

Декан ФІТ  
5



ЗАТВЕРДЖУЮ

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО  
09 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Моделювання комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж**

Назва

**Галузь знань** 12 – Інформаційні технології

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

**Освітня програма** Комп'ютерна інженерія

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

**Факультет** – Інформаційних технологій

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

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальне навантаження		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	1	1	4	120	51	17	34			69				+

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

Програма складена

  
Підпис  
  
Підпис

Богдан САВЕНКО

Ініціали, прізвище викладача(ів)

Андрій НІЧЕПОРУК

Ініціали, прізвище викладача(ів)

Схвалена на засіданні кафедри Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Протокол № 2 від 30 08 2024 р.

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Підпис

Ім'я, прізвище

Ірина ЗАСОРНОВА

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій

Протокол № 1 від 05 09 2024 р.

Голова Вченої ради

Підпис

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, прізвище

Хмельницький 2024

## ВСТУП

**Анотація дисципліни.** Дисципліна «Моделювання комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж» є дисципліною з циклу поглибленої професійної підготовки дослідника в галузі комп'ютерної інженерії. Дисципліна викладається для здобувачів третього (доктор філософії) рівня вищої освіти денної форми навчання спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія». При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема, методи проблемного навчання.

**Мета викладання дисципліни.** Метою курсу є розгляд розподілених, туманних та хмарних систем, моделей розподілених, хмарних і туманних обчислень, потоків даних, інтернету речей, проблем організації систем та мереж на значних площах, дослідження кіберфізичних систем, наукові напрямки створення платформ КФС, як методів розв'язування наукових задач комп'ютерної інженерії.

**Предмет дисципліни.** Моделювання комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж.

**Завдання дисципліни.** Надати студентам знання та практичні навички по моделюванню комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж, які необхідні для подальшої наукової та професійної діяльності.

Після вивчення дисципліни «Моделювання комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж» здобувач має досягти таких результатів навчання (сукупність знань, умінь, навичок і компетентностей):

**знати:**

- моделі хмарних і туманних та розподілених обчислень;
- моделі багаторівневих платформ кіберфізичних систем;
- підходи до моделювання комп'ютерних систем і мереж;
- знати і розуміти наукові і математичні положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж, інтернету речей, систем обробки великих даних;

**вміти:**

- будувати моделі комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж;

**бути здатним:**

- підбирати моделі для моделювання реальних систем;
- проводити оцінку підібраних моделей;
- створювати багаторівневі платформи кіберфізичних систем;
- використовувати теоретичні поняття та факти для розв'язання конкретних задач.

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

Інтегральна. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері комп'ютерної інженерії та комп'ютерних технологій, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

ЗК6. Здатність працювати як індивідуально, так і в команді;

ФК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерної інженерії та суміжних галузей.

ФК5. Здатність ефективно застосовувати методи аналізу, математичне моделювання, виконувати натурні та обчислювальні експерименти при проведенні наукових досліджень у сфері комп'ютерної інженерії.

ФК7. Здатність генерувати нові ідеї щодо розвитку теорії та практики комп'ютерної інженерії, виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

**Програмні результати навчання, на забезпечення яких спрямовано ОК:**

ПРН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з комп'ютерної інженерії, ІТ- інфраструктур та інформаційних технологій,

отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН2. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблем.

ПРН5. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН7. Застосовувати загальні принципи та методи математики, інформатики та інших наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері комп'ютерної інженерії.

ПРН8. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках.

ПРН11. Вміти розв'язувати задачі синтезу та аналізу об'єктів дослідження комп'ютерної інженерії та їх окремих складових, серед яких: аналогові та цифрові комп'ютери та комп'ютерні системи універсального або спеціального призначення; локальні, глобальні комп'ютерні мережі; кіберфізичні системи, Інтернет речей, системи для оброблення великих даних та штучного інтелекту, ІТ-інфраструктури; їх програмно-технічні засоби, інтерфейси та протоколи взаємодії їх компонентів.

ПРН12. Вміти застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з різних дисциплін та враховуючи нетехнічні аспекти під час розв'язання теоретичних та прикладних задач в предметній області наукових досліджень, доступно представляти та обговорювати отримані результати наукових досліджень, забезпечуючи ефективний трансфер набутих знань.

