



ФІТ

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія і проектування систем Інтернету речей

Назва дисципліни

Галузь знань – F Інформаційні технології

Спеціальність – F6 Інформаційні системи та технології

Рівень вищої освіти – Третій (освітньо-науковий)

Освітньо-професійна програма – Інформаційні системи та технології

Обсяг дисципліни – 15 кредитів ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОФП.05

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (фахової підготовки)

Факультет – Інформаційних технологій

Кафедра – Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
					Аудиторні заняття					Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
Д	1	2	3	90	34	16	18			56				+
Разом ДФН			3	90	34	16	18			56				1

Робоча програма складена на основі освітньо-наукової програми «Інформаційні системи та технології» за спеціальністю F6 «Інформаційні системи та технології»

Робоча програма складена

Підпис автора(ів)

канд. техн. наук, доцент Андрій НІЧЕПОРУК
Науковий ступінь, вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора(ів)

Схвалена на засіданні кафедри

Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Протокол від 18.08 2025 № 1.

Зав. кафедри Ольга ПАВЛОВА
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету інформаційних технологій

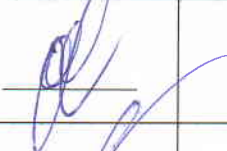
Голова вченої ради факультету

Підпис

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ініціали, прізвище
Завідувач кафедри, ДФ, доц.	Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем		Ольга ПАВЛОВА
Гарант освітньо-наукової програми, д-р. техн. наук, проф.	Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем		Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Теорія і проектування систем Інтернету речей» є однією із дисциплін фахової підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, очної (денної) (далі – денної) форми здобуття вищої освіти, які навчаються за освітньо-науковою програмою «Інформаційні системи та технології» в межах спеціальності F6 «Інформаційні системи та технології».

Пререквізити – Управління науковими IT-проектами (ОЗП.03); Іноземна мова за академічним спрямуванням (ОЗП.04); Методологічні основи автоматизованого опрацювання інформації та інтелектуального аналізу даних (ОФП.01); Методологічні засади проектування, розроблення та супроводу прикладних інформаційних систем та технологій (ОФП.02); Моделювання процесів інформаційних систем та технологій (ОФП.03); Технології та методи забезпечення надійності та безпеки інформаційних систем та технологій (ОФП.06).

Постреквізити – Педагогічна (викладацька) практика (ОФП.07).

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

компетентностей: 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 (ІК); 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 (ЗК04); 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 (ФК02); здатність розвивати теоретичні засади, створювати моделі інформаційних технологій, проектувати та створювати інформаційні системи і цифрові сервіси та їх прототипи (ФК05); здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування інформаційних систем і технологій у науковій та науково-педагогічній діяльності (ФК06); здатність проектувати, розробляти та супроводжувати прикладні ІСТ для розв'язання задач обробки зображень та великих даних з використанням методів машинного навчання, підтримки прийняття рішень (УК02).

програмних результатів навчання: 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 (ПРН01); 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 (ПРН02); 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 (ПРН03); 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 (ПРН07); 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 (ПРН12).

Мета дисципліни. 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.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: досконало володіти професійною термінологією та базовими поняттями архітектур IoT, промислового інтернету речей (IIoT), Smart Grid та Smart City; розрізняти еталонні, когнітивні та програмно-конфігуровані архітектури, архітектури Edge-шлюзів і мультипротокольних рішень; пояснювати принципи інтеграції цифрових двійників, VR/AR, блокчейну й технологій глибокого навчання в інтелектуальних системах; застосовувати методи інтелектуального аналізу даних та машинного навчання для задач безпеки, автоматизації й обробки великих даних; будувати моделі та архітектурні рішення для Smart Factory, Smart City і Green Smart Grid; програмно реалізовувати та моделювати IoT-рішення з використанням сучасних платформ, симуляторів і САПР; виконувати критичний аналіз ефективності архітектурних та алгоритмічних рішень; формулювати висновки й рекомендації для подальшої оптимізації систем у сфері IoT та кіберфізичних систем.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:		
	лекції	лабораторні заняття	СРС
Тема 1. Технології та архітектура інтернету речей в наукових задачах	6	6	21
Тема 2. Інтелектуальний аналіз даних та синтез технологій цифрових двійників, VR/AR, блокчейну в IoT для проєктування Smart Grid та Smart City	6	8	21
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	4	4	14
Разом за семестр:	16	18	56

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
	<i>Тема 1. Технології та архітектура інтернету речей в наукових задачах</i>	6
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	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 (IBC). IBC та системи моніторингу як основа для існування «речей» в кібер-фізичних системах. Порівняння простих та інтелектуальних сенсорів. Сенсорно-комп'ютерні системи, сенсори 4.0. IBC 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	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
	<i>Тема 2. Інтелектуальний аналіз даних та синтез технологій цифрових двійників, VR/AR, блокчейну в IoT для проєктування Smart Grid та Smart City</i>	4
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 проєктування систем із безпечним збереженням вмісту [9]. Літ.: [5-10]	2
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	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 технологій 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
	<i>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</i>	4
7	Синтез методів машинного навчання та глибокого навчання в Інтернеті речей для задач обробки зображень та великих даних. TinyML-алгоритми	2

