

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра інформаційних систем та технологій

ЗАТВЕРДЖЕНО КАФЕДРОЮ

Завідувач кафедри

Юрій УТКІН

(протокол «01» вересня 2026 р. № 2)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(обов'язкова навчальна дисципліна)

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ЕКОСИСТЕМИ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

освітньо-наукова програма Інформаційні системи і технології

спеціальність F6 Інформаційні системи і технології

галузь знань F Інформаційні технології

рівень вищої освіти третій (освітньо-науковий)

навчально-науковий інститут економіки, управління, права та інформаційних технологій

Полтава

2026/2027 н. р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Інтелектуальні екосистеми Інтернету речей» для здобувачів вищої освіти за освітньо-науковою програмою Інформаційні системи і технології спеціальності F6 Інформаційні системи і технології.

Мова викладання: українська

Розробник: Ігор Слюсарь, доцент кафедри інформаційних систем та технологій, к. т. н.,
доцент

«01» вересня 2026 року

 Ігор СЛЮСАРЬ

Погоджено гарантом освітньої програми Інформаційні системи і технології

«01» вересня 2026 року

 Юрій ПОНОЧОВНИЙ

Схвалено головою ради з якості вищої освіти спеціальності «Інформаційні системи і технології»

протокол від «01» вересня 2026 року № 1

Голова ради з якості вищої освіти спеціальності  Олена КОПШИНСЬКА

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма здобуття освіти F6AC ICT дфд 2025
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів	4
Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти	Обов'язкова
Рік навчання (курс)	2
Семестр	4
Лекції (годин)	16
Лабораторні роботи (годин)	24
Самостійна робота (годин)	80
Форма семестрового контролю	екзамен

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Формування системи базових знань референс-архітектури побудови екосистем IoT, практичних умінь і навичок з питань проектування та впровадження екосистем IoT для розв'язання задач професійної діяльності.

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Перелік дисциплін, які передують її вивченню відповідно до структурно-логічної схеми освітньо-професійної програми: «Філософія науки», «Методологічні засади проектування, розроблення та супроводу прикладних інформаційних систем та технологій», «Тенденції розвитку інформаційних систем та технологій», «Технології забезпечення гарантоздатності інформаційно-керуючих систем».

4. Компетентності:

Загальні:

– ЗК04. Здатність розв'язувати комплексні науково-прикладні задачі у сфері інформаційних систем і технологій та з дотичних до міждисциплінарних напрямів на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

Спеціальні (фахові):

– СК03. Здатність створювати і застосовувати сучасні інформаційні технології, архітектури і спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та освітній діяльності, керувати інформаційними ресурсами, інформаційними системами та цифровими сервісами;

– СК05. Здатність розвивати теоретичні засади, створювати моделі інформаційних технологій, проектувати та створювати інформаційні системи і цифрові сервіси та їх прототипи;

– СК06. Здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування інформаційних систем і технологій у науковій та науково-педагогічній діяльності.

5. Результати навчання:

– РН07. Проектувати та досліджувати цілісні системи Інтернету речей (в тому числі кінцеві пристрої, мережеві технології, хмарні платформи, реалізацію обміну та аналізу даних), проводити інтелектуальний аналіз цифрових масивів даних для вирішення конкретних практичних науково-прикладних задач;

– РН08. Розробляти програмне забезпечення інформаційних систем у відповідності з принципами сервіс-орієнтованої архітектури розподілених програмних систем, проводити реінжиніринг прикладного інформаційного забезпечення.

Співвідношення програмних результатів навчання із очікуваними результатами навчання

Програмний результат навчання (визначений освітньою програмою)	Очікувані результати навчання навчальної дисципліни
РН07. Проектувати та досліджувати цілісні системи Інтернету речей (в тому числі кінцеві пристрої, мережеві технології, хмарні платформи, реалізацію обміну та аналізу даних), проводити інтелектуальний аналіз цифрових масивів даних для вирішення конкретних практичних науково-прикладних задач.	Проектувати багаторівневу архітектуру інтелектуальних IoT-екосистем на основі edge, fog і cloud. Досліджувати продуктивність, надійність і масштабованість обміну даними. Розгортати та досліджувати моделі Edge AI та мультиагентних IoT-систем.
РН08. Розробляти програмне забезпечення інформаційних систем у відповідності з принципами сервіс-орієнтованої архітектури розподілених програмних систем, проводити реінжиніринг прикладного інформаційного забезпечення.	Створювати цифрові описи IoT-пристроїв і розробляти компоненти цифрових двійників з застосуванням семантичних запити для пошуку та оркестрації сервісів. Виконувати реінжиніринг прикладного інформаційного забезпечення IoT-екосистем з урахуванням вимог масштабованості, надійності та безпеки.

