

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 29.02 2023 р.)

Завідувач кафедри:


Іван КАРБОВНИК

Силабус з навчальної дисципліни
“Концепції побудови IoT рішень”,
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 | Концепція побудови IoT рішень |
| 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 | Карбовник І.Д., доктор фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри радіофізики та комп'ютерних технологій |
| Контактна інформація викладачів | ivan.karbovnyk@lnu.edu.ua , https://electronics.lnu.edu.ua/employee/karbovnyk-i-d |
| Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються | Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю): ауд. 324, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, вул. Тарнавського 107, м. Львів Також можливі он-лайн консультації через MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача. |
| Сторінка курсу | https://teams.microsoft.com/l/team/19%3AqA9zje6MtNhoYY81uvmjCOUOE-3aR517ZFQnAAI5311%40thread.tacv2/conversations?groupId=46e9962d-9c5b-48f2-a075-651022678e9e&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf |
| Інформація про дисципліну | Дисципліна “Концепція побудови IoT рішень” є вибірковою навчальною дисципліною з спеціальності 122 – Комп'ютерні науки для освітньої програми “Комп'ютерні науки”, яка викладається у 6-му семестрі в обсязі 5-ти кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). |
| Коротка анотація дисципліни | Дисципліна надає основоположні знання про можливості збору даних з сенсорів, аналізу цих даних в системах IoT (класифікація, алгоритми підтримки прийняття рішень), контроль споживання енергії модулями сенсорів, комунікацію в системах IoT та проектування і реалізація IoT систем у цілому. |
| Мета та цілі дисципліни | <i>Мета:</i> висвітлити для студентів можливості диджиталізації фізичних явищ, аналізу даних сенсорів для прийняття рішень та ознайомити їх з принципами, які лежать в основі систем Інтернету речей, а також підходами до реалізації таких систем. <i>Цілі:</i> Надання студентам розуміння технологій, на яких базується IoT, включаючи архітектуру систем, протоколи зв'язку та стандарти обміну повідомленнями та безпеки. |
| Література для вивчення дисципліни | Основна література 1. Технології інтернету речей. Навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізація «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» / Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 12,5Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря |

| | |
|--------------------------------------|---|
| | <p>Сікорського, 2021. – 271 с. https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/dcd9e1aa-8bcc-4e76-b1e0-ed133bf616b2/content</p> <p>2. Пулеко І. В. Єфіменко А. А. Архітектура та технології Інтернету речей: навч. посіб. / І.В. Пулеко, А.А. Єфіменко. – Електронні дані. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. – 234 с.</p> <p>3. Internet of Things in Modern Computing. Theory and Applications / Ed. by V. Chowdary, A. Sharma, N. Kumar, V. Kaundal. – Taylor & Francis, 2023. – 239 p.</p> <p>4. Arora S. Design of Secure IoT Systems: A Practical Approach Across Industries / S. Arora. – McGraw-Hill, 2021. – 224 p.</p> <p style="text-align: center;">Допоміжна література</p> <p>5. Kurniawan A. Internet of Things Projects with ESP32: Build exciting and powerful IoT projects using the all-new Espressif ESP32 / A. Kurniawan. – Packt Publishing, 2019. – 239 p.</p> |
| 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: як компонується та функціонують сучасні системи Інтернету речей, включаючи архітектурні патерни, стандарти і протоколи, які використовуються в IoT рішеннях; вміти: розробляти комплексні IoT-рішення, починаючи від вибору сенсорів та написання програмного забезпечення для вбудованих пристроїв до створення масштабованих рішень із задіяванням IoT платформ. |
| Ключові слова | Інтернет речей, протоколи зв'язку, розумні рішення, хмарні платформи |
| Формат курсу | Очний |
| Теми | <p>Тема 1. Вступ до Інтернету речей.</p> <p>Тема 2. Складові IoT системи.</p> <p>Тема 3. Комунікаційні інтерфейси IoT систем – апаратний рівень.</p> <p>Тема 4. Комунікаційні протоколи IoT систем – програмний рівень.</p> <p>Тема 5 Побудова архітектури IoT системи.</p> <p>Тема 6. Дизайн апаратної частини IoT рішення.</p> <p>Тема 7. Технологія BLE в контексті Інтернету речей.</p> <p>Тема 8. Огляд платформ Інтернету речей – middleware.</p> <p>Тема 9. Платформа IoT Connect.</p> <p>Тема 10. Безпека IoT рішень.</p> <p>Тема 11. Менеджмент та аналіз даних в IoT системах.</p> <p>Тема 12. Візуалізація даних та сервіси підтримки IoT.</p> <p>Тема 13. Концепція розумного будинку.</p> <p>Тема 14. Концепція розумного міста.</p> <p>Тема 15. Приклади використання IoT систем в реальних умовах.</p> <p>Тема 16. Мобільні рішення для IoT систем.</p> |
| Підсумковий контроль, форма | Залік у кінці семестру |
| Пререквізити | Для вивчення даного курсу студентам потрібні базові знання з курсів: - Алгоритмізація та програмування; |

