

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ



ФІТ

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Комп'ютерні та кіберфізичні системи

Назва дисципліни

Галузь знань – 12 Інформаційні технології

Спеціальність – 123 Комп'ютерна інженерія

Рівень вищої освіти – Перший (бакалаврський)

Освітньо-професійна програма – Комп'ютерна інженерія та програмування

Обсяг дисципліни – 5 кредитів ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОПІ.09

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (професійної 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. РС			Залік	Іспит
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
Д	4	7	5	150	66	32	34			84				+
Разом ДФН			5	150	66	32	34			84				1

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Комп'ютерна інженерія та програмування» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

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

Підпис

Ольга ПАВЛОВА

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-професійної програми, канд. техн. наук, доц.	Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем		Андрій НІЧЕПОРУК

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Комп'ютерні та кіберфізичні системи» є однією із дисциплін фахової підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, очної (денної) (далі – денної) форми здобуття вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерна інженерія та програмування» в межах спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

Пререквізити – Комп'ютерна схемотехніка та системи автоматизованого проектування, Архітектура комп'ютерів, Комп'ютерна логіка, Бази даних, Теорія електричних та магнітних кіл, Інформаційні технології, Системне програмування та Інтернет речей;

Кореквізити – Комп'ютерні мережі, системне адміністрування та кібербезпека, кваліфікаційна робота

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

компетентностей: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми під час професійної діяльності в комп'ютерній галузі або навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп'ютерної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов (ІК); здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК2); здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК3); здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК4); вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК7); здатність до розуміння предметної галузі та професійної діяльності (ЗК11); здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології (ЗК12); здатність розв'язувати поставлені задачі та приймати відповідні рішення (ЗК13); здатність застосовувати законодавчу та нормативно-правову базу, а також державні та міжнародні вимоги, практики і стандарти з метою здійснення професійної діяльності в галузі комп'ютерної інженерії (ФК1); здатність забезпечувати захист інформації, що обробляється в комп'ютерних та кіберфізичних системах та мережах з метою реалізації встановленої політики інформаційної безпеки (ФК4); здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо (ФК5); здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення (ФК6); здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності (ФК7); готовність брати участь у роботах з впровадження комп'ютерних систем та мереж, введення їх до експлуатації на об'єктах різного призначення (ФК8); здатність системно адмініструвати, використовувати, адаптувати та експлуатувати наявні інформаційні технології та системи (ФК9); здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання (ФК12); здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію (ФК14); здатність забезпечувати проектування та розроблення якісних програмних і технічних засобів комп'ютерних систем та мереж (ФК17).

програмних результатів навчання: знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж (ПРН1); мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах (ПРН2); знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії (ПРН3); вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей (ПРН6); вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності (ПРН9); вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати типове для спеціальності обладнання (ПРН10); вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії (ПРН11); вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів (ПРН13); вміти виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою (ПРН15); спілкуватись усно та письмово з професійних питань українською мовою та однією з іноземних мов (англійською, німецькою, італійською, французькою, іспанською) (ПРН17); використовувати інформаційні технології для ефективного спілкування на професійному та соціальному рівнях (ПРН18); здатність адаптуватись до нових ситуацій, обґрунтовувати, приймати та реалізовувати у межах компетенції рішення (ПРН19); усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення (ПРН20); якісно виконувати роботу та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики (ПРН21); застосовувати знання з основних природничих та загально-інженерних (фундаментальних) дисциплін, а також з моделювання систем та дискретної математики при розв'язанні типових задач проектування та використання програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж; використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та здорового способу життя (ПРН22); використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж (ПРН23); обґрунтовувати вибір способів збору, зберігання, передачі та захисту інформації в програмних і технічних засобах комп'ютерних систем та мереж, в тому числі й у мультимедійних системах (ПРН24); адмініструвати, використовувати, адаптувати та експлуатувати наявні інформаційні технології та технології комп'ютерної інженерії із забезпеченням захисту інформації в комп'ютерних системах та мережах з метою реалізації встановленої політики інформаційної безпеки (ПРН25).

Мета дисципліни. Формування у здобувачів вищої освіти компетентностей, необхідних для проектування та забезпечення функціонування комп'ютерних та кіберфізичних систем з урахуванням їх архітектури апаратних і програмних компонентів

Предмет дисципліни. Методи та технології проектування, моделювання та розроблення комп'ютерних та кіберфізичних систем.