6. Методи навчання:

– методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності: словесні (пояснення, лекція, розповідь, бесіда, інструктаж), наочні (демонстрація, ілюстрування); практичні (лабораторні роботи, дослідні роботи, робота з офіційними сайтами розробників програмних та апаратних компонентів IoT);

– методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності: формування пізнавальних інтересів (створення ситуації інтересу й новизни навчального матеріалу, відповідей на запитання і опитування думок здобувачів вищої освіти);

– інноваційні та інтерактивні методи навчання: інтерактивні (дискусії, проектування професійних ситуацій, розроблення і презентація проєктів), інтерактивної візуалізації навчального матеріалу (стрічка подій), комп'ютерні, мультимедійні методи (використання мультимедійних презентацій, комп'ютерних навчальних програм);

– методи контролю і самоконтролю за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності: усного контролю (опитування, бесіда, доповідь), письмового контролю (самостійна робота), лабораторно-практичного контролю (навчально-контрольні комп'ютерні програми), самоконтролю (самостійний пошук помилок).

7. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Архітектури та еталонні моделі інтелектуальних IoT-екосистем.

Архітектура інтелектуальних IoT-екосистем. Поняття, склад і функції інтелектуальної IoT-екосистеми. Багаторівневі архітектури IoT: edge, fog і cloud. Потoki даних та сервісна і агентна декомпозиція IoT-екосистем. Еталонні моделі, показники надійності та масштабованості IoT-екосистем. Протоколи та подієво-орієнтована взаємодія в IoT-екосистемах. Подієво-орієнтована взаємодія та моделі обміну даними в IoT. Протокол MQTT та модель публікації/підписки. Застосування HTTP, CoAP і DDS в IoT-екосистемах. Оцінювання затримки, надійності та масштабованості обміну даними.

Тема 2. Семантична інтероперабельність і знання в IoT.

Семантична інтероперабельність і знання в IoT. Поняття семантичної інтероперабельності та цифрові профілі IoT-пристроїв. W3C Web of Things та опис пристроїв за допомогою Thing Description. Онтології SOSA/SSN для опису сенсорів, виконавчих пристроїв і спостережень. Графи знань, каталоги сервісів та семантична оркестрація в IoT.

Тема 3. Edge AI та TinyML для автономної аналітики.

Edge AI та TinyML в IoT. Концепції Edge AI та TinyML і локальний інференс у системах

IoT. Розгортання моделей ML на мікроконтролерах та одноплатних комп'ютерах. Методи стиснення моделей: квантизація, прунінг і дистиляція. Оцінювання точності, затримки, використання пам'яті та енергоспоживання моделей.

Тема 4. Мультиагентні IoT-системи.

Архітектури мультиагентних IoT-систем. Поняття агента та архітектури мультиагентних IoT-систем. Самоорганізація IoT-агентів і локальні правила їхньої взаємодії. Координація дій агентів у розподіленому середовищі. Розподілене прийняття рішень у мультиагентних IoT-системах. Колективний інтелект і консенсус у мультиагентних IoT-системах. Колективний інтелект і ройові підходи в IoT-системах. Алгоритми консенсусу в розподілених мережах IoT-агентів. Масштабованість мультиагентних систем і вплив кількості вузлів на їх роботу. Відмовостійкість та функціонування систем за наявності втрат пакетів і збійних вузлів.

Тема 5. Безпека, надійність та довіра в розподілених екосистемах IoT.

Безпека, надійність і довіра в IoT-екосистемах. Моделі загроз, ризиків і довіри в розподілених IoT-екосистемах. Концепція Zero Trust, автентифікація та авторизація IoT-пристроїв і сервісів. Віддалене засвідчення, безпечні OTA-оновлення та захист ланцюга постачання. Приватність даних і захист телеметрії в IoT-екосистемах.

