МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій

Затверджено
На засіданні кафедри радіофізики та комп'ютерних технологій
факультету електроніки та комп'ютерних технологій
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № 15/23 від 29.08 2023 р.)

Завідувач кафедри:
_____ Іван КАРБОВНИК

Силабус з навчальної дисципліни "Хмарні технології для IoT та Вбудованих систем", що викладається в межах ОПП "Комп'ютерні науки" першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 122 – Комп'ютерні науки

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Хмарні технології для IoT та вбудованих систем
Адреса викладання дисципліни	Корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Драгоманова 50, м. Львів, 79005, вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів, 79011
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій Кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – Інформаційні технології 122 – Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Ростислав Ігорович Романишин, доцент кафедри радіофізики та комп'ютерних технологій, кандидат технічних наук;
Контактна інформація викладачів	rostyslav.romanyshyn@lnu.edu.ua https://electronics.lnu.edu.ua/employee/romanyshyn-r-i/
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації онлайн в Teams та офлайн у день проведення лекцій чи лабораторних за попередньою домовленістю: rostyslav.romanyshyn@lnu.edu.ua вул. Ген. Тарнавського 107, Львів
Сторінка курсу	
Інформація про дисципліну	Дисципліна "Хмарні технології для IoT та вбудованих систем" є вибірковою дисципліною з спеціальності 122 – Комп'ютерні науки для освітньої програми "Комп'ютерні науки", яка викладається в 8-му семестрі в обсязі 5-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс "Хмарні технології для Інтернету речей (IoT) та вбудованих систем" в контексті Microsoft Azure розглядає важливий протокол для Інтернету речей - MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). Студенти отримають глибоке розуміння та навички використання MQTT для ефективного обміну даними між IoT-пристроями та хмарними сервісами в Azure. MQTT надає легкий та швидкий спосіб для передачі повідомлень у розподіленій мережі, і його використання в контексті Інтернету речей дозволяє оптимізувати передачу даних, зменшуючи навантаження на мережу та забезпечуючи ефективну комунікацію між пристроями та ресурсами в Azure. Курс включає практичні вправи та завдання, що сприяють засвоєнню концепцій та навичок використання MQTT у веб-розробці та розгортанні IoT-проектів.
Мета та цілі дисципліни	*Мета:* вдосконаленні розуміння студентами сучасних технологій, які лежать в основі Інтернету речей та вбудованих систем, і їх ефективного використання в контексті хмарних сервісів, зокрема Microsoft Azure. *Цілі:* 1. Навчання принципів інтеграції IoT-пристроїв з хмарними платформами для забезпечення безпеки, масштабованості та ефективної обробки даних.