Завдання дисципліни. Формування практичних навичок з проектування, моделювання та розроблення комп'ютерних та кіберфізичних систем

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: знати та пояснювати основні поняття, принципи роботи та архітектури комп'ютерних і кіберфізичних систем; класифікувати обчислювальні системи різних класів та аналізувати їх особливості; моделювати архітектуру комп'ютерних і кіберфізичних систем з урахуванням апаратних і програмних компонентів та комунікаційних середовищ; розробляти програмні рішення для мікроконтролерів, одноплатних комп'ютерних і вбудованих систем; застосовувати протоколи обміну даними та технології хмарних сервісів у середовищі Інтернету речей; налаштовувати та адмініструвати комп'ютерні системи і мережі, впроваджувати засоби підвищення надійності; проводити експерименти, збирати та інтерпретувати дані, використовувати інструменти візуалізації та аналітики.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:		
	лекції	лабораторні заняття	СРС
Тема 1. Комп'ютерні системи	16	12	42
Тема 2. Кіберфізичні системи	16	22	42
Разом за семестр:	32	34	84

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
	<i>Тема 1. Комп'ютерні системи</i>	16
1	Основні поняття про комп'ютерні системи. Комп'ютерні системи та паралельна обробка інформації. Архітектури обчислювальних систем. Класифікація КС. Сучасний стан розвитку комп'ютерних систем. Основні поняття та визначення комп'ютерних систем. Гарвардська та Принстонська архітектури. Літ.: [1,5,9,11]	2
2	КС класу SIMD. Векторні та матричні обчислювальні системи. Асоціативні КС. Систолічні КС. Комп'ютерні системи класу SIMD (ОКМД). Векторні і векторно-конвеєрні КС. Представлення чисел з плаваючою крапкою в КС. Матричні обчислювальні системи. Моделі масивів процесорів: процесорний елемент-процесорний елемент, процесор-пам'ять. Архітектура матричних ОС. КС нетрадиційної архітектури: асоціативні та систолічні КС. Обчислювальні системи з командними словами надвеликої довжини (VLIW). Літ.: [1,5,9,11]	2
3	Мультимікросистемні КС. Комп'ютерні системи класу MIMD. Архітектури SMP Комп'ютерні системи класу MIMD. Архітектури SMP. Архітектура з багатопортовою пам'яттю. Літ.: [1,5,9,11]	2
4	Кластерні обчислювальні системи. Системи з масовою паралельною обробкою. Обчислювальні системи з неоднорідним доступом до пам'яті Кластерні обчислювальні системи. Класифікація архітектури кластерних систем. Топології кластерів. Топології кластерних пар. Системи з масовою паралельною обробкою Літ.: [1,5,11]	2
5	Топології обчислювальних систем. Методи опису характеристик мережених з'єднань. Статичні та динамічні топології Мережі з комутацією з'єднань і мережі з комутацією пакетів. Методи опису характеристик мережених з'єднань. Статичні топології (шинна, зіркоподібна, кільцева, деревоподібна, решітчаста, топологія гіперкуба, топологія k-мірного n-куба). Динамічні топології (шинна, перехресної комутації «кросбар»). Комутуючі елементи мереж з динамічною топологією. Функції маршрутизації даних в динамічних топологіях Літ.: [1,10]	2
6	Надійність комп'ютерних систем. Резервування як спосіб підвищення надійності Поняття теорії надійності комп'ютерних систем. Безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збережуваність КС. Стани об'єкту і події. Відмова, класифікації відмов. Збої. Дефекти. Основні методи забезпечення надійності на етапах життєвого циклу обчислювальних систем. Метод резервування. Резервування на рівні ЕОМ, резервування ПЗ та резервування на рівні кодів. Резервування на рівні КС. Види резервування Літ.: [13]	2
7	Вбудовані системи у системах керування Загальне поняття про вбудовані системи та їх характеристики. Системи керування та вбудовані системи. Системи без та із зворотнім зв'язком. Характеристики вбудованої системи. Структура ВС. Апаратна та програмна складова. Класифікація вбудованих систем. Забезпечення функціональності вбудованих систем Літ.: [3]	2
8	Організація мікроконтролерів для вбудованих систем. Процесорне ядро. Мікроконтролерні плати Класифікація і структура мікроконтролерів. Модульна організація мікроконтролерів. Процесорне ядро мікроконтролера. Компоненти мікроконтролерів. Контролерні плати. Літ.: [3]	2
	<i>Тема 2. Кіберфізичні системи</i>	16
9	Основні поняття та узагальнена архітектура кіберфізичних систем. Автоматизовані системи управління виробництвом Інтернет речей vs кіберфізичні система. Основні визначення та узагальнена архітектура кіберфізичних систем. Властивості та вимоги КФС. Сценарії проектування кіберфізичних систем. Процес розробки кіберфізичних систем. Сфера застосування КФС. Автоматизовані системи управління виробництвом (Industrial control system). Функціональне призначення програмно-технічних засобів автоматизації в ICS Літ.: [2,4,12]	2
10	Програмовані логічні контролери, характеристики, класифікація, архітектура та принципи роботи	2