Тема 6. Цифрові двійники, MLOps/EdgeOps та керування життєвим циклом.

Цифрові двійники та керування життєвим циклом IoT-рішень. Концепція цифрового двійника та синхронізація фізичних і цифрових об'єктів. Інтеграція цифрових двійників з подієвими потоками та процесами IoT/OT/IT. MLOps/EdgeOps, версіонування даних і моделей та CI/CD на edge-пристроях. Моніторинг якості даних, дрейфу моделей і керування життєвим циклом IoT-рішень.

Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин			
	Денна форма F6AC ICT дфд 2025			
	усього	у тому числі		
		л	лаб	с.р.
Тема 1. Архітектури та еталонні моделі інтелектуальних IoT-екосистем.	20	4	4	12
Тема 2. Семантична інтероперабельність і знання в IoT.	20	2	4	14
Тема 3. Edge AI та TinyML для автономної аналітики.	20	2	4	14
Тема 4. Мультиагентні IoT-системи.	20	4	4	12
Тема 5. Безпека, надійність та довіра в розподілених екосистемах IoT.	20	2	4	14
Тема 6. Цифрові двійники, MLOps/EdgeOps та керування життєвим циклом.	20	2	4	14
Усього годин	120	16	24	80

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Денна форма F6AC ICT дфд 2025
1.	Тема 1. Побудова фрагмента IoT-екосистеми на основі MQTT-брокера і Node-RED.	2
2.	Тема 2. Дослідження продуктивності та надійності обміну даними в IoT-екосистемі за різних режимів навантаження.	2
3.	Тема 3. Створення цифрового опису IoT-пристрою засобами WoT Thing Description та SOSA/SSN.	2

4.	Тема 4. Побудова графа знань для IoT-екосистеми та виконання семантичних запитів для пошуку й оркестрації сервісів.	2
5.	Тема 5. Розгортання моделі TinyML/Edge AI на edge-пристрої для оброблення сенсорних даних.	2
6.	Тема 6. Квантизація моделі FP32 до INT8 та оцінювання точності, затримки, використання пам'яті й енергоспоживання.	2
7.	Тема 7. Моделювання самоорганізації групи IoT-агентів на основі локальних правил та оцінювання масштабованості системи.	2
8.	Тема 8. Реалізація алгоритму консенсусу в мережі IoT-агентів та дослідження його стійкості до втрат пакетів і збійних вузлів.	2
9.	Тема 9. Моделювання загроз для IoT-підсистеми методом STRIDE/LINDDUN.	2
10.	Тема 10. Реалізація політик Zero Trust для IoT-шлюзу.	2
11.	Тема 11. Побудова спрощеного цифрового двійника IoT-підсистеми з синхронізацією телеметрії та контуром зворотного зв'язку.	2
12.	Тема 12. Побудова MLOps/EdgeOps-конвеєра.	2
	Разом	24

9. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Денна форма F6AC_ICT_дфд_2025
1	Тема 1. Архітектури та еталонні моделі інтелектуальних IoT-екосистем.	12
2	Тема 2. Семантична інтероперабельність і знання в IoT.	14
3	Тема 3. Edge AI та TinyML для автономної аналітики.	14
4	Тема 4. Мультиагентні IoT-системи.	12
5	Тема 5. Безпека, надійність та довіра в розподілених екосистемах IoT.	14
6	Тема 6. Цифрові двійники, MLOps/EdgeOps та керування життєвим циклом.	14
	Разом	80

10. Індивідуальні завдання

Індивідуальна робота здобувача вищої освіти направлена на закріплення теоретичного матеріалу та практичних навичок. Цей вид роботи реалізується шляхом виконання завдань самостійної роботи у позааудиторний час. Перевірка результатів індивідуальної роботи студентів викладачем відбувається до початку та під час екзаменаційної сесії.

