



Савенко О.С.

1 вересня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Комп'ютерні та кіберфізичні системи**

Назва

**Галузь знань** 12 – Інформаційні технології

**Спеціальність** 123 – Комп'ютерна інженерія (очна денна форма здобуття освіти)

**Освітня програма** Комп'ютерна інженерія та програмування

**Статус дисципліни:** обов'язкова, дисципліна професійної підготовки

**Факультет** – Інформаційних технологій

**Кафедра** – Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
			Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС			Залік	Іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
ОД	4	7	5	150	68	34	34			82				+
<b>Разом</b>			5	150	68	34	34			82				1

Робоча програма складена на основі стандарту вищої освіти зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, освітньо-професійної програми та навчального плану

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

Схвалена на засіданні кафедри Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Протокол № 1 від 12 08 2022 р.

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

 Говорущенко Т.О.  
Ініціали, прізвище

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова Вченої ради  Савенко О.С.  
Ініціали, прізвище

## ВСТУП

**Мета викладання дисципліни.** Дисципліна «Комп'ютерні та кіберфізичні системи» є однією зі спеціальних профільюючих дисциплін і тому займає провідне місце у підготовці бакалаврів комп'ютерної інженерії.

Метою дисципліни «Комп'ютерні та кіберфізичні системи» 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.

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

**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

Після вивчення дисципліни «Комп'ютерні системи» студент має досягти таких результатів навчання (сукупність знань, умінь, навичок, компетентностей):

**знати:**

- об'єкт (технології, методології та концепції проектування, моделювання та розроблення комп'ютерних та кіберфізичних), предмет, задачі, проблематику дисципліни та її основні розділи;
- наукові і математичні положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних та кіберфізичних систем; базові поняття й визначення, використовувані при проектуванні комп'ютерних та кіберфізичних;
- сучасні технології та концепції проектування комп'ютерних та кіберфізичних систем, апаратні та програмні засоби на яких базується розроблення комп'ютерних та кіберфізичних систем;
- вплив розроблених комп'ютерних та кіберфізичних систем на суспільство, економіку, екологію та соціум.

**уміти:**

- застосовувати знання для розв'язування задач по проектуванню, моделюванню та розробленню комп'ютерних та кіберфізичних систем;
- оцінювати, порівнювати та обирати ідеї в галузі проектування комп'ютерних та кіберфізичних систем; аргументовано захищати прийняті рішення;
- проектувати комп'ютерні та кіберфізичні системи, проводити вибір їх компонентів згідно з вимогами та умовами експлуатації;
- розробляти програмні системи, прикладне програмне забезпечення, програмне забезпечення для вбудованого застосування, комп'ютерних та кіберфізичних систем;
- ефективно працювати у складі команди;
- використовувати фахову літературу досліджуваної предметної галузі; упорядковувати, класифікувати, систематизувати, критично аналізувати, оцінювати та порівнювати наявну наукову інформацію в галузі проектування комп'ютерних та кіберфізичних систем;
- відповідально ставитись до розроблення комп'ютерних та кіберфізичних систем, враховуючи загальнолюдські цінності, суспільні, державні та виробничі інтереси

**бути здатним:**

- 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 проєктування комп'ютерних та кіберфізичних систем, здійснювати їх аналіз, синтез та вибір для створення комп'ютерних та кіберфізичних систем;
- проєктувати комп'ютерні та кіберфізичні системи та їх компоненти з врахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі;
- захищати, пояснювати та аргументувати розробку, отримані результати.

### ***Компетентності, на формування яких спрямовано ОК:***

ІК. 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 проєктування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.

ФК6. Здатність проєктувати, 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 проєктувати 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 проєктування 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 проєктування 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 проєктування 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.

## КОМП'ЮТЕРНІ ТА КІБЕРФІЗИЧНІ СИСТЕМИ

<b>Тип дисципліни</b>	Обов'язкова
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший (бакалаврський)
<b>Мова викладання</b>	Українська
<b>Семестр</b>	7
<b>Кількість встановлених кредитів ЄКТС</b>	5
<b>Форма здобуття освіти</b>	Очна денна

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж; мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах; знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії; вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей; вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності; вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати типове для спеціальності обладнання; вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії; вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів; вміти виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою; спілкуватись усно та письмово з професійних питань українською мовою та однією з іноземних мов (англійською, німецькою, італійською, французькою, іспанською); використовувати інформаційні технології для ефективного спілкування на професійному та соціальному рівнях; здатність адаптуватись до нових ситуацій, обґрунтовувати, приймати та реалізовувати у межах компетенції рішення; усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення; якісно виконувати роботу та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики; 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; 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; 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; 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

**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

**Запланована навчальна діяльність:** лекції – 34 год., лабораторні заняття – 34 год., самостійна робота – 82 год.; разом – 150 год.

