні заняття проводяться з використанням пояснювально-ілюстративних, практичних та частково-пошукових методів; самостійна робота передбачає підготовку до лабораторних робіт із залученням практичних та частково-пошукових методів.

4. ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль здійснюється під час лабораторних занять. Семестровий контроль проводиться у формі іспиту. 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.

При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування перед допуском до виконання лабораторної – здійснюється на їх початку; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту кожної лабораторної роботи, згідно з робочою програмою дисципліни.

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

Пропущене лабораторне заняття студент повинен відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін.

При оцінюванні знань студентів викладач керується такими критеріями.

Оцінку „**відмінно**”, за шкалою ECTS – A, отримує студент, що демонструє глибоке й системне розуміння предметної області, володіє передовими концептуальними та методологічними знаннями в області проєктування систем Інтернету речей. Здатний продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні науково-прикладні задачі у сфері інформаційних систем і технологій, здійснювати наукові дослідження, що мають наукову новизну та практичне значення, а також проєктувати та досліджувати складні системи Інтернету речей, використовувати методи синтезу технологій цифрових двійників, VR/AR, блокчейну в IoT для проєктування складних систем Інтернету речей, що вирішують задачі безпеки, автоматизації та обробки зображень й великих даних.

Оцінку „**добре**”, за шкалою ECTS – B, отримує студент, що демонструє глибокі знання предметної області та здатність до свідомого використання знань для вирішення складних науково-прикладних завдань. Проте в його відповіді можуть бути окремі неточності або недостатньо чітке обґрунтування деяких наукових положень, а відповіді будується на основі самостійного мислення, проте може бракувати глибокого критичного аналізу літературних джерел або наукових даних.

Оцінку „**добре**”, за шкалою ECTS – C, отримує студент за правильну відповідь, але допускає 1-2 суттєві помилки у застосуванні або формулюванні концепцій чи методів.

Оцінки "**задовільно**", за шкалою ECTS – D, заслуговує студент, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого наукової та практичної діяльності у сфері ICT. Проте відповідь переважно базується на репродуктивному мисленні, без глибокого аналізу наукової проблематики; виявляє труднощі при формулюванні та перевірці гіпотез, у використанні методології наукових досліджень; дослідження містять помилки в проєктуванні та аналізі даних, але здобувач спроможний виправити їх під керівництвом наукового керівника.

Оцінки "задовільно", за шкалою ECTS – E, заслуговує студент за неповне опанування програмного матеріалу, але отримані знання і набуті навички пов'язані із теорією і проектуванням систем Інтернету речей.

Оцінка „незадовільно”, за шкалою ECTS – FX, виставляється, коли студент має розрізнені, безсистемні знання, у відповідях простежується відсутність або неправильне застосування сучасних методів дослідження в ICT.

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.

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			
II семестр											
Лабораторні роботи №:								Іспит			
1	2	3	4	5	6	7	8				
ВК: 0.6								0.4			

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

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ЕКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЕКТС наведені у наступній таблиці.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЕКТС

Оцінка ЕКТС	Інтервальна шкала балів	Вітчизняна оцінка		
A	4,75–5,00	5	Зараховано	Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок
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. Синтез інтероперабельності в гетерогенних середовищах IoT: когнітивні моделі управління та стандартизація мультипротокольних рішень.
2. Моделювання вибору оптимального протоколу передачі даних в залежності від параметрів продуктивності, енергоспоживання та архітектурних обмежень IoT-систем.
3. Архітектурний аналіз Edge Computing та Fog Computing: оптимізація обробки великих обсягів даних в IoT-екосистемах.
4. Когнітивна інтеграція технологій штучного інтелекту в Інтернет речей: адаптивне управління потоками даних та оптимізація прийняття рішень.
5. Просторово-часові моделі безпеки персональних даних в IoT: концептуальні загрози та механізми захисту в кібер-фізичних системах.
6. Оптимізація комунікаційних моделей для забезпечення обробки даних в реальному часі в масштабованих IoT-середовищах.
7. Математичне моделювання балансування витрат та надійності в масштабованих мережах IoT.
8. Аналіз обмежень та потенціалу впровадження IoT-технологій у промислових системах: когнітивні моделі управління та предиктивного аналізу.
9. Блокчейн як архітектурне рішення для забезпечення довірчої взаємодії в системах Інтернету речей: перспективи та обмеження.
10. Енергозберігаючі стратегії в автономних сенсорних мережах IoT: адаптивні алгоритми управління живленням.
11. Принципи збору, обробки та аналізу даних в системах IoT.
12. Проблема обробки великих обсягів даних в системах IoT.
13. Концепції edge computing та fog computing: моделі, технології.
14. Методи керування конфігурацією для безперервного оновлення програмного забезпечення в IoT.
15. Використання технологій блокчейну та IPFS для забезпечення безпеки зберігання IoT-даних у децентралізованих системах.
16. Підвищення ефективності збору IoT-даних за допомогою методів обробки сигналів на рівні сенсорних мереж.
17. Забезпечення безпеки транзакцій між IoT-пристроями через використання блокчейн-технологій.
18. Впровадження цифрової ідентифікації в IoT-інфраструктурах завдяки технологіям Self-Sovereign Identity (SSI).
19. Моделювання розумних міст на основі багаторівневих архітектур IoT.
20. Вплив гібридних моделей обчислень (хмарні, периферійні та туманні) на продуктивність IoT.
21. Використання технологій динамічного управління пропускнуою здатністю для мінімізації затримок у IoT-комунікаціях.
22. Прогнозування аномальних подій у реальному часі за допомогою AI/ML-алгоритмів у IoT.
23. Оптимізація зв'язку у гетерогенних IoT-мережах шляхом комбінування LoRaWAN, NB-IoT та 5G.
24. Підвищення безпеки децентралізованих IoT-архітектур завдяки концепції Zero Trust.
25. Підвищення ефективності IoT-систем через застосування методів reinforcement learning у когнітивному управлінні.
26. Інтеграція IoT, хмарних технологій та машинного навчання у кіберфізичних системах (CPS).
27. Вплив стандарту IEEE P2413 на уніфікацію моделей для IoT.
28. Забезпечення V2X-комунікації у розумному транспорті через обчислення на рівні мережеских вузлів.