11. Оцінювання результатів навчання

Результати навчання	Форми контролю результатів навчання
РН07. Проектувати та досліджувати цілісні системи Інтернету речей (в тому числі кінцеві пристрої, мережеві технології, хмарні платформи, реалізацію обміну та аналізу даних), проводити інтелектуальний аналіз цифрових масивів даних для вирішення конкретних практичних науково-прикладних задач.	Поточний контроль: - розв'язування тестів; - виконання лабораторних робіт; - звіт про виконання лабораторних робіт; - перевірка завдань самостійної роботи; Семестровий контроль: -екзамен

РН08. Розробляти програмне забезпечення інформаційних систем у відповідності з принципами сервіс-орієнтованої архітектури розподілених програмних систем, проводити реінжиніринг прикладного інформаційного забезпечення.	Поточний контроль: - розв'язування тестів; - виконання лабораторних робіт; - звіт про виконання лабораторних робіт; - перевірка завдань самостійної роботи; Семестровий контроль: -екзамен
---	--

Критерієм успішного навчання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним результатом навчання. Мінімальний пороговий рівень оцінки за кожним результатом навчання становить 60 % від максимально можливої кількості балів. Мінімальний пороговий рівень оцінки з освітнього компонента є єдиним в Університеті і не залежить від форм контролю і методів оцінювання результатів навчання.

**Схема нарахування балів з навчальної дисципліни
(Денна форма здобуття освіти F6AC_ICT_дфд_2025)**

Теми	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти				
	Виконання завдань самостійної роботи	Виконання лаб. робіт	Звіти про виконання лаб. робіт	Розв'язування тестів	Разом
Тема 1. Архітектури та еталонні моделі інтелектуальних IoT-екосистем.	1	6	2	0	9
Тема 2. Семантична інтероперабельність і знання в IoT.	1	6	2	0	9
Тема 3. Edge AI та TinyML для автономної аналітики.	1	6	2	13	22
Тема 4. Мультиагентні IoT-системи.	1	6	2	0	9
Тема 5. Безпека, надійність та довіра в розподілених екосистемах IoT.	1	6	2	0	9
Тема 6. Цифрові двійники, MLOps/EdgeOps та керування життєвим циклом.	1	6	2	13	22
Разом балів за видами робіт	6	36	12	26	80
Екзамен					20
Разом					100

**Шкала та критерії оцінювання
(Денна форма здобуття освіти F6AC_ICT_дфд_2025)**

Виконання лабораторних робіт

Кількість балів	Критерії оцінювання
3 бали (максимальна)	Досягнення мети лабораторної роботи у повному обсязі запланованих результатів навчання та захист отриманих результатів у вигляді співбесіди за наявності електронного звіту з роботи.
2 бали	Досягнення мети лабораторної роботи і виконання завдань на достатньому рівні, повне відтворення (розуміння) зразків вправ та виконання дослідницької частини із незначними неточностями, здатність пояснити результати, наявність електронного варіанту звіту.

1 бал	Здобувач демонструє мінімальний рівень досягнення запланованої частини результату навчання при виконанні практичних завдань лабораторної роботи.
0 балів (мінімальна)	Робота не виконана або завершена менше, ніж на 50%, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та досягнення програмних результатів.

Звіти про виконання лабораторних робіт

Кількість балів	Критерії оцінювання
1 бал (максимальна)	Звіт оформлено в електронному вигляді, структура і зміст відповідають поставленим завданням, відповіді на контрольні питання є стислими та вичерпними.
0 балів (мінімальна)	Здобувач не оформив звіт про виконання лабораторної роботи, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та досягнення програмних результатів.

Виконання завдань самостійної роботи

Кількість балів	Критерії оцінювання
1 бал (максимальна)	Здобувач представив результат виконання самостійної роботи з кожної теми в електронному вигляді або рукописний (конспект), в якому відображені письмові завдання самостійної роботи (відповідь на проблемне питання, ключові слова до теми, відповідь на контрольне запитання або інші).
0 балів (мінімальна)	Здобувач не виконав самостійної роботи або ж при оцінюванні не виявлено достатнє володіння теоретичними положеннями теми, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та досягнення програмних результатів. Рекомендовано повторно опрацювати тему.