	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]	
8	Проектування інтелектуальних систем для забезпечення безпеки, автоматизації та конвергенції в IoT: протоколи маршрутизації Розвиток екосистем IoT. Проект 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
Разом за семестр:		16

5.2 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
	<i>Тема 1. Технології та архітектура інтернету речей в наукових задачах</i>	4
1	Розробка інтелектуальних сенсорів з елементами когнітивного управління Літ.: [1, 2]	2
2	Використання та синтез методів глибокого навчання та технологій цифрових двійників у розумному виробництві (Smart Factory) Літ.: [15-16]	2
	<i>Тема 2. Інтелектуальний аналіз даних та синтез технологій цифрових двійників, VR/AR, блокчейну в IoT для проектування Smart Grid та Smart City</i>	8
3	Синтез технологій цифрових двійників, VR/AR та блокчейну в IoT: створення та інтеграція цифрових двійників для досліджуваних процесів Літ.: [5-10]	2
4	Створення підсистеми керування розумним виробництвом RAMI у промисловому IoT на основі цифрових двійників для оптимізації виробничих процесів Літ.: [15-16]	2
5	Проектування Green Smart Grid мереж на основі Інтернету речей Літ.: [19,20,25]	2
6	Розроблення блокчейн-орієнтованих моделей в управлінні IoT у Smart City на основі цифрових двійників Літ.: [17,18]	2
	<i>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</i>	6
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	Проектування інтелектуальної системи в IoT з елементами забезпечення безпеки на основі використання безсерверної архітектури та синтезу блокчейн та AI технологій Літ.: [21,22,26]	4
Разом за семестр		18

5.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, тестування. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №1, підготовка до виконання лабораторної роботи №1	4
2	Підготовка до захисту лабораторної роботи №1	3
3	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №2, підготовка до виконання лабораторної роботи №2	4
4	Підготовка до захисту лабораторної роботи №2	3
5	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №3, підготовка до виконання лабораторної роботи №3	4

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
6	Підготовка до захисту лабораторної роботи №3	3
7	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №4, підготовка до виконання лабораторної роботи №4	4
8	Підготовка до захисту лабораторної роботи №4	3
9	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №5, підготовка до виконання лабораторної роботи №5	4
10	Підготовка до захисту лабораторної роботи №5	3
11	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №6, підготовка до виконання лабораторної роботи №6	4
12	Підготовка до захисту лабораторної роботи №6	3
13	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №7, підготовка до виконання лабораторної роботи №7	4
14	Підготовка до захисту лабораторної роботи №7	3
15	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №8, підготовка до виконання лабораторної роботи №8	4
16	Підготовка до захисту лабораторної роботи №8, підготовка до тестування	3
	Разом семестр:	56

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, методів проєктної діяльності, тренінгових вправ, аналізу проблемних і наукових ситуацій, пояснення, дискусія тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт, поточного та підсумкового контролю) з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;
- тестовий контроль засвоєння теоретичного та практичного матеріалу з тем.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контролю, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, **не допускається** до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який **має** академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до лабораторних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми), активно працювати на занятті, якісно підготувати звіт, захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт тощо.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами тестування, а також за результатами захисту лабораторних робіт.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу або індивідуальну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота								Контрольні заходи		Семестровий контроль	
										семестр	
Лабораторні роботи №:								Тестовий контроль:		Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	7	8	Т1-3			
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)											
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	12-20		24-40	60-100*
24-40								12-20		24-40	

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЕКТС».

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

самостійність та правильність виконання завдань із проєктування, моделювання та аналізу архітектур IoT і PoT; повнота відповіді та знання теоретичних основ цифрових двійників, Smart Grid, Smart City, VR/AR, блокчейн та AI/ML методів; наявність обов'язкових складових: постановки завдання та мети, опису програмно-апаратної частини (у вигляді коду на Python/Arduino/ESP, блок-схем, UML-діаграм або проєктів у Unity), архітектури системи (функціональних і структурних схем, моделей у САПР та середовищах симуляції), схем потоків даних та обробки інформації; результати проєктування та моделювання, подані у вигляді скріншотів, часових діаграм, графіків продуктивності, таблиць характеристик, аналізу енергоспоживання, продуктивності чи безпеки; обґрунтування вибору технологій та архітектурних рішень, виявлених особливостей функціонування системи, шляхів оптимізації та можливостей масштабування.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому **не зараховується** і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання результатів тестового контролю

Кожний з тестів, передбачених Робочою програмою, складається із 42 тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним. Відповідно до таблиці структурування видів робіт за тестовий контроль здобувач залежно від кількості правильних відповідей може отримати від 12 до 20 балів.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	1-25	26-27	28-29	30-31	32-33	34-35	36-37	38-39	40-41	42
Відсоток правильних відповідей	0-59	61-64	67-69	71-74	76-79	81-83	86-88	90-93	95-97	100
Кількість балів	-	12	13	14	15	16	17	18	19	20

На тестування відводиться 60 хвилин. Студент проходить тестування в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. Також, студент може проходити тестування письмово, записуючи правильні відповіді у талоні відповідей. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну **наступного** контролю.

