

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан ФІТ Говорущенко Т.О.
2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Комп'ютерні та кіберфізичні системи**

Освітньо-професійна програма **Комп'ютерна інженерія та програмування**

Рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Нічепорук Андрій Олександрович
Профайл викладача	http://kiis.khmnu.edu.ua/personnel/nicheporuk-andrij-oleksandrovych/
Е-mail викладача(ів)	nicheporuka@khmnu.edu.ua
Контактний телефон	заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khnu.km.ua/enrol/index.php?id=6989
Навчальний рік	2024-2025
Консультації	Очні: понеділок, 3-а пара, 1-114; онлайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристики дисципліни

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Форма семестрового контролю			
			Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проєкт	Курсова робота	Залік	Іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
ОД	4	7	5	150	68	34	34			82			+	

Анотація дисципліни

Дисципліна "Комп'ютерні та кіберфізичні системи" є однією зі спеціальних профілюючих дисциплін і тому займає провідне місце у підготовці здобувачів зі спеціальності комп'ютерна інженерія.

Дисципліна викладається для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання спеціальностей галузі інформаційних технологій. При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема, методи проблемного навчання.

Пререквізити: Комп'ютерна схемотехніка та системи автоматизованого проєктування, 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

Мета і завдання дисципліни

Метою дисципліни є ознайомлення студентів із основними поняттями, парадигмами, технологіями та архітектурами побудови комп'ютерних та кіберфізичних систем, а також надання їм знань і умінь використання та впровадження отриманих знань на практиці.

Завдання дисципліни. Надати студентам знання і практичні навички з проектування, моделювання та розроблення комп'ютерних та кіберфізичних систем; ознайомити із основними поняттями та складовими кіберфізичних та комп'ютерних систем.

Очікувані результати навчання.

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі проектування комп'ютерних та кіберфізичних систем; використовувати та впроваджувати новітні технології, включаючи технології розумних, мобільних і безпечних обчислень; застосовувати отримані знання щодо проектування програмних систем на практиці; системно адмініструвати, використовувати, адаптувати та експлуатувати наявні інформаційні комп'ютерні та кіберфізичні системи та їх елементи; використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних та кіберфізичних систем з метою отримання попередньої оцінки очікуваних результатів моделювання, розробляти алгоритми моделювання та відповідне програмне забезпечення, відлагоджувати моделі та аналізувати результати моделювання; досліджувати технології та концепції проектування комп'ютерних та кіберфізичних систем, здійснювати їх аналіз, синтез та вибір для створення комп'ютерних та кіберфізичних систем; проектувати комп'ютерні та кіберфізичні системи та їх компоненти з врахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі; взаємодіяти та працювати в команді при проектуванні програмних систем: володіти методами і засобами підтримки командної роботи, планувати та ефективно організовувати роботу, соціальну комунікацію та безперервний контроль якості результатів роботи; захищати, пояснювати та аргументувати розробку, отримані результати.

Компетентності, на формування яких спрямовано ОК:

КК. 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

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

ЗК7. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми

ЗК11. Здатність до розуміння предметної галузі та професійної діяльності

ЗК12. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології

ЗК13. Здатність розв'язувати поставлені задачі та приймати відповідні рішення

ФК1. 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.

ФК4. Здатність забезпечувати захист інформації, що обробляється в комп'ютерних та кіберфізичних системах та мережах з метою реалізації встановленої політики інформаційної безпеки

ФК5. Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.

ФК6. Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення

ФК7. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології 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.

ФК8. Готовність брати участь у роботах з впровадження комп'ютерних систем та мереж, введення їх до експлуатації на об'єктах різного призначення.

ФК9. Здатність системно адмініструвати, використовувати, адаптувати та експлуатувати наявні інформаційні технології та системи.

ФК12. 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.

ФК14. Здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.

ФК17. Здатність забезпечувати проектування та розроблення якісних програмних і технічних засобів комп'ютерних систем та мереж.

Програмні результати навчання, на забезпечення яких спрямовано ОК:

ПРН1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.

ПРН2. Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.

ПРН3. Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.

ПРН6. Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

ПРН9. Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.

ПРН10. Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати типове для спеціальності обладнання.

ПРН11. Вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.

ПРН13. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.

ПРН15. Вміти виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою.

ПРН17. Спілкуватись усно та письмово з професійних питань українською мовою та однією з іноземних мов (англійською, німецькою, італійською, французькою, іспанською).

ПРН18. Використовувати інформаційні технології для ефективного спілкування на професійному та соціальному рівнях.

ПРН19. Здатність адаптуватись до нових ситуацій, обґрунтовувати, приймати та реалізовувати у межах компетенції рішення.

ПРН20. Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.

ПРН21. Якісно виконувати роботу та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики.

ПРН22. 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.

ПРН23. 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.

ПРН24. 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.