ПРН13. Вміти системно мислити, адаптуватися до нових умов, застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей, самостійно приймати рішення та ініціювати оригінальні дослідницько-інноваційні проекти.

ПРН14. Вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.

# МОДЕЛЮВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТА КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Мова викладання	Українська
Семестр	1
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	4,0
Форма здобуття освіти	Очна денна

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з комп'ютерної інженерії, IT-інфраструктур та інформаційних технологій, отримання нових знань та/або здійснення інновацій; планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблем; формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані; застосовувати загальні принципи та методи математики, інформатики та інших наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері комп'ютерної інженерії; розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках; вміти розв'язувати задачі синтезу та аналізу об'єктів дослідження комп'ютерної інженерії та їх окремих складових, серед яких: аналогові та цифрові комп'ютери та комп'ютерні системи універсального або спеціального призначення; локальні, глобальні комп'ютерні мережі; кіберфізичні системи, Інтернет речей, системи для оброблення великих даних та штучного інтелекту, IT-інфраструктури; їх програмно-технічні засоби, інтерфейси та протоколи взаємодії їх компонентів; вміти застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з різних дисциплін та враховуючи нетехнічні аспекти під час розв'язання теоретичних та прикладних задач в предметній області наукових досліджень, доступно представляти та обговорювати отримані результати наукових досліджень, забезпечуючи ефективний трансфер набутих знань; вміти системно мислити, адаптуватися до нових умов, застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей, самостійно приймати рішення та ініціювати оригінальні дослідницько-інноваційні проекти; вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.

**Зміст навчальної дисципліни.** Туманні, хмарні та розподілені обчислення. Моделі туманних, хмарних та розподілених обчислень. Обробка великих обсягів даних. Безпека при передачі та обробці даних. Дослідження кіберфізичних системи і мережі. Наукові напрямки створення багаторівневої платформи КФС. Узагальнені структура та підходи до створення кіберфізичних систем і мереж. Наукові засади побудови багаторівневої комплексної системи безпеки кіберфізичних систем і мереж.

**Запланована навчальна діяльність:** лекції - 17 год., лабораторні заняття – 34 год, самостійна робота - 69 год.; разом – 120 год.

**Методи навчання:** лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, тренінгів, майстер-класів, практикумів), самостійна робота (індивідуальні завдання).

**Форми і методи оцінювання результатів навчання:** контрольні роботи, захист лабораторних робіт.

**Вид семестрового контролю:** іспит

## Навчальні ресурси:

1. Кіберфізичні системи: багаторівнева організація та проектування / А. О. Мельник, В. А. Мельник, В. С. Глухов, А. М. Сало, за ред. А. О. Мельника. – Львів: "Магнолія 2006", 2019. – 237 с.
2. Кіберфізичні системи: технології збору даних / О.Ю. Бочкар'єв, В.А. Голембо, Я.С. Парамуд, В.О. Яцук. За ред. А.О. Мельника, Львів: "Магнолія 2006", 2019. - 176 с.
3. Мельник А.О. Кіберфізичні системи: проблеми створення та напрямки розвитку // Вісник НУ «Львівська політехніка» «Комп'ютерні системи та мережі», 2014, №806. - С.154-161.
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:** доктор філософії Б. Савенко, к.т.н., доцент А. Нічепорук

## СТРУКТУРА І ЗМІСТ РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:		
	лекції	лабораторні роботи	самостійну роботу
Тема 1. Туманні, хмарні та розподілені обчислення.	8	16	32
Тема 2. Багаторівневі платформи КФС.	10	18	37
Разом за перший семестр:	17*	34	69

*Примітка:*

по чисельнику – 18 годин, по знаменнику – 16 годин (розрахунок здійснюється відповідно до розкладу занять)