| | |
|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Архітектура обчислювальних систем та комп'ютерна схемотехніка; - Розробка та проектування інформаційних систем; - Електроніка та електротехніка. |
| Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу | Лекції, презентації, виконання та захист лабораторних робіт, обговорення/консультації для кращого розуміння тем, самостійна робота, обговорення, дискусія. |
| Необхідне обладнання | <p>Для проведення лекційних занять: мультимедійне обладнання (телевізор з діагоналлю не менше 55 дюймів або проектор). Ноутбук (процесор Apple M1 або Intel Core i5, 8 Гб або більше оперативної пам'яті). Доступ до мережі Інтернет, програмне забезпечення MS Teams.</p> <p>Для проведення лабораторних занять: навчальний комп'ютерний клас (процесор Intel Core i3, частота 3.40 ГГц, 8 Гб оперативної пам'яті, 20 Гб вільного місця на диску). Необхідне програмне забезпечення включає в себе ОС Mac OS, Windows або Ubuntu, браузер Chrome або Safari та ПЗ Espressif ESP-IDF Framework + Espressif IDE.</p> |
| Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності) | <p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <p>Змістовий модуль 1: 24 балів Змістовий модуль 2: 16 балів</p> <p>Модульний контроль у вигляді тестування у системі Moodle. Максимальна кількість балів за тест – 10 балів.</p> <p>Залік з курсу: Максимальна кількість балів 50.</p> <p>Залік складається з результатів тесту (максимальна кількість балів – 40) та усної співбесіди з викладачем (максимальна кількість балів – 10).</p> <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Оцінювання лабораторних робіт (10 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 40) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення лабораторної роботи в аудиторії та захисту звіту по виконаній лабораторній роботі (0-4 балів за одну роботу). У підсумку, студент може набрати 40 балів за виконання лабораторного практикуму.</p> <p>Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <p>4 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі;</p> <p>3 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи роботи досліджених кіл;</p> <p>2 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та проведений ним аналіз, вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі;</p> <p>1 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі;</p> <p>0 – студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал.</p> <p>Оцінювання змістових модулів (1 змістових модулів). Оцінювання змістовних модулів включає в себе результати захисту лабораторних робіт та результати модульного контролю.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>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 незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття 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.</p> <p>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.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані при поточному контролі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь 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.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p>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 за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.</p> |
| <p>Питання до модульного контролю</p> | <p>Основні принципи IoT: що таке Інтернет речей (IoT) і які основні компоненти IoT-системи?</p> <p>Архітектура IoT: опишіть типову архітектуру IoT-системи. Які рівні архітектури ви можете виділити?</p> <p>Протоколи зв'язку в IoT: які протоколи зв'язку найчастіше використовуються в IoT і чому? Наведіть приклади.</p> <p>Безпека в IoT: які основні загрози безпеці існують для IoT-систем і які методи їх запобігання та захисту можна застосувати?</p> <p>Обробка та аналіз даних: які методи аналізу даних зазвичай використовуються в IoT для підтримки прийняття рішень?</p> <p>Енергоефективність в IoT: чому управління енергоспоживанням є важливим у IoT-пристроях і які техніки можуть бути застосовані для підвищення енергоефективності?</p> <p>Інтеграція та масштабування IoT-систем: які виклики пов'язані з інтеграцією різних компонентів IoT і як можна ефективно масштабувати IoT-системи?</p> <p>IoT-платформи: наведіть приклади платформ для розробки IoT-проектів і опишіть їх ключові функції.</p> <p>Практичний проект IoT: опишіть процес розробки IoT-проекту від ідеї до реалізації. Які етапи включає цей процес?</p> |

| | |
|-------------------|--|
| Опитування | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу. |
|-------------------|--|

**Схема курсу “Концепції побудови IoT рішень”
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 | Тема 1. Вступ до Інтернету речей. Основні поняття, історія розвитку, ключові технології та поточні тенденції в цій області. | Лекція | [1] | 2 | кінець поточного тижня |
| 1 | Вступне заняття. | Лабораторне заняття | Сторінка курсу | 2 | кінець поточного тижня |
| 2 | Тема 2. Складові IoT системи. Сенсори, актюатори, мережеві технології для забезпечення комунікації між пристроями та серверами, платформи обробки даних для аналізу та обробки інформації, а також інтерфейси користувача для візуалізації та управління системою. | Лекція | [1,2] | 2 | кінець поточного тижня |
| 2 | Ознайомче заняття. Встановлення засобів розробки Espressif | Лабораторне заняття | [5] | 2 | кінець поточного тижня |
| 3 | Тема 3. Комунікаційні інтерфейси IoT систем – апаратний рівень. Фізичні та логічні стандарти з'єднань: GPIO, SPI, I2C, UART. Радіочастотні технології зв'язку, Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, LoRa. | Лекція | [2] | 2 | кінець поточного тижня |
| 3 | ЛР1. Розробка базового проєкту для ESP32 з підключенням до Інтернету | Лабораторне заняття | [5] | 2 | кінець поточного тижня |
| 4 | Тема 4. Комунікаційні протоколи IoT систем – програмний рівень. Методи «запит-відповідь» та «pub-sub». | Лекція | [1,2] | 2 | кінець поточного тижня |
| 4 | ЛР2. Імплементация MQTT клієнта на ESP32. | Лабораторне заняття | [5] | 2 | кінець поточного тижня |
| 5 | Тема 5. Побудова архітектури IoT системи. Проєктування системи Інтернету речей, включаючи визначення компонентів системи, їх взаємозв'язки та способи взаємодії. | Лекція | [1,3] | 2 | кінець поточного тижня |
| 5 | ЛР3. Імплементация HTTP клієнта на ESP32. | Лабораторне заняття | [5] | 2 | кінець поточного тижня |
| 6 | Тема 6. Дизайн апаратної частини IoT рішення. Особливості підключення | Лекція | [1], [2] | 2 | кінець поточного тижня |