	2. Розгортання та управління вбудованими системами, що використовують хмарні сервіси для оптимізації функціоналу та забезпечення високої продуктивності. 3. Засвоєння практичних навичок роботи з ключовими хмарними сервісами, такими як Azure IoT Hub, для забезпечення ефективного обміну даними та взаємодії з IoT-пристроями. 4. Розвиток умінь використовувати та адаптувати хмарні технології в контексті розробки IoT-проектів та вбудованих систем. 5. Підготовка студентів до викликів та можливостей, що виникають у сфері розробки та використання Інтернету речей та вбудованих систем у сучасному інформаційному середовищ
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Maciej Kranz. "Building the Internet of Things" (Перше видання). Cisco Press, 2016, 368 сторінок. 2. Joseph D. Gradecki. "MQTT Essentials - A Lightweight IoT Protocol" (Перше видання). Packt Publishing, 2016, 224 сторінки 3. Steve Sinclair, Martin G. Kienzle. "Building the Internet of Things: Implement New Business Models, Disrupt Competitors, Transform Your Industry" (Перше видання). Wiley, 2016, 400 сторінок. 4. Shancang Li, Li Da Xu, Liming Chen. "Machine Learning for Future Internet of Things" (Перше видання). Springer, 2016, 340 сторінок. 5. Raj Kamal. "Internet of Things: Concepts and Design Principles" (Перше видання). McGraw-Hill Education, 2019, 416 сторінок 6. Samuel Greengard. "The Internet of Things (MIT Press Essential Knowledge Series)" (Перше видання). The MIT Press, 2015, 224 сторінки. 7. Vedat Ozan Oner. ” Developing IoT Projects with ESP32: Unlock the full Potential of ESP32 in IoT development to create production-grade smart devices, Second Edition”, Packt, **2023**, 578 сторінок 8. Tim O'Reilly. "MQTT Essentials - A Lightweight IoT Protocol" (Друге видання). O'Reilly Media, 2017, 262 сторінки. 9. Adrian McEwen, Hakim Cassimally. "Designing the Internet of Things" (Перше видання). Wiley, 2014, 336 сторінок. 10. Charith Perera, Arkady Zaslavsky, Dimitrios Georgakopoulos. "Sensing as a Service: A Contemporary Overview of Concepts and Architectures" (Перше видання). Elsevier, 2018, 326 сторінок. 11. Antonio Skarmeta, Iván S. Salcedo, Qi Wang. "The Internet of Things: 20th Tyrrhenian Workshop on Digital Communications" (Перше видання). Springer, 2020, 235 сторінок. 12. Alok Jain, Anupam Joshi. "IoT and Edge Computing Paradigms: Algorithms, Frameworks, and Integration" (Перше видання). CRC Press, 2021, 336 сторінок. 13. George Mastorakis, Constandinos X. Mavromoustakis, Evangelos Pallis. "Big Data Analytics in the Era of IoT" (Перше видання). Springer, 2019, 388 сторінок. 14. Arshdeep Bahga, Vijay Madisetti. "Cloud Computing for Internet of Things: A Hands-On Guide" (Перше видання). VPT, 2017, 454 сторінки. 15. Olivier Hersent, David Boswarthick, Omar Elloumi. "The Internet of Things: Key Applications and Protocols" (Третє видання). Wiley,

	2012, 448 сторінок. 16. Simson Garfinkel, Gene Spafford, Alan Schwartz. "Practical UNIX and Internet Security" (Третє видання). Видавництво O'Reilly Media, 2003, 988 сторінок.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 150 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекційних та 32 годин лабораторних робіт. Самостійної роботи: 86 год.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення даного курсу студент буде: **знати**: основні концепції та принципи Інтернету речей; різноманітні хмарні платформи, їхні можливості та особливості; протоколи, такі як MQTT, CoAP, HTTP, та їх використання для забезпечення взаємодії в IoT-системах, методи забезпечення безпеки та конфіденційності в IoT-проектах; останніми тенденціями та розробками в сфері Інтернету речей. **вміти**: працювати з хмарними сервісами, такими як Azure IoT Hub, AWS IoT, Google Cloud IoT; розробляти та програмувати вбудовані системи для IoT-приладів; виявляти та усувати проблеми з продуктивністю в IoT-системах; ефективно використовувати хмарні ресурси для забезпечення масштабованості та доступності IoT-рішень; застосовувати набуті знання та навички в реальних IoT-проектах
Ключові слова	інтернет речей (IoT), хмарні технології, вбудовані системи, Azure IoT Hub, MQTT, безпека в IoT -системах, протоколи комунікації в IoT, Lora, LoraWan, розробка IoT -проектів, масштабування та доступність, аналіз даних в IoT.
Формат курсу	Очний
Теми	Див. **Схема курсу**
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення даного курсу студентам потрібні базові знання з курсів: - вища математика; - дискретна математика; - основи програмування; - алгоритми і структури даних; - об’єктно-орієнтоване програмування.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Інформаційні методи (лекції, презентації, лабораторні роботи, написання рефератів, виконання індивідуальних завдань, робота у групі, командна робота, обговорення, консультації для поглибленого розуміння тем, бесіда, ілюстрація, демонстрація), дедуктивні методи на основі узагальнень, евристичні методи (проблемна лекція), інтерактивні методи (дискусія).
Необхідне обладнання	Для проведення лекційних занять: • монітор TFT 23"; • системний блок (процесор Intel i5-6500, 8GB оперативної пам’яті, HDD 256GB) ; • мультимедійне обладнання (проектор, проекційний екран, дошка