### Програма навчальної дисципліни

#### Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік змістових модулів, тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
<b>Перший семестр</b>		
<b>Тема 1</b>	<b>Туманні, хмарні та розподілені обчислення</b>	<b>8</b>
1	<b>Туманні, хмарні та розподілені сервіси.</b> Модель хмарних обчислень. Хмарні сервіси. Модель туманних обчислень. Виклики організації сервісів інтернету всього. Літ. [1, 6, 8, 9]	2
2	<b>Моделі великих даних.</b> Моделі зберігання та передачі даних даних в русі та спокої. Зростання обсягів даних. Big Data. Концептуальні моделі великих даних. Аналіз та математичне моделювання обробки великих даних. Літ. [3, 6, 8, 10, 11]	2
3	<b>Безпека інтернету речей.</b> Безпека зберігання даних. Безпека передачі даних. Смарт-модель передачі інформації та модель оптимізації безпеки Літ. [2, 6, 7, 8, 12, 13]	2
4	<b>Синтез та аналіз розподілених кіберфізичні системи та мережі.</b> Проблеми організації. Дослідження роботи. Операційні центри. Розумне місто. Стійкість розумних міст. Теорія оптимізації мережевих КФС. Літ. [2, 5, 6, 8, 14, 15]	2
<b>Тема 2</b>	<b>Багаторівневі платформи КФС</b>	<b>9</b>
5	<b>Наукові задачі синтезу та аналізу об'єктів КФС.</b> Актуальність. Об'єкт, предмет та мета досліджень. Дослідження стійкості КФС. Літ. [1-4, 16]	2
6	<b>Наукові напрямки створення багаторівневої платформи КФС.</b> Кластер наукових досліджень. Кластер архітектурного рівня. Кластер інтелектуальних засобів. Індустрія 4.0. Літ. [1 – 3]	2
7	<b>Багаторівнева базова платформа КФС.</b> Узагальнена структура. Підходи до створення. Багаторівнева структура. Архітектура систем управління на основі КФС. Літ. [1 – 4]	2
8	<b>Синтез багаторівневої комплексної системи безпеки КФС.</b> Структура системи безпеки. Концепція. Комплексні системи безпеки КФС. Сервіс-орієнтований контроль для КФС. Літ. [1 – 4]	2
9	<b>Підсумкове заняття</b>	2
	Разом за 1-й семестр:	17*

*Примітка.* \*по чисельнику – 18 годин, по знаменнику – 16 годин

### Зміст лабораторних занять

№ п/п	Теми лабораторних робіт	К-ть годин
1*	<i>Лабораторна робота №1</i> Дослідження потоків даних в «Розумному будинку». Літ [6].	4
2*	<i>Лабораторна робота №2</i> Дослідження потоків даних в «Розумному будинку». Літ [6].	4
3*	<i>Лабораторна робота №3</i> Захист хмарних сервісів Літ [6].	4
4*	<i>Лабораторна робота №4.</i> Захист хмарних сервісів Літ [6].	4
5*	<i>Лабораторна робота № 5.</i> Дослідження технологій розумного міста Літ [6].	4
6*	<i>Лабораторна робота № 6.</i> Дослідження технологій розумного міста Літ [6].	4
7	<i>Лабораторна робота №7.</i> Моделювання кіберфізичної системи Літ [1-4].	4
8	<i>Лабораторна робота №8.</i> Моделювання кіберфізичної системи Літ [1-4].	4
9	<i>Підсумкове заняття</i>	2
<b>Всього за курс</b>		<b>34</b>

Примітка. \* лабораторна робота може бути зарахована на наявності сертифікату з проходження курсу Cisco IoT Fundamentals: Connecting Things

### Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи

Самостійна робота студентів полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, 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.	4
2.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №1.	4
3.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №2.	4
4.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №2.	4
5.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №3.	4
6.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №3.	4
7.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №4.	4
8.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №4.	4
9.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №5.	4
10.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №5.	4
11.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №6.	4
12.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №6.	4
13.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №7.	4
14.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №7.	4
15.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №8.	4
16.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №8.	4
17.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до іспиту.	5
<b>Разом за перший семестр:</b>		<b>69</b>

### МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Лекції проводяться в основному словесними методами з використанням мультимедійних презентацій, а лабораторні заняття проводяться з використанням інформаційних технологій та сучасних засобів їх реалізації та моделювання і мають на меті набуття студентами навичок з розв'язання практичних завдань; самостійна робота передбачає виконання індивідуальних завдань із залученням методів проблемного викладання, практичних, дослідницьких методів.

### 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 (підсумкової контрольної роботи). При цьому при виведенні остаточної оцінки враховуються результати поточного контролю.