29. Виявлення аномалій у роботі IoT-пристроїв через застосування методів Data Mining для прогнозування відмов.
30. Стандартизація взаємодії IoT-пристроїв завдяки використанню концепції Semantic Web.
31. Використання Markov Chains та Petri Nets для аналізу продуктивності IoT-систем.
32. Підвищення безпеки промислових IoT-систем через впровадження концепції Zero Trust.
33. Уникнення технологічного відставання країн у контексті впровадження IoT та етичних аспектів технологій.
34. Використання CNN та LSTM для розпізнавання шаблонів у потоках IoT-даних.
35. Інтеграція розширеної реальності (AR/VR) для покращення управління IoT-системами.
36. Взаємодія IoT з LEO-супутниками для забезпечення глобального покриття.
37. Автоматизація управління агропроцесами за допомогою IoT-сенсорів та AI у точному землеробстві.
38. Покращення логістичних процесів через використання RFID та блокчейну для відстеження товарів.
39. Використання IoT у Smart Water Management для моніторингу та управління водними ресурсами.
40. Подовження терміну експлуатації сенсорних мереж через впровадження Energy Harvesting у IoT.
41. Трансформація будівельного сектору через використання Digital Twin у проєктуванні та експлуатації споруд.
42. Автоматизація контролю за пацієнтами завдяки медичним IoT-сенсорам.
43. Виявлення атак на IoT-пристрої через використання Honeypot-систем у кібербезпеці.
44. Автоматизація побутових процесів у розумних будинках завдяки IoT у споживчій електроніці.
45. Масштабування IoT-інфраструктур через впровадження технологій B5G та 6G.
46. Використання безпілотників для автоматизованого моніторингу у зв'язі з IoT.
47. Вплив IoT на фінансові сервіси та страхування через автоматизацію даних у фінансовому секторі.
48. Підвищення безпеки IoT за допомогою біометричних методів, таких як розпізнавання обличчя та відбитків пальців.
49. Контроль умов зберігання медикаментів через використання IoT у фармацевтичній галузі.
50. Інтеграція IoT-даних у хмарні платформи для глибокої Big Data-аналітики.
51. Оптимізація розподілу відновлюваних джерел енергії завдяки IoT у зеленій енергетиці.

6. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчальний процес з дисципліни «Теорія і проектування систем Інтернету речей» повністю і в достатній кількості забезпечений в модульному середовищі конспектом лекцій та методичними рекомендаціями до виконання лабораторних робіт.