	настінна, звуковий підсилювач та аудіосистема); • комутатор мережевий для доступу до мережі Internet. Для проведення лабораторних занять: • модуль контролера на базі LoRa модему SX1276 і WI-FI мікроконтролера ESP32 з OLED дисплеєм • давачі температури/вологості • комп'ютер або ноутбук у кожного учасника • резистори, конденсатори, дроти для підключення та розробки пристроїв • осцилоскоп та вимірювальні прилади • The Things Indoor Gateway • комп'ютерна лабораторія з 12-14 робочими місцями; • мультимедійне обладнання (проектор, проекційний екран, дошка настінна, звуковий підсилювач та аудіосистема); • комутатор мережевий для доступу до мережі Internet. Необхідне програмне забезпечення: • Arduino IDE (версія 1.8.16) - для програмування мікроконтролерів та розробки вбудованих систем. • PlatformIO (версія 5.2.0) - розширене середовище розробки для вбудованих систем, сумісне з Arduino та іншими платформами. • VS Code (Visual Studio Code) (версія 1.64.2) - зручний текстовий редактор, який може використовуватися для програмування та роботи з різними мовами. • Mosquitto (версія 2.0.12) - брокер MQTT для реалізації комунікації в Інтернеті речей. • Wireshark (версія 3.6.3) - аналіз мережевого трафіку, може бути корисним для розуміння протоколів в Інтернеті речей. • Postman (версія 9.10.0) - тестування та документування API, що може бути корисним для роботи з хмарними сервісами. • QEMU (Quick Emulator) (версія 6.1.0) - емуляція апаратних платформ для вивчення та тестування коду вбудованих систем. • Jupyter Notebook (версія 7.32.1) - для створення та демонстрації ноутбуків з кодом, що може полегшити вивчення та розуміння концепцій. • Docker (версія 20.10.12) - контейнеризація програм та середовищ для полегшення розгортання та тестування. • Grafana та InfluxDB (версії 8.3.2 та 2.1.2) - для візуалізації та збереження даних з Інтернету речей.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: • Змістовий модуль 1: до 25 балів за виконання модульного завдання – написання есе за обраною тематикою з переліку. • Змістовий модуль 2: до 25 балів за виконання модульного завдання – написання есе за обраною тематикою з переліку. • Виконання лабораторних робіт: до 50 балів. Підсумкова максимальна кількість балів 100.

	Змістовий модуль – самостійна робота студента оформлена у вигляді есе – робота друкованим текстом, рекомендованим обсягом до 10 сторінок (шрифт Times New Roman, 14). Есе включає в себе детальний розгляд обраної індивідуальної теми, приведення прикладів та лістингів коду програм, огляду технологій, літератури. Код програм повинен бути обов'язково прокоментований та пояснений, необхідно також продемонструвати його роботу у разі, якщо в якості прикладу наводяться не окремі елементи технології, а суцільна програма. Есе також повинно містити посилання на літературні джерела/інтернет ресурси, що були використані під час його написання. Фінальна версія есе здається студентом у електронному форматі .pdf викладачу для оцінки. Теми для змістових модулів див. у розділі **Питання до модульного контролю.** **Академічна доброчесність:** Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні завдань є підставою для її незарахуванння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом. **Література.** Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих. **Політика виставлення балів.** Враховуються бали, набрані при поточному контролі та бали за виконання лабораторних робіт. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. **Оцінювання лабораторних робіт** (5 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 50) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення лабораторної роботи та захисту звіту по виконаній лабораторній роботі в аудиторії (0-10 балів за одну роботу) Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням: 10 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання; 9, 8, 7 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання (або з несуттєвими недоліками); 6, 5, 4 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та