Перед вивченням дисципліни, як правило, проводиться вхідний контроль знань з дисциплін, що їй передують і забезпечують. При цьому необхідно встановити рівні та критерії сформованості знань щодо змісту навчальних елементів. Такими рівнями є:

Ознайомчо-орієнтовний (ОО) – особа має орієнтовне уявлення щодо понять, які вивчаються, здатна: моделювати комп'ютерні та кіберфізичні системи та мережі, оцінювати адекватність моделей систем; взаємодіяти та працювати в команді при побудові і моделюванні комп'ютерних і кіберфізичних систем: володіти методами і засобами підтримки командної роботи, планувати та ефективно організовувати роботу, соціальну комунікацію та безперервний контроль якості результатів роботи; діяти у складних і непередбачуваних умовах, що потребує застосування нових підходів, креативності, самостійного пошуку помилок, оцінювання своєї поведінки та постійного самовдосконалення; проводити дослідницьку та/або інноваційну діяльність в галузі комп'ютерної інженерії.

Понятійно-аналітичний (ПА) – особа має чітке уявлення щодо навчального об'єкту, здатна перенести раніше засвоєні знання на типові ситуації.

Продуктивно-синтетичний (ПС) – особа має глибоке розуміння щодо навчального об'єкту, здатна здійснювати синтез, генерувати нові ідеї та уявлення, переносити раніше засвоєні знання на нетипові, нестандартні ситуації.

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 підсумковий контрольний захід (іспит), вважається невстигаючим.

При *оцінюванні знань* студентів викладач керується такими критеріями.

Оцінку „відмінно”, за шкалою ECTS – А, отримує студент за глибоке і повне опанування змісту навчального матеріалу, в якому він легко орієнтується, понятійного апарату, за вміння зв'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, такі в письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення. Студент повинен набути практичних навичок із прикладного застосування аспектів системного аналізу при проектуванні програмних систем. Оцінка "відмінно" виставляється студенту, який глибоко засвоїв основні принципи моделювання комп'ютерних і кіберфізичних систем і мереж. Студент не повинен вагатися при видозміні запитання, повинен робити детальні та узагальнюючі висновки.

Оцінку „добре”, за шкалою ECTS – В, отримує студент за повне засвоєння навчального матеріалу, володіння понятійним апаратом, орієнтування у 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 ECTS – С, отримує студент за правильну відповідь з однією-двома суттєвими помилками.

Оцінки "задовільно", за шкалою ECTS – 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 з прикладного застосування аспектів системного аналізу при проектуванні програмних систем, але припустився неточностей. 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 ECTS – Е, заслуговує студент за неповне опанування програмного матеріалу, але отримані знання і набуті практичні навички із прикладного застосування аспектів системного аналізу при проектуванні програмних систем.

Оцінка „незадовільно”, за шкалою ECTS – FХ, 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", за шкалою ECTS – F, виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткових знань з курсу.

На основі результатів поточного контролю і підсумкового контрольного заходу виставляється підсумкова семестрова оцінка. На основі аналізу контролю знань викладач удосконалює курс лекцій, звертаючи особливу увагу на ті розділи, чи теми, з яких було найбільше неточних відповідей, що свідчить про методичні чи інші недоліки при висвітленні вказаних тем або розділів.

Аналогічно вносяться корективи в методичні посібники для лабораторних робіт, детальніше розглядаються принципові питання при виконанні практичних та лабораторних робіт та їх захисті.

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

Аудиторна робота	Самостійна, індивідуальна робота	Підсумковий контрольний захід
Лабораторні роботи № 1-8	Контрольна робота	Іспит
0,4	0,2	0,4

### Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ECTS	Бали	Вітчизняна оцінка	
A	4,75-5,00	Зараховано	ВІДМІННО – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25-4,74		ДОБРЕ – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75-4,24		ДОБРЕ – в загальному правильна відповідь з однією суттєвою помилкою
D	3,25-3,74		ЗАДОВІЛЬНО – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00-3,24		ЗАДОВІЛЬНО – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
F <sub>X</sub>	2,00 -2,99	Незараховано	НЕЗАДОВІЛЬНО – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00-1, 99		НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

1. Дайте визначення туманних обчислень.
2. Дайте визначення хмарних обчислень.
3. Дайте визначення розподілених обчислень.
4. Вкажіть моделі хмарних обчислень.
5. Вкажіть моделі туманних обчислень.
6. Вкажіть моделі розподілених обчислень.
7. Вкажіть наслідки збільшення давачів кіберфізичної системи.
8. Проблеми зберігання даних кіберфізичних систем.
9. Вкажіть мережеві ресурси, що використовуються при побудові кіберфізичних систем.
10. Розподілені системи.