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

**Форми оцінювання результатів навчання:** захист лабораторних робіт, тестування, контрольна робота.

**Форма семестрового контролю:** іспит

**Навчальні ресурси:**

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. 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.
3. Тарарака В.Д. Архітектура комп'ютерних систем: навч. посіб. / В.Д. Тарарака. – Житомир: ЖДТУ, 2018. – 383 с.
4. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
5. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: [http://lib.khnu.km.ua/asp/php/f/page\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php/f/page_lib.php).

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

## 1. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:		
	Денна форма		
	Лекції	Лабораторні роботи	СРС
<b><i>Комп'ютерні системи</i></b>			
Тема 1. Основні поняття про комп'ютерні системи. Комп'ютерні системи та паралельна обробка інформації. Архітектури обчислювальних систем. Класифікація КС	2		5
Тема 2. КС класу SIMD. Векторні та матричні обчислювальні системи. Асоціативні КС. Систолічні КС	2	4	5
Тема 3. Мультикомп'ютерні КС. Комп'ютерні системи класу MIMD. Архітектури SMP	2		5
Тема 4. Кластерні обчислювальні системи. Системи з масовою паралельною обробкою. Обчислювальні системи з неоднорідним доступом до пам'яті	2	4	5
Тема 5. Топології обчислювальних систем. Методи опису характеристик мережених з'єднань. Статичні та динамічні топології	2		5
Тема 6. Надійність комп'ютерних систем. Резервування як спосіб підвищення надійності	2		5
Тема 7. Вбудовані системи у системах керування	2	4	5
Тема 8. Організація мікроконтролерів для вбудованих систем. Процесорне ядро. Мікроконтролерні плати	2		5
<b><i>Кіберфізичні системи</i></b>			
Тема 9. Основні поняття та узагальнена архітектура кіберфізичних систем. Автоматизовані системи управління виробництвом	2		5
Тема 10. Програмовані логічні контролери, характеристики, класифікація, архітектура та принцип роботи	2		5
Тема 11. Принципи функціонування мереж для інформаційно-керуючих систем	2	4	5
Тема 12. Комунікаційне середовище, як проміжний рівень між фізичним та кібер-середовищем. Бездротові сенсорні мережі	2	4	5
Тема 13. Протоколи прикладного рівня передачі даних від шлюзу в хмару в середовищі Інтернету речей: MQTT, CoAP	2	4	5
Тема 14. Моделювання кіберфізичних систем. Цифровий двійник	2	4	5
Тема 15. Проблеми забезпечення безпеки в кіберфізичних системах. Види кібератак у кіберфізичних системах. Аналіз відомих підходів до забезпечення безпеки в кіберфізичних системах	2		5
Тема 16. Послідовні інтерфейси передачі даних на фізичному рівні КФС	4	6	7
<b>Разом за семестр:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>82</b>

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
<b>Комп'ютерні системи</b>		
1	<p><b>Основні поняття про комп'ютерні системи. Комп'ютерні системи та паралельна обробка інформації. Архітектури обчислювальних систем. Класифікація КС.</b></p> <p>Сучасний стан розвитку комп'ютерних систем. Основні поняття та визначення комп'ютерних систем. Гарвардська та Принстонська архітектури. Літ.: [3-7]</p>	2
2	<p><b>КС класу SIMD. Векторні та матричні обчислювальні системи. Асоціативні КС. Систолічні КС</b></p> <p>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.: [3-7]</p>	2
3	<p><b>Мультикомп'ютерні КС. Комп'ютерні системи класу MIMD. Архітектури SMP</b></p> <p>Комп'ютерні системи класу MIMD. Архітектури SMP. Архітектура з багатопортовою пам'яттю. Літ.: [3-7]</p>	2
4	<p><b>Кластерні обчислювальні системи. Системи з масовою паралельною обробкою. Обчислювальні системи з неоднорідним доступом до пам'яті</b></p> <p>Кластерні обчислювальні системи. Класифікація архітектури кластерних систем. Топології кластерів. Топології кластерних пар. Системи з масовою паралельною обробкою Літ.: [3-7]</p>	2
5	<p><b>Топології обчислювальних систем. Методи опису характеристик мережених з'єднань. Статичні та динамічні топології</b></p> <p>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.: [3-7]</p>	2
6	<p><b>Надійність комп'ютерних систем. Резервування як спосіб підвищення надійності</b></p> <p>Поняття теорії надійності комп'ютерних систем. Безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збережуваність КС. Стани об'єкту і</p>	2