	написаний ним код програми, вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує неточно, або з помірними недоліками; 3, 2 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми функціонує з суттєвими недоліками; 1 - студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, код програми не функціонує належним чином; 0 - студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі. **Оцінювання змістових модулів** (2 змістових модулі, 25 балів за кожний) — за результатами написаних студентом есе, тестів, програм, тощо. Бали оцінювання змістових модулів нараховуються за наступним співвідношенням: 25-20 - розглянута тема відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, містить аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом. Наведені приклади коду повністю робочі та відповідають темі. Можуть бути присутні несуттєві помилки та невідповідності; 20-15 - відтворюється значна частина розглянутої теми. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни, проте присутні неточності та/або невідповідності основній темі. Наведені приклади коду частково робочі, проте в загальному відповідають темі; 15-10 - відстежується загальне розуміння розглянутої теми. Виявлені множинні неточності та невідповідності, пояснення наведеного коду відсутні, код функціонує із значними неточностями (або відсутні приклади запуску коду на виконання взагалі); 10-5 – студент погано розуміє розглянуту тему. Виявлені суттєві неточності та невідповідності. Наведені приклади коду з суттєвими недоліками, або не відповідають темі; 5 – 0 – студент взагалі не розуміє розглянуту тему. Тему не розкрито, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи. Наведений код не робочий, або відсутній як такий. **Критерії оцінювання результатів неформальної освіти:** Нарахування балів відбувається за написання студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, участь у діяльності наукових гуртків, участь у наукових семінарах та круглих столах, конкурсах, участь у заходах неформальної освіти за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах на провідних ІТ компаніях за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.
Питання до модульного контролю	**Орієнтовні теми змістових модулів:** 1. Огляд принципів та парадигм IoT. 2. Роль хмарних технологій у розвитку IoT. 3. Розгляд архітектурних концепцій Хмар та IoT. 4. Застосування хмарних сервісів у реальних IoT-проектах. 5. Практичні аспекти програмування мікроконтролерів для використання в IoT.

	6. Інтеграція IoT-пристроїв із сервісами хмарних платформ. 7. Огляд бездротових комунікаційних технологій для IoT. 8. Забезпечення стійкості та безпеки мереж в IoT. 9. Роль датчиків у зборі даних для IoT-систем. 10. Використання актуаторів для реалізації зворотного зв'язку в IoT. 11. Способи інтеграції IoT-пристроїв із хмарними платформами. 12. Розробка хмарних додатків для моніторингу та керування IoT-проектами. 13. Визначення загроз та заходи забезпечення безпеки в IoT. 14. Практичні прийоми захисту IoT-систем від кібератак 15. Впровадження засобів віддаленого моніторингу та управління в IoT-проектах. 16. Розробка інтерактивних інтерфейсів для взаємодії з IoT-пристроями. 17. Огляд концепцій великих даних у контексті IoT. 18. Застосування аналітичних інструментів для виняткових висновків з IoT-даних. 19. Застосування методів машинного навчання для аналізу та передбачення в IoT. 20. Розробка моделей машинного навчання для вирішення завдань IoT-проектів. 21. Оптимізація енергоспоживання в IoT-пристроях та мережах. 22. Використання апаратних рішень для забезпечення енергоефективності IoT. 23. Вибір та використання хмарних сховищ для зберігання IoT-даних. 24. Забезпечення безпеки та конфіденційності при зберіганні даних в хмарі. 25. Використання інструментів візуалізації для аналізу та моніторингу IoT-даних. 26. Розробка власних візуалізацій для виведення результатів IoT-проектів. 27. Огляд технологій інтеграції IoT з іншими хмарними сервісами. 28. Впровадження інтероперабельності між різними хмарними платформами. 29. Роль та переваги використання стандартів у розвитку IoT. 30. Вивчення популярних протоколів для забезпечення стандартизації в IoT. 31. Реалізація власного IoT-проекту з використанням отриманих знань. 32. Захист, демонстрація та оцінка проекту як завершальний етап курсу.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу “ Хмарні технології для IoT та вбудованих систем ”
для студентів спеціальності 122 – Комп'ютерні науки