	Загальні властивості контролерів. Структура контролерів. Типи ПЛК. Робочий цикл виконання програми користувача. Мови програмування ПЛК. Огляд мови програмування Ladder Diagram(LD) для програмування ПЛК. Літ.: [2,4,7,8]	
11	Принципи функціонування мереж для інформаційно-керуючих та кіберфізичних систем Функції та властивості промислових мереж у контексті кіберфізичних систем. Рівень датчиків та розподіленої периферії, рівень контролерів у КФС. Обмін даними процесу у реальному часі між фізичними об'єктами та програмними компонентами. Вимоги до промислових мереж у кіберфізичних середовищах. Промислові мережі в контексті моделі ISO OSI. Базові топології мереж та особливості обробки даних при обміні інформацією в КФС. Літ.: [2,4,7,8,12]	2
12	Комунікаційне середовище, як проміжний рівень між фізичним та кібер- середовищем. Бездротові сенсорні мережі Комунікаційне середовище, як проміжний рівень між фізичним та кібер-середовищем. Класифікація бездротових мереж. Узагальнена структура бездротових сенсорних мереж. Стандарт IEEE 802.15.4. Бездротова мережа ZigBee. Порівняльна характеристика бездротових сенсорних мереж. Переваги та недоліки використання мережі ZigBee Літ.: [2,4,8]	2
13	Протоколи прикладного рівня передачі даних від шлюзу в хмару в середовищі Інтернету речей: MQTT, CoAP Дворівнева архітектура КФС (IoT): рівень вузла та рівень хмарного середовища. Характеристики та використання шлюзів. Протоколи передачі інформації від шлюзу в хмару. Протоколи MQTT, AMQP, CoAP. Типи комунікаційних мереж. Мережі з низьким енергоспоживанням та малим діапазоном. Літ.: [2,4,7,8]	2
14	Моделювання кіберфізичних систем. Цифровий двійник Конвергенція та дивергенція технологій, що визначають суть концепції ЦД. Технології збору та обробки даних для створення ЦД. Інжинірингові інструменти для створення ЦД. Літ.: [2,4,7,8]	2
15	Проблеми забезпечення безпеки в кіберфізичних системах. Види кібератак у кіберфізичних системах. Аналіз відомих підходів до забезпечення безпеки в кіберфізичних системах. Проблеми забезпечення безпеки в КФС. Види кібератак у КФС. Аналіз відомих підходів до забезпечення безпеки в КФС. Відомі підходи для виявлення шкідливого програмного забезпечення в кіберфізичних системах: контроль поведінки програмних об'єктів, контроль значень параметрів об'єктів, пошук на основі шаблонів, використання ентропії. Літ.: [2,4,7,8]	2
16	Послідовні інтерфейси передачі даних на фізичному рівні КФС Синхронна та асинхронна передача. Стандартні послідовні інтерфейси. RS-232. Нуль-модемне з'єднання. RS-422. RS-485. Порівняльна характеристика стандартних послідовних інтерфейсів. Літ.: [9,11]	2
Разом за семестр:		32

5.2 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Огляд одноплатної комп'ютерної системи Raspberry Pi. Робота із GPIO. Літ.: [1,5]	4
2	Розробка автоматизованої системи поливу кімнатних рослин із керуванням на базі одноплатної комп'ютерної системи Raspberry Pi. Використання модуля реле для задач комутації потужних навантажень. Широко імпульсна модуляція. Літ.: [1,3,4]	4
3	Реалізація SIMD-обчислень у комп'ютерних системах для підвищення ефективності обробки даних Літ.: [1,11,12]	4
4	Підвищення надійності комп'ютерних систем. Побудова та налагодження апаратних та програмних RAID-масивів. Літ.: [6,8,13]	4
5	Організація передачі даних між ESP32 за допомогою протоколу MQTT. Використання одноплатної комп'ютерної системи Raspberry Pi в якості брокера передачі повідомлень Літ.: [2,3,4]	4
6	Реалізація сценаріїв автоматизації управління пристроями в Node red. Управління пристроями, під'єднаними до системи на кристалі ESP32 через протокол MQTT.	4