	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.: [3-7]	
7	<b>Вбудовані системи у системах керування</b> 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.: [12-14]	2
8	<b>Організація мікроконтролерів для вбудованих систем. Процесорне ядро. Мікроконтролерні плати</b> Класифікація і структура мікроконтролерів. Модульна організація мікроконтролерів. Процесорне ядро мікроконтролера. Компоненти мікроконтролерів. Контролерні плати. Літ.: [12-14]	2
<i><b>Кіберфізичні системи</b></i>		
9	<b>Основні поняття та узагальнена архітектура кіберфізичних систем. Автоматизовані системи управління виробництвом</b> Інтернет речей vs кіберфізичні система. Основні визначення та узагальнена архітектура кіберфізичних систем. Властивості та вимоги КФС. Сценарії розробки 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.: [1, 2, 8-10]	2
10	<b>Програмовані логічні контролери, характеристики, класифікація, архітектура та принцип роботи</b> 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.: [1, 2, 8-10]	2
11	<b>Принципи функціонування мереж для інформаційно-керуючих систем</b> Функції та властивості промислових мереж. Рівень датчиків та розподіленої периферії, рівень контролерів. Обмін даними процесу у реальному часі. Вимоги до промислових мереж. Промислові мережі в контексті моделі ISO OSI. Базові топології мереж. Обробка даних при обміні даними через мережу. Літ.: [1, 2, 8-10]	
12	<b>Комунікаційне середовище, як проміжний рівень між фізичним та кібер- середовищем. Бездротові сенсорні мережі</b> 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.: [1, 2, 8-10]	2
13	<b>Протоколи прикладного рівня передачі даних від шлюзу в хмару в середовищі Інтернету речей: MQTT, CoAP</b> Дворівнева архітектура КФС (IoT): рівень вузла та рівень хмарного середовища. Характеристики та використання шлюзів. Протоколи передачі інформації від шлюза в хмару. Протоколи MQTT, AMQP, CoAP. Типи комунікаційних мереж. Мережі з низьким енергоспоживанням та малим діапазоном.	2



	Літ.: [1, 2, 8-10]	
14	<b>Моделювання кіберфізичних систем. Цифровий двійник</b> Конвергенція та дивергенція технологій, що визначають суть концепції ЦД. Технології збору та обробки даних для створення ЦД. Інжинірингові інструменти для створення ЦД. Літ.: [1, 2, 8-10]	2
15	<b>Проблеми забезпечення безпеки в кіберфізичних системах. Види кібератак у кіберфізичних системах. Аналіз відомих підходів до забезпечення безпеки в кіберфізичних системах</b> 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.: [1, 2, 8-10]	2
16	<b>Послідовні інтерфейси передачі даних на фізичному рівні КФС</b> Синхронна та асинхронна передача. Стандартні послідовні інтерфейси. RS-232. Нуль-модемне з'єднання. Літ.: [2]	2
17	<b>Послідовні інтерфейси передачі даних на фізичному рівні КФС</b> RS-422. RS-485. Порівняльна характеристика стандартних послідовних інтерфейсів. Літ.: [2]	2
	Разом за семестр:	34

## 2.2 Зміст лабораторних занять

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Огляд одноплатної комп'ютерної системи Raspberry Pi. Робота із GPIO. Літ.: [1, 2, 8-14]	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, 2, 8-14]	4
3*	Розгортання та налаштування веб-сервера Webіорі на одноплатній комп'ютерній системі Raspberry Pi для задач автоматизації. Літ.: [1, 2, 8-14]	4
4	Підвищення надійності комп'ютерних систем. Побудова та налагодження апаратних та програмних RAID-масивів. Літ.: [[1, 2, 8-14]	4
5*	Організація передачі даних між ESP32 за допомогою протоколу MQTT. Використання одноплатної комп'ютерної системи Raspberry Pi в якості брокера передачі повідомлень Літ.: [1, 2, 8-14]	4
6*	Реалізація сценаріїв автоматизації управління пристроями в Node red. Управління пристроями, під'єднаними до системи на кристалі ESP32 через протокол MQTT Літ.: [1, 2, 8-14]	4
7	Розробка автоматизованої системи безконтактного вимірювання температури з передачею даних у хмару. Літ.: [1, 2, 8-14]	4
8	Знайомство з базами даних числових рядів InfluxDB та середовищем аналітики та візуалізації Grafana. Збір та накопичення показників датчиків у базі даних. Літ.: [1, 2, 8-14]	4
9	Підсумкове заняття	2
Разом за семестр		34

Примітка: \* 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> ін.)