ПРН25. 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

Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

№ тижня	Тема лекцій*	Тема практичного заняття*	Тема лабораторної роботи*	Самостійна робота студентів		
				Зміст	Год.	Література
1	Основні поняття про комп'ютерні системи. Комп'ютерні системи та паралельна обробка інформації. Архітектури обчислювальних систем. Класифікація КС			Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №1.	5	[1-14]
2	КС класу SIMD. Векторні та матричні обчислювальні системи. Асоціативні КС. Систолічні КС		Огляд одноплатної комп'ютерної системи Raspberry Pi. Робота із GPIO	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №1	5	[1-14]
3	Мультимедіа			Опрацювання	5	[1-14]

	рні КС. Комп'ютерні системи класу MIMD. Архітектури SMP			лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №2.		
4	Кластерні обчислювальні системи. Системи з масовою паралельною обробкою. Обчислювальні системи з неоднорідним доступом до пам'яті		Розробка автоматизованої системи поливу кімнатних рослин із керуванням на базі одноплатної комп'ютерної системи Raspberry Pi. Використання модуля реле для задач комутації потужних навантажень. Широтно імпульсна модуляція.**	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №2	5	[1-14]
5	Топології обчислювальних систем. Методи опису характеристик мережених з'єднань. Статичні та динамічні топології			Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №3.	5	[1-14]
6	Надійність комп'ютерних систем. Резервування як спосіб підвищення надійності		Розгортання та налаштування веб-сервера Webіорі на одноплатній комп'ютерній системі Raspberry Pi для задач автоматизації **	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №3	5	[1-14]
7	Вбудовані системи у системах керування			Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №4.	5	[1-14]
8	Організація мікроконтролерів для вбудованих систем. Процесорне ядро. Мікроконтролерні плати		Підвищення надійності комп'ютерних систем. Побудова та налагодження апаратних та програмних RAID-масивів	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №4.	5	[1-14]

9	Основні поняття та узагальнена архітектура кіберфізичних систем. Автоматизовані системи управління виробництвом			Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №5.	5	[1-14]
10	Програмовані логічні контролери, характеристики, класифікація, архітектура та принцип роботи		Організація передачі даних між ESP32 за допомогою протоколу MQTT. Використання одноплатної комп'ютерної системи Raspberry Pi в якості брокера передачі повідомлень **	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №5.	5	[1-14]
11	Принципи функціонування мереж для інформаційно-керуючих систем			Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №6.	5	[1-14]
12	Комунікаційне середовище, як проміжний рівень між фізичним та кібер-середовищем. Бездротові сенсорні мережі		Реалізація сценаріїв автоматизації управління пристроями в Node red. Управління пристроями, під'єднаними до системи на кристалі ESP32 через протокол MQTT**	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №6.	5	[1-14]
13	Протоколи прикладного рівня передачі даних від шлюзу в хмару в середовищі Інтернету речей: MQTT, CoAP			Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №7.	5	[1-14]
14	Моделювання кіберфізичних систем. Цифровий двійник		Розробка автоматизованої системи безконтактного вимірювання температури з	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №7. Підготовка до тестування	5	[1-14]

			передачею даних у хмару			
15	Проблеми забезпечення безпеки в кіберфізичних системах. Види кібератак у кіберфізичних системах. Аналіз відомих підходів до забезпечення безпеки в кіберфізичних системах			Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №8.	5	[1-14]
16	Послідовні інтерфейси передачі даних на фізичному рівні КФС		Знайомство з базами даних числових рядів InfluxDB та середовищем аналітики та візуалізації Grafana. Збір та накопичення показників давачів у базі даних	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №8	5	[1-14]
17	Поняття і джерела BigData. Основні методики аналізу BigData. Доповнена реальність		Підсумкове заняття	Підготовка до підсумкового контрольного заходу	2	[1-14]

Примітка: * Послідовність проведення занять визначається розкладом (може не відповідати нумерованим тижням)
 **Лабораторна робота може бути зарахована за наявності сертифікатів з проходження курсів (Coursera, Modeling and Debugging Embedded Systems, <https://www.coursera.org/learn/modeling-debugging-embedded-systems> та ін.)

Політика дисципліни.

Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції, лабораторні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До лабораторних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність. Набуті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у ХНУ.

Критерії оцінювання результатів навчання.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих позитивно з врахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих її видів робіт. При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування перед допуском до виконання лабораторної роботи – здійснюється на її початку; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється тестовим контролем; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту кожної лабораторної роботи згідно з робочою програмою дисципліни і робочим навчальним планом.