	Літ.: [2,3,4]	
7	Розробка підсистеми збору та обміну даними з використанням ESP32 і Google Таблиць у кіберфізичних системах Літ.: [2,3,4,6]	4
8	Збереження та візуалізація даних сенсорів із використанням бази даних часових рядів InfluxDB та середовища візуалізації Grafana на одноплатній комп'ютерній системі Raspberry Pi Літ.: [2,3,4]	4
9	Узагальнення матеріалу семестру	2
Разом за семестр		34

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	5
2	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №2, підготовка до захисту лабораторної роботи №1	5
3	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №3, підготовка до виконання лабораторної роботи №2	5
4	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №4, підготовка до захисту лабораторної роботи №2	5
5	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №5, підготовка до виконання лабораторної роботи №3	5
6	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №6, підготовка до захисту лабораторної роботи №3	5
7	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №7, підготовка до виконання лабораторної роботи №4	5
8	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №8, підготовка до захисту лабораторної роботи №4, підготовка до тестування за темою 1	7
9	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №9, підготовка до виконання лабораторної роботи №5	5
10	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №10, підготовка до захисту лабораторної роботи №5	5
11	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №11, підготовка до виконання лабораторної роботи №6	5
12	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №12, підготовка до захисту лабораторної роботи №6	5
13	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №13, підготовка до виконання лабораторної роботи №7	5
14	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №14, підготовка до захисту лабораторної роботи №7	5
15	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №15, підготовка до виконання лабораторної роботи №8	5
16	Опрацювання теоретичного матеріалу з лекції №16, підготовка до захисту лабораторної роботи №8, підготовка до тестування за темою 2	7
Разом за семестр:		84

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, аналіз проблемних 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**.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах (Design of CPS with ARM processor using Embedded C, <https://www.coursera.org/learn/design-of-cyber-physicals-system-with-arm-processor#modules>) які сприяють формуванню компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

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	
_____7_____ семестр											
Лабораторні роботи №:								Тестовий контроль:		Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	7	8	Т 1	Т 2		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)											60-100*
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	6-10	6-10	24-40	
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 ЄКТС».

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання принципів проектування та функціонування комп'ютерних та кіберфізичних систем; наявність завдання та мети роботи, опису програмної частини (у вигляді програмного коду або блок-схеми), опису апаратної частини (у вигляді функціональної або структурної схеми (у тому числі з можливістю моделювання або симуляції у відповідних середовищах), схеми потоків даних, сценаріїв автоматизації, тощо), результатів виконання (у вигляді скріншотів роботи програмно-апаратної системи або її моделювання, отримані графіки чи таблиці, аналіз результатів, виявлені помилки та шляхи їх виправлення, пояснення логіки роботи системи, тощо).

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 25 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 6 до 10 балів.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	0-13	14-16	17-18	19-20	21-22	23-25
Відсоток правильних відповідей	0-59	60-65	66-72	73-82	83-89	90-100
Кількість балів	-	6	7	8	9	10

На тестування відводиться 45 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, 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 № 1	9	12	15
Практичне завдання № 2	9	12	15
Разом:	24	32	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		
D	66-72		
E	60-65		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
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. Загальні питання організація пам'яті в комп'ютерних системах;
2. Способи організації масивів процесорів в матричних обчислювальних системах.