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит)

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується поєднання питань як теоретичного (в т.ч. у тестовій формі), так і практичного характеру.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретичне питання № 1	3	4	5
Теоретичне питання № 2	3	4	5
Практичне завдання	18	24	30
Разом:	24		40

Примітка. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 бали) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту.

Для кожного окремого виду завдань підсумкового семестрового контролю застосовуються критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти, наведені вище (**Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти**).

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

10. Питання для самоконтролю результатів навчання

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 5G 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.

11. Навчально-методичне забезпечення

Освітній процес з дисципліни «Теорія і проєктування систем Інтернету речей» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою в модульному середовищі.

12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проєктор. Програмне забезпечення: програми Microsoft Office або аналогічні, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

Вивчення навчальної дисципліни не потребує використання спеціального програмного прикладного забезпечення, крім загальнонавчаних програм і операційних систем.

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: персональні комп'ютери, одноплатні комп'ютерні системи Raspberry Pi, мікроконтролерні плати (ESP32, ESP8266, Arduino), мобільні пристрої, сенсори та виконавчі модулі, модулі реле, елементи комутації та живлення, програмовані шлюзи IoT Edge, робо-рука, макет системи «Розумний будинок», VR окуляри, проєктор для демонстрацій.

Програмне забезпечення та сервіси: середовища для розробки та налагодження (Microsoft Visual Studio, Arduino IDE, Wokwi, Unity), інструменти моделювання та симуляції архітектур IoT і IIoT (Wokwi), хмарні сервіси та платформи IoT (Blynk IoT, Arduino Cloud, Home Assistant, Node-RED), брокери MQTT (HiveMQ, Mosquitto), системи управління та аналітики (Grafana, InfluxDB, Kafka), сервіси блокчейн і смарт-контрактів (Ethereum), засоби розробки й експериментів із цифровими двійниками та VR/AR, офісні програми та доступ до мережі Інтернет.

13. 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.

14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=8866>
2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

ТЕОРІЯ І ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Тип дисципліни
Рівень вищої освіти
Мова викладання
Семестр
Кількість призначених кредитів ЄКТС
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна

Обов'язкова
Третій (освітньо-науковий)
Українська
Другий
3,0
Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: досконало володіти професійною термінологією та базовими поняттями архітектур IoT, промислового інтернету речей (IIoT), Smart Grid та Smart City; розрізняти еталонні, когнітивні та програмно-конфігуровані архітектури, архітектури Edge-шлюзів і мультипротокольних рішень; пояснювати принципи інтеграції цифрових двійників, VR/AR, блокчейну й технологій глибокого навчання в інтелектуальних системах; застосовувати методи інтелектуального аналізу даних та машинного навчання для задач безпеки, автоматизації й обробки великих даних; будувати моделі та архітектурні рішення для Smart Factory, Smart City і Green Smart Grid; програмно реалізовувати та моделювати IoT-рішення з використанням сучасних платформ, симуляторів і САПР; виконувати критичний аналіз ефективності архітектурних та алгоритмічних рішень; формулювати висновки й рекомендації для подальшої оптимізації систем у сфері IoT та кіберфізичних систем.

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. Проєктування Green Smart Grid мереж на основі Інтернету речей. Проєктування 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. Проєктування 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.

Пререквізити: Управління науковими IT-проєктами (ОЗП.03); Іноземна мова за академічним спрямуванням (ОЗП.04); Методологічні основи автоматизованого опрацювання інформації та інтелектуального аналізу даних (ОФП.01); Методологічні засади проєктування, розроблення та супроводу прикладних інформаційних систем та технологій (ОФП.02); Моделювання процесів інформаційних систем та технологій (ОФП.03); Технології та методи забезпечення надійності та безпеки інформаційних систем та технологій (ОФП.06).

Постреквізити: Педагогічна (викладацька) практика (ОФП.07).

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 8 годин; для заочної форми – 2–3 години на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, методів проєктної діяльності, тренінгових вправ, аналізу проблемних і наукових ситуацій, пояснення, дискусія тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт, поточного та підсумкового контролю) з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

Форми оцінювання результатів навчання: оцінювання лабораторних робіт; тестування.

Вид семестрового контролю: іспит

Навчальні ресурси:

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. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=8866>

7. Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>

Викладач: канд. техн. наук, доцент Нічепорук А.О.