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

Аудиторна робота								Самостійна, індивідуальна робота	Семестровий контроль (іспит)
7 семестр									
Лабораторні роботи №:								Контроль:	Підсумковий контрольний захід
1	2	3	4	5	6	7	8	ТК	
ВК: 0,5								0,1	0,4

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

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

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

Питання для підсумкового контролю з дисципліни

- Загальні питання організації пам'яті в комп'ютерних системах;
- Способи організації масивів процесорів в матричних обчислювальних системах.
- Функції маршрутизації даних в комп'ютерних системах. Перестановка, тасування, батерфляй;
- Функції маршрутизації даних в комп'ютерних системах. Реверсування бітів, зсув, мережа ILLIAC;
- Топології з'єднань в КС.
- Мультикомп'ютерні КС.
- Комп'ютерні системи класу MIMD.
- Вбудовані системи, їх застосування.
- Інформаційно-керуючі системи.
- SCADA системи.
- Класифікація КС.
- Моделі архітектури пам'яті обчислювальних систем;
- Моделі архітектур з розподіленою пам'яттю;
- Мультипроцесорна когерентність кеш-пам'яті;
- Неперервні, імпульсні та дискретні моделі технічних систем;
- Математична і виконувана модель проекрованої системи;
- Аналітична і експериментальна оцінка ступеня адекватності моделі та її прототипу;
- Алгоритми та підходи до розпізнавання рухів;
- Мобільні кібрефізичні системи;
- AVR архітектура;
- Мікроконтролери ATmega;
- Основні протоколи бездротового зв'язку в Інтернеті речей: LoRa / LoRaWAN, 6LoWPAN, NB-IoT, GSM, Wi-Fi, Bluetooth;
- Основні принципи підвищення енергоефективності мікроконтролерних систем збору і обробки даних;
- Платформи і засоби обробки даних: локальні і хмарні платформи, платформи-конструктори, засоби машинного навчання і статистичного аналізу;
- Нейронні мережі та інші види машинного навчання в задачах аналізу великих даних;
- Бездротові сенсорні мережі;

27. Архітектура мотивів;
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 проектування 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 проекції;
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;

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчальний процес з дисципліни забезпечений необхідними навчально-методичними розробками в модульному середовищі.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Karagam G.R., Kumar B.V., Maheswari J.U., Gao X.-Z. Smart Cyber Physical Systems Chapman and Hall/CRC, 2020 – 294 p.
2. Проектування комп'ютеризованих систем управління: Опорний конспект лекцій. – Тернопіль, ТНЕУ. Доступ до ресурсу: http://dspace.tneu.edu.ua/retrieve/52377/Лекції_ПКСУ.pdf.
3. Тарарака В.Д. Архітектура комп'ютерних систем: навч. посіб. / В.Д. Тарарака. – Житомир: ЖДТУ, 2018. – 383 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Комп'ютерні системи» для студентів напряму підготовки «Комп'ютерна інженерія» / І. М. Лазарович. – Івано-Франківськ : Видавництво Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2014. – 190 с.
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. Yadin A. Computer Systems Architecture / A. Yadin. – Chapman and Hall/CRC, 2016. – 467 p.
7. Null L., Lobur Y. Essentials of Computer Organization and Architecture / L. Null, Y. Lobur. – Jones & Bartlett Learning; 5th edition, 2018. – 744 p.
8. Kravets A.G., Bolshakov A.A., M.V. Shcherbakov Cyber-Physical Systems: Industry 4.0 Challenges (Studies in Systems, Decision and Control, 260) / Springer; 1st ed., 2020. – 349 p.
9. Rea P., Ottaviano E., Machado J. and Antosz K. Design, Applications, and Maintenance of Cyber-Physical Systems / Engineering Science Reference, 2021. – 314 p. DOI: 10.4018/978-1-7998-6721-0
10. Li B. S. X., Wan B., Wang C., Zhou X., Chen X. Definitions of predictability for cyber physical systems // J. of Systems Architecture. 2016. DOI: 10.1016/j.sysarc.2016.01.007.
11. Poliakov, M., Larionova, T. Control Systems with programmable logic controllers, Remote and virtual tools in engineering: textbook / general editorship Dr.Ing.Karsten Henke. – Zaporizhzhya: Dike Pole, 2016. – 250 p.
12. Monk S. Programming Arduino Next Steps: Going Further with Sketches / S. Monk. – McGraw-Hill Education TAB, 2018. – 320 p.
13. Barrett S.F. Microchip AVR® Microcontroller Primer: Programming and Interfacing / S.F. Barrett, D. J. Pack, M. A. Thornton. – Morgan & Claypool Publishers, 2019. – 374 p.
14. Papazoglou P. M. An Educational Guide to the AVR Microcontroller Programming: AVR Programming::Demystified (Assembly Language) (Volume 1) / P. M. Papazoglou. – CreateSpace Independent Publishing Platform, 2018. – 274 p.

Розробник:

к.т.н., доц. Нічепорук А.О.

Погоджено:

Зав. каф. КІС:

к.т.н., доц. Засорнова І.О.

Гарант ОПП «КІП»:

д.т.н., проф. Лисенко С.М.