3. Функції маршрутизації даних в комп'ютерних системах. Перестановка, тасування, батерфляй;
4. Функції маршрутизації даних в комп'ютерних системах. Реверсування бітів, зсув, мережа ILLIAC;
5. Топології з'єднань в КС.
6. Мультикомп'ютерні КС.
7. Комп'ютерні системи класу MIMD.
8. Вбудовані системи, їх застосування.
9. Інформаційно-керуючі системи.
10. SCADA системи.
11. Класифікація КС.
12. Моделі архітектури пам'яті обчислювальних систем;
13. Моделі архітектур з розподіленою пам'яттю;
14. Мультипроцесорна когерентність кеш-пам'яті;
15. Неперервні, імпульсні та дискретні моделі технічних систем;
16. Математична і виконувана модель проєктованої системи;
17. Аналітична і експериментальна оцінка ступеня адекватності моделі та її прототипу;
18. Алгоритми та підходи до розпізнавання рухів;
19. Мобільні кібрефізичні системи;
20. AVR архітектура;
21. Мікроконтролери ATmega;
22. Основні протоколи бездротового зв'язку в Інтернеті речей: LoRa / LoRaWAN, 6LoWPAN, NB-IoT, GSM, Wi-Fi, Bluetooth;
23. Основні принципи підвищення енергоефективності мікроконтролерних систем збору і обробки даних;
24. Платформи і засоби обробки даних: локальні і хмарні платформи, платформи-конструктори, засоби машинного навчання і статистичного аналізу;
25. Нейронні мережі та інші види машинного навчання в задачах аналізу великих даних;
26. Бездротові сенсорні мережі;
27. Архітектура мотів;
28. Переваги і застосування бездротових сенсорних мереж;
29. Аналітичний інструментарій та візуалізація Big Data;
30. Побудова реальних об'єктів з використанням 3D-друку;
31. Принципи проєктування 3D об'єктів;
32. OpenSCAD як інструмент функціонального програмування 3D об'єктів;
33. Алгоритми знаходження особливих точок;
34. Протоколи бездротової передачі даних в системах Інтернету речей
35. Інструментального програмного комплексу промислової автоматизації CoDeSys
36. Задачі технологій AR та VR
37. Види доповненої реальності;
38. Доповнена реальність на основі маркера;
39. Доповнена реальність на основі проєкції;
40. Види програмного забезпечення на розробки додатків доповненої реальності;
41. Призначення програмних додатків Reality Composer та RealityKit;
42. Типи відстеження руху;
43. Поняття ступеня свободи;
44. Використання середовища Unity для розробки додатків віртуальної реальності;

11. Навчально-методичне забезпечення

Освітній процес з дисципліни «Комп'ютерні та кіберфізичні системи» 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, одноплатні комп'ютерні системи Raspberry Pi, мікроконтролерні плати (ESP32, ESP8266), мобільні пристрої, давачі та виконавчі модулі, модулі реле, елементи комутації та живлення, проєктор для демонстрацій. Програмне забезпечення та сервіси: середовища для розробки та налагодження (Python, Node-RED, Wokwi), засоби роботи з GPIO та PWM, хмарний брокер MQTT (HiveMQ), локальний брокер MQTT Mosquitto, хмарні сервіси (Google Таблиці), системи збору та візуалізації даних (InfluxDB, Grafana), інструменти для створення та керування RAID-масивами, офісні програми та доступ до мережі Інтернет.

13. Рекомендована література:

1. Matthews S. J., Newhall T., Webb K. C. Dive into Systems. No Starch Press, 2022. 816 p. ISBN-10: 1718501366.
2. Li K.-C., Gupta B. B., Agrawal D. P. Recent Advances in Security, Privacy, and Trust for Internet of Things (IoT) and Cyber-Physical Systems (CPS). 1st Edition. Chapman and Hall/CRC, 2022. 276 p. ISBN-10: 0367685027.
3. Marwedel P. Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things. 4th Edition. Springer, 2021. 833 p.
4. Rea P., Ottaviano E., Machado J., Antosz K. Design, Applications, and Maintenance of Cyber-Physical Systems. Engineering Science Reference, 2021. 314 p. DOI: 10.4018/978-1-7998-6721-0.

5. Nisan N., Schocken S. The Elements of Computing Systems, second edition: Building a Modern Computer from First Principles. 2nd Edition. The MIT Press, 2021. 344 p.
6. Cao Z., Zhao H., Wang Y., He C., Zhou D., Han X. A Resilience Quantitative Assessment Framework for Cyber–Physical Systems: Mathematical Modeling and Simulation // Applied Sciences. 2025. Vol. 15, No. 15. P. 8285. DOI: 10.3390/app15158285.
7. Chandramathi J. S. V., Nair M. G., Bel C. A. Cyber-Resilient Controllers for Smart Distribution Grid Control Layers // Energies. 2025. Vol. 18, No. 15. P. 3916. DOI: 10.3390/en18153916.
8. Cassottana B., Roomi M. M., Mashima D., Sansavini G. Resilience analysis of cyber-physical systems: A review of models and methods // Risk Analysis. 2023. Vol. 43, Issue 11. P. 2359-2379.
9. Iannucci R. A. Toward a dataflow/von Neumann hybrid architecture // ACM SIGARCH Computer Architecture News. Vol. 16, Issue 2. P. 131-140. DOI: 10.1145/633625.52416.
10. Rahman M. M. H., Al-Naeem M., Ali M. N. M., Sufian A. TFBN: A Cost Effective High Performance Hierarchical Interconnection Network // Applied Sciences. 2020. Vol. 10, No. 22. P. 8252.
11. Ederhion J. et al. Evolution, Challenges, and Optimization in Computer Architecture: The Role of Reconfigurable Systems // arXiv:2412.19234v1 [cs.AR]. 26 Dec 2024.
12. He X., Chen K.-Y., Feng S., Kim H.-S., Blaauw D., Dreslinski R., Mudge T. Squaring the circle: Executing Sparse Matrix Computations on FlexTPU—a TPU-like processor // Proceedings of the 31st International Conference on Parallel Architectures and Compilation Techniques (PACT). Chicago, IL, October 2022. P. 148-159.
13. Tordeux A., Julitz T. M., Müller I., Zhang Z., Pietruschka J., Fricke N., Schlüter N., Bracke S., Löwer M. System Reliability Engineering in the Age of Industry 4.0: Challenges and Innovations // arXiv preprint arXiv:2411.08913. 2024.