Розв'язування тестів

Кількість балів	Критерії оцінювання
Розв'язування тестів (до 26 питань): 13 балів (максимальна)	більше 92 % правильних відповідей
12 балів	більше 85 % правильних відповідей
11 балів	більше 78 % правильних відповідей
10 балів	більше 71 % правильних відповідей
9 балів	більше 64 % правильних відповідей
8 балів	більше 57 % правильних відповідей
7 балів	більше 50 % правильних відповідей
6 балів	більше 42 % правильних відповідей
5 балів	більше 35 % правильних відповідей
4 бали	більше 28 % правильних відповідей
3 бали	більше 21 % правильних відповідей
2 бали	більше 14 % правильних відповідей
1 бал	більше 7 % правильних відповідей
0 балів (мінімальна)	0-7 % правильних відповідей, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та досягнення програмних результатів

Шкала та критерії оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти на екзамені

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
Відповіді на теоретичні питання у вигляді тестів (відсоток правильних відповідей розраховується в програмі тестування автоматично): 20 балів (максимум) 0 балів (мінімум)	0	правильних відповідей немає, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів
	1	більше 4 % правильних відповідей
	2	більше 9 % правильних відповідей
	3	більше 14 % правильних відповідей
	4	більше 19 % правильних відповідей
	5	більше 23 % правильних відповідей
	6	більше 28 % правильних відповідей
	7	більше 33 % правильних відповідей
	8	більше 38 % правильних відповідей
	9	більше 42 % правильних відповідей
	10	більше 47 % правильних відповідей
	11	більше 52 % правильних відповідей
	12	більше 57 % правильних відповідей
	13	більше 61 % правильних відповідей
	14	більше 66 % правильних відповідей
	15	більше 71 % правильних відповідей
	16	більше 76 % правильних відповідей
	17	більше 80 % правильних відповідей
	18	більше 85 % правильних відповідей
	19	більше 90 % правильних відповідей
	20	більше 95 % правильних відповідей

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна (за потреби)

Засоби навчання: ПК, MS Windows, MS Office 365 або Libre Office, Google Docs, Internet-браузери, мультимедійне забезпечення (проектор), проекційний екран, інтерактивна дошка, дошка аудиторна, мережа Wi-Fi, презентації, ел. бібліотека ПДАУ (<https://lib.pdaa.edu.ua>), ел. репозитарій ПДАУ (<http://dSPACE.pdaa.edu.ua:8080>); Notepad++, Wokwi Arduino Simulator, Arduino IDE, Node-RED, ChatGPT, .

Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, необхідне для навчальної дисципліни, забезпечують: навчально-дослідна лабораторія «Інтелектуальних безпілотних систем» 202, навчально-наукова лабораторія «Web-технологій та хмарних обчислень» 203, навчально-наукова лабораторія «Імітаційного моделювання та реінжинірингу бізнес-процесів» 213 і навчально-дослідна лабораторія «Інтелектуальних систем, комп'ютерних мереж та Інтернет речей» 205.

13. Політика навчальної дисципліни

Політика навчальної дисципліни визначається системою вимог, які викладач висуває до здобувача вищої освіти при вивченні дисципліни та ґрунтується на засадах справедливого об'єктивного оцінювання роботи кожного студента і дотримання академічної доброчесності.

Вимоги можуть стосуватися:

1. Термінів виконання та перескладання:

– обов'язковість виконання завдань лабораторних робіт, самостійної роботи і захист результатів у відведений термін;

– за активну участь у науковій роботі за тематикою кафедри, дисципліни, участь у творчих конкурсах і т. ін. можуть нараховуватися додаткові бали;

– обов'язковість виконання завдань лабораторних робіт, самостійної роботи і захист результатів у відведений термін (за несвоєчасне подання звітів про виконання лабораторної роботи без поважних причин оцінка може бути знижена на 10 %).

2. Академічної доброчесності:

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись Кодексу академічної доброчесності та Кодексу про етику викладача та здобувача вищої освіти Полтавського державного аграрного університету. Дотримання академічної доброчесності здобувачами вищої освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

При виявленні академічного плагіату під час виконання запланованих видів робіт такі роботи не зараховуються та повертаються на доопрацювання зі зниженням загальної оцінки мінімум на 20 %.

3. Використання інструментів штучного інтелекту (ШІ):

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись Правил використання систем штучного інтелекту в освітньому процесі Полтавського державного аграрного університету.

Здобувач несе повну академічну відповідальність за зміст поданої роботи незалежно від ступеня використання ШІ під час її підготовки. Він зобов'язаний здійснювати критичну перевірку контенту, підготовленого з використанням ШІ та відповідає використанню інформації, що згенерована ШІ-системами. Здобувачу забороняється: подавати ШІ-згенерований текст як власний без розкриття факту його використання незалежно від обсягу такого тексту; генерувати за допомогою ШІ дані, результати спостережень і розрахунків, а також результати лабораторних робіт та подавати їх як реально отримані; використовувати ШІ-системи, пов'язані із державо-агресором, незалежно від режиму, встановленого викладачем.