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття) **лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література. * Ресурси в інтернеті	Завдання, год	Термін виконання
1	**Вступ в Інтернет речей (IoT).** Ознайомлення з IoT (визначення та основні концепції, роль IoT в різних галузях), історія та розвиток (етапи розвитку IoT, вплив технологічних інновацій на розвиток), архітектура IoT (огляд загальної архітектури, роль хмарних технологій у структурі IoT), виклики та перспективи (актуальні виклики у впровадженні IoT, перспективи розвитку технології).	Лекція	[1] Сайт курсу –	2	кінець поточного тижня
1	Вступне заняття. Техніка безпеки, перевірка обладнання та налаштування програмного забезпечення. Послідовна версія програм.	Лабораторна робота		2	кінець поточного тижня
2	**Технології збору та передачі даних в IoT** Ознайомлення з протоколами збору та передачі даних Протокол MQTT CoAP - протокол для обміну даними у обмежених мережах Використання хмарних сервісів для збору та передачі даних в IoT Виклики та перспективи в області технологій збору та передачі даних в IoT	Лекція	[2] Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
2	Лаб.1. Ознайомлення з мікроконтролером ESP-32. Робота з WiFi	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
3	**Збір та обробка даних в Інтернеті речей (IoT).** Введення в збір та обробку даних в IoT. Сенсори та актуатори в IoT. Методи збору та обробки даних на пристроях IoT. Аналіз та візуалізація даних в Інтернеті речей. Використання хмарних сервісів для збору та обробки даних.	Лекція	[3] Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
3	Лаб.2. Комунікація по MQTT – частина 1 - налаштування	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
4	**Забезпечення безпеки в Інтернеті речей (IoT)** Основи безпеки в IoT. Протоколи шифрування та ідентифікації в IoT. Відповідальність та етика в галузі	Лекція	[4], Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня

	безпеки IoT. Заходи забезпечення безпеки в хмарних сервісах IoT.				
4	Лаб.3. Комунікація по MQTT – частина 1 – моніторинг та керування	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
5	**Використання хмарних сервісів в Інтернеті речей (IoT)** Характеристики та переваги використання хмарних сервісів в IoT. Спільні хмарні платформи для розробки IoT-застосунків. Інтеграція хмарних сервісів з пристроями та додатками IoT. Аспекти безпеки та конфіденційності при використанні хмарних сервісів в IoT.	Лекція	[5], Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
5	Лаб.4.Azure IoT Hub - ознайомлення.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
6	**Використання хмарних сервісів в Інтернеті речей (IoT)** Введення в архітектуру та функції хмарних сервісів IoT Hub в Azure. Налаштування та керування пристроями IoT в хмарі. Використання хмарних сервісів для збору та обробки даних з пристроїв IoT.	Лекція	[6], Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
6	Лаб.5.Azure IoT Hub – підключення пристрою.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
7	**MQTT та його роль в Інтернеті речей (IoT)** Введення в MQTT та його роль в Інтернеті речей. Архітектура та принципи роботи протоколу MQTT. Використання MQTT для забезпечення комунікації між пристроями та хмарними сервісами. Реальні випадки використання MQTT в IoT.	Лекція	[7], Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
7	Лаб.6.Azure IoT Hub – збір даних та керування.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
8	**Інтеграція та взаємодія пристроїв в Інтернеті речей (IoT)** Комунікаційні режими з блокуванням та без блокування.	Лекція	[8], Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
8	Лаб.6.Azure IoT Hub – збір даних та керування.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
9	**Програмування та розробка додатків для Інтернету речей (IoT)** Мови програмування та інструменти для розробки додатків в IoT. Особливості програмування для обмежених пристроїв. Розробка хмарних додатків для взаємодії з пристроями IoT. Використання API та SDK для	Лекція	[9], Сайт курсу -	2	Кінець поточного тижня