14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=6989>
2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

КОМП'ЮТЕРНІ ТА КІБЕРФІЗИЧНІ СИСТЕМИ

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська
Семестр	Сьомий
Кількість призначених кредитів ЄКТС	5,0
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна	Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: знати та пояснювати основні поняття, принципи роботи та архітектури комп'ютерних і кіберфізичних систем; класифікувати обчислювальні системи різних класів та аналізувати їх особливості; моделювати архітектуру комп'ютерних і кіберфізичних систем з урахуванням апаратних і програмних компонентів та комунікаційних середовищ; розробляти програмні рішення для мікроконтролерів, одноплатних комп'ютерних і вбудованих систем; застосовувати протоколи обміну даними та технології хмарних сервісів у середовищі Інтернету речей; налаштовувати та адмініструвати комп'ютерні системи і мережі, впроваджувати засоби підвищення надійності; проводити експерименти, збирати та інтерпретувати дані, використовувати інструменти візуалізації та аналітики.

Зміст навчальної дисципліни. Загальні положення проектування комп'ютерних систем. Комп'ютерні системи та паралельна обробка інформації. Архітектури обчислювальних систем. Класифікація КС. Комп'ютерні системи класу SIMD (ОКМД): векторні та матричні системи. Комп'ютерні системи класу MIMD: кластерні та MPP системи. Комп'ютерні системи з фіксованою системою зв'язків. Організація передачі даних в комп'ютерних системах. Обчислювальні процеси в комп'ютерних системах. Організація пам'яті в комп'ютерних системах. Основні поняття відмовостійкості та надійності комп'ютерних систем. Комп'ютерні системи з нетрадиційною архітектурою. Вбудовані системи у системах керування. Кіберфізичні системи. Комунікаційне середовище, як проміжний рівень між фізичним та кібер-середовищем. Протоколи прикладного рівня передачі даних від шлюзу в хмару. Сценарії автоматизації із використанням середовища Node-RED. Моделювання та відлагодження вбудованих рішень у середовищі Wokwi. Моделювання кіберфізичних систем. Цифровий двійник.

Пререквізити: Комп'ютерна схемотехніка та системи автоматизованого проектування, Архітектура комп'ютерів, Комп'ютерна логіка, Базы даних, Теорія електричних та магнітних кіл, Інформаційні технології, Системне програмування та Інтернет речей;

Кореквізити: Комп'ютерні мережі, системне адміністрування та кібербезпека, кваліфікаційна робота

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 10 годин 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 проектної діяльності, тренінгових вправ, аналіз проблемних 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. Matthews S. J., Newhall T., Webb K. C. Dive into Systems. No Starch Press, 2022. 816 p. ISBN-10: 1718501366.
2. Li K.-C., Gupta B. B., Agrawal D. P. Recent Advances in Security, Privacy, and Trust for Internet of Things (IoT) and Cyber-Physical Systems (CPS). 1st Edition. Chapman and Hall/CRC, 2022. 276 p. ISBN-10: 0367685027.
3. Marwedel P. Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things. 4th Edition. Springer, 2021. 833 p.
4. Rea P., Ottaviano E., Machado J., Antosz K. Design, Applications, and Maintenance of Cyber-Physical Systems. Engineering Science Reference, 2021. 314 p. DOI: 10.4018/978-1-7998-6721-0.
5. Nisan N., Schocken S. The Elements of Computing Systems, second edition: Building a Modern Computer from First Principles. 2nd Edition. The MIT Press, 2021. 344 p.
6. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=6989>
7. Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>

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