| | | | | | |
|----|---|---------------------|----------------|---|------------------------|
| | сенсорів. Енергозбереження. Power profiling. | | | | тижня |
| 6 | ЛР4. Вимірювання споживання IoT системи на основі ESP32 у різних режимах роботи | Лабораторне заняття | Сторінка курсу | 2 | кінець поточного тижня |
| 7 | Тема 7. Технологія BLE в контексті Інтернету речей. Адвертайзинг. Сканування. Сервіси, характеристики, дескриптори. | Лекція | [1] | 2 | кінець поточного тижня |
| 7 | ЛР5. Робота з BLE на ESP32. | Лабораторне заняття | Сторінка курсу | 2 | кінець поточного тижня |
| 8 | Тема 8. Огляд платформ Інтернету речей – middleware. Arduino IoT Cloud, AWS, Azure, ThingSpeak, Blynk. | Лекція | [1,4] | 2 | кінець поточного тижня |
| 8 | Модульний контроль. | Лабораторне заняття | Сторінка курсу | 2 | кінець поточного тижня |
| 9 | Тема 9. Платформа IoT Connect. Templates, devices. Device simulator. Формування правил. Дашборди. | Лекція | Сторінка курсу | 2 | Кінець поточного тижня |
| 9 | Ознайомлення з платформою IoT Connect. | Лабораторне заняття | Сторінка курсу | 2 | кінець поточного тижня |
| 10 | Тема 10. Безпека IoT рішень. Шифрування даних, аутентифікація та авторизація користувачів, застосування протоколів безпеки та практик захисту приватності. | Лекція | [3] | 2 | кінець поточного тижня |
| 10 | ЛР6. Проєкт з підключення ESP32 до IoT Connect. | Лабораторне заняття | Сторінка курсу | 2 | кінець поточного тижня |
| 11 | Тема 11. Менеджмент та аналіз даних в IoT системах. Методи та технології збору, зберігання, обробки та аналізу даних, що генеруються пристроями Інтернету речей. | Лекція | [3,4] | 2 | кінець поточного тижня |
| 11 | ЛР7. Створення власних дашбордів з реальними даними на платформі IoT Connect. | Лабораторне заняття | Сторінка курсу | 2 | кінець поточного тижня |
| 12 | Тема 12. Візуалізація даних та сервіси підтримки IoT. Інструменти та методики для ефективною візуалізації даних, отриманих з IoT систем. | Лекція | [2], [3] | 2 | кінець поточного тижня |
| 12 | ЛР8. Налаштування правил та динамічне реагування на зміну даних на платформі IoT Connect. | Лабораторне заняття | Сайт курсу | 2 | кінець поточного тижня |
| 13 | Тема 13. Концепція розумного будинку. Автоматизація освітлення, терморегуляції, систем безпеки, мультимедійних систем, керування енергоспоживанням. | Лекція | [1,3,5] | 2 | кінець поточного тижня |
| 13 | ЛР9. Керування актюаторами з IoT платформи. | Лабораторне заняття | [5] | 2 | кінець поточного тижня |
| 14 | Тема 14. Концепція розумного міста. Використання технологій Інтернету речей для покращення інфраструктури | Лекція | [3,4] | 2 | кінець поточного тижня |

| | | | | | |
|----|---|---------------------|----------------|---|------------------------|
| | міського середовища та якості життя мешканців. | | | | |
| 14 | ЛР10. Прототип системи розумного будинку на ESP32. | Лабораторне заняття | [5] | 2 | кінець поточного тижня |
| 15 | Тема 15. Приклади використання IoT систем в реальних умовах. Огляд IoT проєктів львівських IT компаній. | Лекція | Сторінка курсу | 2 | кінець поточного тижня |
| 15 | Захист лабораторних робіт | Лабораторне заняття | Сторінка курсу | 2 | кінець поточного тижня |
| 16 | Тема 16. Мобільні рішення для IoT систем. Wi-Fi provisioning. Технологія Apple HomeKit. Протокол Matter. | Лекція | [3,4] | 2 | кінець поточного тижня |
| 16 | Підсумкове заняття | Лабораторне заняття | Сайт курсу | 2 | кінець поточного тижня |