	розробки додатків в Інтернеті речей.				
9	Підсумкове заняття ЗМ 1	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
10	**Оптимізація та ефективність в Інтернеті речей (IoT)** Оптимізація ресурсів на пристроях IoT. Ефективність передачі та обробки даних в мережах IoT. Стратегії енергозбереження та продовження терміну служби батареї. Виклики та рішення щодо оптимізації пристроїв та мереж в IoT.	Лекція	[10], Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
10	Лаб.7. Комунікація по Lora.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
11	**Використання штучного інтелекту в Інтернеті речей (IoT)** Застосування штучного інтелекту в обробці даних IoT. Методи та алгоритми машинного навчання в Інтернеті речей. Використання аналізу даних та інтелектуальних агентів для оптимізації діяльності пристроїв IoT. Етичні аспекти та виклики використання штучного інтелекту в IoT.	Лекція	[11], Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
11	Лаб.8. LoraWAN - ознайомлення	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
12	**Аналіз та оптимізація даних в Інтернеті речей (IoT)** Збір та обробка великих обсягів даних в IoT. Використання аналітики для отримання інсайтів з даних IoT. Технології та методи аналізу великих даних в Інтернеті речей. Оптимізація та підвищення ефективності аналізу даних в IoT.	Лекція	[12], Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
12	Лаб.9. Налаштування пристрою в LoraWAN	Лабораторна робота	Сайт курсу - https://moodle.elct.lnu.edu.ua/course/view.php?id=189	2	кінець поточного тижня
13	**Хмарні сервіси для Інтернету речей (IoT) в Azure** Огляд хмарних сервісів Azure для розробки та підтримки IoT-застосунків. Використання Azure IoT Hub для забезпечення з'єднання та обміну даними з пристроями. Робота з хмарними сервісами Azure для аналізу та візуалізації даних IoT. Використання Azure Functions та Logic Apps для автоматизації реакції на події в IoT	Лекція	[13], Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
13	Лаб.10. Збір даних та автоматизація в LoraWAN.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня

14	**Протокол LoRa та LoRaWAN в Інтернеті речей (IoT)** Огляд та принцип роботи протоколу LoRa. Використання технології LoRa для дальнодійних зв'язків в IoT. Введення в протокол LoRaWAN для мережі великого радіусу дії. Приклади застосування та проекти, що використовують LoRa та LoRaWAN.	Лекція	[14], Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
14	Лаб.10. Збір даних та автоматизація в LoraWAN.	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
15	**Захист особистої інформації та приватності в Інтернеті речей (IoT)** Ризики та виклики пов'язані з обробкою особистої інформації в Інтернеті речей. Сучасні методи захисту особистих даних в пристроях IoT. Правові аспекти та регулювання збереження та використання особистої інформації в IoT. Ініціативи та стандарти забезпечення приватності в Інтернеті речей.	Лекція	[15], Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
15	Лаб.11. Інтеграція LoraWAN в платформи IoT	Лабораторна робота	Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
16	**Перспективи та майбутнє Інтернету речей (IoT)** Тенденції та інновації в розвитку Інтернету речей. Вплив новітніх технологій, таких як штучний інтелект та квантові обчислення, на розвиток IoT. Роль IoT в концепції "розумного міста" та інших сучасних технологічних екосистемах. Перспективи розвитку та можливості для фахівців в області Інтернету речей.	Лекція	[9], Сайт курсу -	2	кінець поточного тижня
16	Підсумкове заняття ЗМ 2	Лабораторна робота		2	кінець поточного тижня