Використання ШІ не може бути підставою для зниження вимог до якості та самостійності виконання роботи.

4. Відвідування занять:

обов'язковість відвідування занять (неприпустимість пропусків без поважних причин, запізнь і т. ін.).

5. Зарахування результатів неформальної/інформальної освіти:

Врахування результатів навчання, отриманих під час неформальної/інформальної освіти та зарахування результатів відбувається згідно Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих у неформальній та інформальній освіті здобувачами вищої освіти Полтавського державного аграрного університету.

6. Оскарження результатів оцінювання:

Порядок оскарження результатів оцінювання здійснюється згідно процедур, затверджених у Положенні про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти в Полтавському державному аграрному університеті.

14. Рекомендовані джерела інформації

Основні:

1. Макаренко В.В. Вступ до Інтернету речей: навч. посіб. Макаренко В.В. Вступ до Інтернету речей. Комп'ютерний практикум: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 536 с.
2. McCarthy M., Burd B., Pollock I. Concise Guide to the Internet of Things: A Hands-On Introduction to Technologies, Procedures, and Architectures. Springer, 2025. 354 p. DOI<https://doi.org/10.1007/978-3-031-57342-2>. ISSN1863-7310. E-ISSN 2197-1781.
3. Лагун І.І., Яцуг Ю.В. Супервізорні системи керування та збору даних. Навч. посібн. Львів:

ФОП Марченко Т.В., 2026. 223 с.

4. Заріцький О.В., Хлевний А.О. Методи та засоби інтелектуального аналізу даних. Навч. посібн. Львів: ПП «Магнолія 2006», 2026. 204 с.
5. Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В. Моделі баз даних та знань. Підручн. (2-ге вид., випр. і допов.). Львів: ПП «Магнолія 2006», 2026. 518 с.

Допоміжні

6. Макаренко В.В. Вступ до Інтернету речей. Комп'ютерний практикум: навч. посіб. Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2025. 300 с.
7. Бочкарьов О.Ю. Технології віртуалізації в ОС Linux. Навч. посібн. Львів: ФОП Марченко Т.В., 2026. 219 с.
8. Slyusar V., Sliusar I. Leveraging pre-trained neural networks for image classification in audio signal analysis for mobile applications of home automation. Research Tendencies and Prospect Domains for AI Development and Implementation. River Publishers, 2024, pp. 109–128.
9. Slyusar V. Perspectives of AI Applications for Improving Learning and Teaching Processes. AI in Education Systems: Successful Cases and Perspectives. River Publishers, 2025, pp. 125–162.
10. The MagPi is the official Raspberry Pi magazine. The Official Raspberry Pi Handbook 2025. Raspberry Pi Press, 2024. 200 p.
11. Засорнов О.С., Засорнова І.О. Програмування мікроконтролерних та робототехнічних систем: навч. посіб. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2023. 280 с.
12. Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В. Технології баз даних та знань. Підручн. (2-ге вид., випр. і допов.). Львів: ПП «Магнолія 2006», 2026. 643 с.
13. Пасічник В.В., Верес О.М. Системи баз даних та знань. Кн. 1. Підручн. Затверджено МОН України. Львів: ПП «Магнолія 2006», 2026. 668 с.
14. Slyusar V., Sliusar I., Sheleg S. The Matrix Pixelated Printed Antennas. Book Chapter Signals and Communication Technology. Springer Science and Business Media, 2025, Part F626, pp. 119–138.

Інформаційні ресурси

15. Web of Things (WoT) Architecture 1.1. W3C Recommendation. URL: <https://www.w3.org/TR/wot-architecture11>.
16. Node-RED. URL: <https://nodered.org/docs/platforms/windows>.
17. Wokwi. URL: <https://wokwi.com>.
18. Arduino IDE. URL: <https://www.arduino.cc/en/software>.
19. Prometheus: каталог курсів. URL: <https://prometheus.org.ua/courses-catalog/it>.
20. Coursera. URL: <https://www.coursera.org>.