7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Silva A.C.F., Hirmer P. Models for Internet of Things Environments – A Survey. *Information*. 2020; 11(10):487. <https://doi.org/10.3390/info11100487>
2. Darabseh A., Freris N.M. A Software-Defined Architecture for Control of IoT Cyberphysical Systems. *arXiv preprint*. 2020. arXiv:1810.03822
3. Dauda A., Flauzac O., Nolot F. A Survey on IoT Application Architectures. *Sensors*. 2024; 24(16):5320. <https://doi.org/10.3390/s24165320>
4. Macias J., Pinilla H., Castellanos W., Alvarado J., Sánchez A. Design and Implementation of a Multiprotocol IoT Gateway. *arXiv preprint*. 2020. arXiv:2001.08171
5. Alam T. Blockchain-Based Internet of Things: Review, Current Trends, Applications, and Future Challenges. *Computers*. 2023; 12(1):6. <https://doi.org/10.3390/computers12010006>
6. Gong-Guo Z., Wan Z. Blockchain-Based IoT Security Authentication System. 2021 International Conference on Computer, Blockchain and Financial Development (CBFD). 2021; 415–418. <https://doi.org/10.1109/CBFD52659.2021.00090>
7. Shcheglov V., Morozova O. Methods and technologies for the development of digital twins for guarantee-capable systems of the industrial internet of things. *Control, Navigation and Communication Systems*. 2022; 4(70):127-137
8. Alam F. Augmented and Virtual Reality-Based Monitoring and Safety System: A Prototype IoT Platform. *Journal of Network and Computer Applications*. 2017; 89(2). <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.03.022>
9. Ataei M., Eghmazi A., Shakerian A., Landry R. Jr., Chevrette G. Publish/Subscribe Method for Real-Time Data Processing in Massive IoT Leveraging Blockchain for Secured Storage. *Sensors*. 2023; 23(24):9692. <https://doi.org/10.3390/s23249692>
10. González-Herbón R., González-Mateos G., Rodríguez-Ossorio J.R., Domínguez M., Alonso S., Fuertes J.J. An Approach to Develop Digital Twins in Industry. *Sensors*. 2024; 24(3):998. <https://doi.org/10.3390/s24030998>
11. Bzai J., Alam F., Dhafer A., Bojović M., Altowaijri S.M., Niazi I.K., Mehmood R. Machine Learning-Enabled Internet of Things (IoT): Data, Applications, and Industry Perspective. *Electronics*. 2022; 11(17):2676. <https://doi.org/10.3390/electronics11172676>
12. Patil C., Jadhav S., Bardiya A., Davande A., Raverkar M. Machine Learning-Based Predictive Maintenance of Industrial Machines. *International Journal of Computer Trends and Technology*. 2023; 71(3):50-56. <https://doi.org/10.14445/22312803/IJCTT-V71I3P108>
13. Karras A., Giannaros A., Karras C., Theodorakopoulos L., Mammassis C.S., Krimpas G.A., Sioutas S. TinyML Algorithms for Big Data Management in Large-Scale IoT Systems. *Future Internet*. 2024; 16(2):42. <https://doi.org/10.3390/fi16020042>
14. Jameel S.M., Hashmani M.A., Rehman M., Budiman A. An Adaptive Deep Learning Framework for Dynamic Image Classification in the Internet of Things Environment. *Sensors*. 2020; 20(20):5811. <https://doi.org/10.3390/s20205811>
15. Lindner M., Bank L., Schilp J., Weigold M. Digital Twins in Manufacturing: A RAMI 4.0 Compliant Concept. *Sci*. 2023; 5(4):40. <https://doi.org/10.3390/sci5040040>
16. Latif S., Driss M., Boulila W., Ze H., Jamal S.S., Idrees Z., Ahmad J. Deep Learning for the Industrial Internet of Things (IIoT): A Comprehensive Survey of Techniques, Implementation Frameworks, Potential Applications, and Future Directions. *Sensors*. 2021; 21(22):7518. <https://doi.org/10.3390/s21227518>
17. Hassani H., Avdiu K., Unger S., Mazinani M.T. Blockchain in the Smart City and Its Financial Sustainability from a Stakeholder's Perspective. *JRFM*. 2023; 16(9):1-21.
18. Alnaser A.A., Maxi M., Elmousalami H. AI-Powered Digital Twins and Internet of Things for Smart Cities and Sustainable Building Environment. *Applied Sciences*. 2024; 14(24):12056.

19. Ahmed R.A., Abdelraouf M., Elsaid S.A., ElAffendi M., El-Latif A.A.A., Shaalan A.A., Ateya A.A. Internet of Things-Based Robust Green Smart Grid. Computers. 2024; 13(7):169. <https://doi.org/10.3390/computers13070169>
20. Chen C., Guo H., Wu Y., Shen B., Ding M., Liu J. A Lightweight Authentication and Key Agreement Protocol for IoT-Enabled Smart Grid System. Sensors. 2023; 23(8):3991. <https://doi.org/10.3390/s23083991>
21. Patera L., Garbugli A., Bujari A., Scotece D., Corradi A. A Layered Middleware for OT/IT Convergence to Empower Industry 5.0 Applications. Sensors. 2022; 22(1):190. <https://doi.org/10.3390/s22010190>
22. Jain S., Lakshmi V., et al. IoT and OT Security Handbook: Assess Risks, Manage Vulnerabilities, and Monitor Threats with Microsoft Defender for IoT. 2023. – 178 p.
23. Aharen S. STM32 IoT Projects for Beginners: A Hands-On Guide to Connecting Sensors, Programming Embedded Systems, Build IoT Devices with STM32. 2023. – 159 p.
24. Gnana Swathika O.V., Karthikeyan K., et al. IoT and Analytics in Renewable Energy Systems (Volume 1): Sustainable Smart Grids & Renewable Energy Systems. 2023. – 171 p.
25. Nicheporuk A., Nicheporuk A., Kwiecien A., Posonskyi S., Radelchuk G. A Data Collection System from the RPL Routing Protocol for Detecting Distributed Denial of Service Attacks in IoT Networks. CEUR-WS. 2023; 3373:411–424.

8. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

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

ЕЛЕКТРОННИЙ УНІВЕРСИТЕТ

1. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnmu.edu.ua>.
2. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khmnmu.edu.ua/asp/php_f/p1age_lib.php.