### 2.3 Зміст самостійної (індивідуальної) роботи

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

Номер тижня	Вид самостійної роботи	К-ть годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №1.	5
2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №1	5
3	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №2.	5
4	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №2	5
5	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №3.	5
6	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №3	5
7	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №4.	5
8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №4.	5
9	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №5.	5
10	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №5.	5
11	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №6.	5
12	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №6.	5
13	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №7.	5
14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №7. Підготовка до тестування	5
15	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №8.	5
16	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №8	5
17	Підготовка до підсумкового контрольного заходу	2
	Разом за семестр:	82

### 3. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Зокрема, лекції проводяться в основному словесними методами, наочними з використанням інформаційних технологій, а також з використанням методів проблемного навчання. Лабораторні заняття проводяться з використанням методів пояснювально-ілюстративних з використанням інформаційних технологій, проблемного викладання, дослідницьких, і мають за мету – набуття студентами практичних навичок. Самостійна робота передбачає виконання індивідуальних завдань, при розв'язанні яких застосовуються методи проблемного викладання, практичних та дослідницьких методів.

### 4. ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

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

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

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

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. За несвоєчасний захист лабораторної роботи з неповажної причини студент за позитивну відповідь отримує оцінку «задовільно».

На тестування відводиться 20 хвилин. Тестування проводиться з використанням модульного середовища для навчання MOODLE. Правильні відповіді студент реєструє в он-лайн режимі в модульному середовищі MOODLE. Через 20 хвилин студенти завершують тестування та надсилають свої відповіді на сервер. Викладач оголошує результати тестування згідно журналу оцінок модульного середовища MOODLE.

При *оцінюванні знань* студентів викладач керується такими критеріями.

Оцінку «відмінно», за шкалою ЄКТС – А, отримує студент за глибоке і повне опанування змісту навчального матеріалу, в якому він легко орієнтується, понятійного апарату, за уміння зв'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні та дослідницькі завдання, висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і в письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення. Студент повинен набути практичних навичок із використання та розробки комп'ютерних та кіберфізичних систем. Оцінка «відмінно», за шкалою ЄКТС – А, виставляється студенту, який глибоко засвоїв технології та засоби для розробки комп'ютерних та кіберфізичних систем. Студент не повинен вагатися при видозміні запитання, повинен робити детальні та узагальнюючі висновки.

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

Оцінку «добре», за шкалою ЄКТС – С, отримує студент за правильну відповідь з однією

суттєвою помилкою.

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

Оцінки «задовільно», за шкалою ЄКТС – E, заслуговує студент за неповне опанування програмного матеріалу, але отримані знання і набуті практичні навички із використання та розробки комп'ютерних та кіберфізичних систем.

Оцінка «незадовільно», за шкалою ЄКТС – FX, виставляється, коли студент має 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 студенту, який не може продовжити навчання без додаткових знань з курсу.

Оцінка «незадовільно», за шкалою ЄКТС – F, виставляється студенту за повне незнання і нерозуміння навчального матеріалу або відмову від відповіді і передбачає повторне навчання студента з дисципліни.

Як результати навчання, отримані у неформальній освіті, зокрема онлайн-курсу «Coursera, Modeling and Debugging Embedded Systems» (<https://www.coursera.org/learn/modeling-debugging-embedded-systems>) може бути зараховано виконання чотирьох лабораторних робіт.

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

Аудиторна робота								Самостійна, індивідуальна робота	Форма семестрового контролю
<i>7 семестр</i>									
Лабораторні роботи №:								Контроль:	іспит
1	2	3	4	5	6	7	8	ТК	
ВК: 0,5								0,1	0,4

*Примітка:* ТК – тестовий контроль; ВК – ваговий коефіцієнт;

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

### Перехід від вітчизняної шкали оцінювання до європейської (ЄКТС)

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

## 5. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ СТУДЕНТІВ ФОРМ 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;

## 6. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

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

## 7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Karpagam 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](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.

## 8. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

### Електронний університет:

1. Модульне середовище для навчання (розміщені усі необхідні матеріали з дисципліни, в тому числі тестові завдання для поточного та семестрового контролю знань).
2. Електронна бібліотека університету