11. Кіберфізичні системи.
12. Особливості організації даних в кіберфізичних системах.
13. Безпека даних в кіберфізичних системах.
14. Проблеми організації розподілених розумних систем.
15. Операційні центри розподілених кіберфізичних систем.
16. Мережева взаємодія операційних центрів кіберфізичних систем.
17. Актуальність досліджень в області кіберфізичних систем.
18. Об'єкт, предмет та мета досліджень кіберфізичних систем.
19. Кластери наукових досліджень.
20. Кластер архітектурного рівня.
21. Кластер інтелектуальних засобів.
22. Багаторівнева структура кіберфізичних систем.
23. Підходи до створення багаторівневих кіберфізичних систем.
24. Структура системи безпеки кіберфізичних систем.
25. Комплексні системи безпеки кіберфізичних систем.

### **МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Навчальний процес з дисципліни «Моделювання комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж» повністю і в достатній кількості забезпечений навчально-методичною літературою.

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Кіберфізичні системи: багаторівнева організація та проектування / А. О. Мельник, В. А. Мельник, В. С. Глухов, А. М. Сало, за ред. А. О. Мельника. – Львів: "Магнолія 2006", 2019. – 237 с.
2. Кіберфізичні системи: технології збору даних / О.Ю. Бочкар'єв, В.А. Голембо, Я.С. Парамуд, В.О.Яцук. За ред. А.О. Мельника, Львів: "Магнолія 2006", 2019. - 176 с.
3. Мельник А.О. Кіберфізичні системи: проблеми створення та напрямки розвитку // Вісник НУ «Львівська політехніка» «Комп'ютерні системи та мережі», 2014, №806. - С.154-161.
4. Мельник А.О. Інтеграція рівнів кіберфізичної системи // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Комп'ютерні системи та мережі. - 2015. - № 830. - С. 61-67.
5. Організація комп'ютерних мереж: підручник / Ю.А.Тарнавський, І.М.Кузьменко. – Київ : КПІ ім.Ігоря Сікорського, 2018. – 259с.
6. Cisco IoT Fundamentals: Connecting Things / Доступ до ресурсу: <https://static-course-assets.s3.amazonaws.com/IoTFCT201/uk/index.html>
7. 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).
8. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник. Комп'ютерні мережі : навчальний посібник. – Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.
9. Karima Velasquez. Fog orchestration for the Internet of Everything: state-of-the-art and research challenges / Karima Velasquez, David Perez Abreu, Marcio R. M. Assis, Carlos Senna, Diego F. Aranha, Luiz F. Bittencourt, Nuno Laranjeiro, Marilia Curado, Marco Vieira, Edmundo Monteiro and Edmundo Madeira. Journal of Internet Services and Applications. (2018) 9:14. <https://doi.org/10.1186/s13174-018-0086-3>
10. Imanbayev, K., Sinchev, B., Sibanbayeva, S. et al. Analysis and mathematical modeling of big data processing. Peer-to-Peer Netw. Appl. (2020). <https://doi.org/10.1007/s12083-020-00978-3>
11. Duan, Y., Li, J., Srivastava, G. et al. Data storage security for the Internet of Things. J Supercomput 76, 8529–8547 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11227-020-03148-7>
12. Deng, L., Li, D., Cai, Z. et al. Smart IoT information transmission and security optimization model based on chaotic neural computing. Neural Comput & Applic 32, 16491–16504 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00521-019-04162-4>
13. Zhang, H., Shi, Z., Chadli, M. et al. Guest editorial: Networked cyber-physical systems: Optimization theory and applications. Peer-to-Peer Netw. Appl. 12, 1624–1626 (2019).

<https://doi.org/10.1007/s12083-019-00811-6>

14. Bibri, S.E. On the sustainability of smart and smarter cities in the era of big data: an interdisciplinary and transdisciplinary literature review. J Big Data 6, 25 (2019). <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0182-7>

#### **ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу : <https://msn.khnu.km.ua>
2. Електронна бібліотека університету Доступ до ресурсу : <https://lib.khnu.km.ua>
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.