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 КРКТ
факультету електроніки та комп'ютерних технологій
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № ____ від 31 серпня 2020 р.)

Завідувач кафедри Болеста І.М.

Силабус з навчальної дисципліни "Проектування Інтернет речей", що викладається в межах ОПП "Інформаційні системи і технології" першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 126 "Інформаційні системи і технології"

Львів 2020

Назва дисципліни	Проектування Інтернет речей
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. ген. Тарнавського, 107
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 системи, 126 Інформаційні системи і технології
Викладачі дисципліни	Рабик Василь Григорович, канд. техн. наук, доцент, доцент
Контактна інформація викладачів	vasyl.rabyk@lnu.edu.ua, https://electronics.lnu.edu.ua/employee/rabyk-v-h
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ac121a4979d774a6eb12a38b7ce2e49af%40thread.tacv2/conversations?groupId=30a7037e-8e87-4617-9194-8214a154e83b&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf
Інформація про дисципліну	Дисципліна "Проектування Інтернет речей" є вибірковою дисципліною з спеціальності 126 Інформаційні системи і технології для освітньої програми "Інформаційні системи і технології", яка викладається в 7-му семестрі в обсязі 5.5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати учасникам фундаментальні знання, необхідні для реалізації типових пристроїв Інтернету речей з використанням мікрокомп'ютерів Raspberry Pi. Тому у дисципліні представлено як огляд архітектури мікроконтролерів, мікропроцесорів, мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3, плати WiFi ESP8266, давачів і виконавчих механізмів, так і середовища розробки проектів для Інтернет речей – Node-RED. Розглянуто візуалізацію результатів вимірювання з допомогою модуля node-red-dashboard середовища Node-RED, роботу в FRED – хмарному сервісі Node-RED, реалізацію пристроїв вимірювання температури, вологості, віддалі, управління виконавчими механізмами на основі мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення вибіркової дисципліни "Проектування Інтернет речей" є формування у студентів фундаментальних знань в області Інтернет речей та цифрових технологій, розробці IoT пристроїв з використанням мікрокомп'ютера Raspberry Pi, мікроконтролера PSoC 6 та сучасних давачів і виконавчих механізмів.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Simone Cirani, Gianluigi Ferrari, Marco Picone, Luca Veltri. Internet of Things. Architectures, Protocols and Standards. – Wiley. – 2019. – 394 p. 2. Boris Adryan, Dominik Obermaier, Paul Fremantle. The Technical Foundations of IoT. – Artech House. – 2017. – 494 p. 3. Harry Fairhead. Raspberry Pi IoT In C. – IO Press. – 2016. – 292 p. 4. Дэвид Роуз. Будущее вещей. Как сказка и фантастика становятся реальностью, ISBN: 978-5- 91671-394-7, 2015. – 27 с. 5. Росляков, А.В. Интернет вещей: учебное пособие [текст] / А. В. Росляков, С. В. Ваняшин, А. Ю. Гребешков. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200 с. 6. Raspberry Pi 3 Model B / Raspberry Pi Community. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b.

	Додаткова література: 7. Агуров П.В., Последовательные интерфейсы ПК. Практика программирования. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 496 с. 8. Агуров П.В., Интерфейсы USB. Практика использования и программирования. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 576 с. 9. Петин В. А., Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things, ISBN: 978-5-9775-3646-2, 2016, 320с. 10. Arpan Pal, Balamuralidhar Purushothaman. IoT Technical Challenges and Solutions. – Artech House. – 2017. – 205 p. 11. Gastón C. Hillar, MQTT Essentials - A Lightweight IoT Protocol. – Packt. – 2017. 280 p. 12. John C. Shovic, Raspberry Pi IoT Projects: Prototyping Experiments for Makers. - Apress, New York. – 2016. 233 p.
Обсяг курсу	64 години аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт та 101 година самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде: - *Знати* принципи організації і функціонування Інтернет речей; історію виникнення і розвитку Інтернет речей; існуючі технології в області Інтернет речей; сучасну елементну базу для побудови пристроїв Інтернет речей; мови програмування та програмне забезпечення, що використовується при програмуванні мікроконтролерів та мікрокомп'ютерів; принципи роботи в середовищі розробки Node-RED, PSoC Creator 4.2, апаратну і програмну частини мікроконтролерів PSoC 6, мікрокомп'ютерів Raspberry Pi; налаштовувати мережеву взаємодію між пристроями IoT через Ethernet, Bluetooth, Internet; налаштовувати хмарні сервіси для підтримки роботи пристроїв IoT. - *Вміти* працювати з мікроконтролерами та мікрокомп'ютерами Raspberry Pi; використовувати середовища розробки Node-RED, PSoC Creator для програмування пристроїв Інтернет речей; реалізовувати введення, оброблення та виведення інформації з давачів в мікроконтролери, мікрокомп'ютери; розбиратися в існуючих IoT- технологіях і використовувати їх до конкретних проектів; проектувати цілісні пристрої, мережеві з'єднання, обмін даними; розробляти алгоритми та комп'ютерні програми мовами високого рівня для інформаційних систем; володіти сучасними методами аналізу об'єктів проектування, приймати оптимальні рішення щодо вибору структури мікропроцесорних систем.
Ключові слова	Пристрої Інтернет речей, мікропроцесори, мікроконтролери, мікрокомп'ютери Raspberry Pi, давачі, виконавчі пристрої, середовище розробки Node-RED.
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем.
Теми	Див. СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Залік.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін "Вища математика", "Комп'ютерна електроніка та цифрова схемотехніка", "Програмування", "Об'єктно–орієнтоване програмування", "Мікроконтролери (ч. 1)", "Мікроконтролери (ч. 2).
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під	Презентації, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусії.

час викладання курсу	
Необхідне обладнання	Мультимедіа, платформа Moodle, платформа MS Teams, комп'ютерне програмне забезпечення, лабораторні стенди PSoC 6 BLE Pioneer Kit.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням: • лабораторні роботи: 80% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 80. • дві контрольні роботи: 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20. Загалом упродовж семестру 100 балів. Залік проводиться за результатами балів, набраними студентами на протязі семестру. _____. **Контрольні роботи проводяться у формі тестових завдань та реалізації проектів конкретних завдань. Академічна доброчесність**: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахуванння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. **Відвідування занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх 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 під час семестру, за виконання самостійної роботи та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного 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. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
Питання до контрольних робіт	Перелік питань та завдань для проведення контрольних робіт розміщені на веб-сторінці.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

СХЕМА КУРСУ

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год	Термін виконання
1	**Вступ до Інтернет речей.** Історія розвитку Інтернет речей, архітектура Інтернет речей, області використання Інтернет	Лекція	1, 2, 4, 5	**Ознайомлення з інструментом візуального програмування Node-RED.**	2-й тиж. семестру

	речей**,** фундаментальні характеристиками Інтернет речей. Лекція 1. 2 год.			Інструктаж з техніки безпеки. Інсталяція, налаштування і створення найпростіших потоків в Node-RED. ЛР. 1. 2 год.	
2	**Інструмент візуального програмування Інтернет речей Node-RED.** Основні характеристики інструменту візуального програмування Node-RED: інсталяція, основне меню, пакети вузлів Node-RED, основні етапи створення потоків в середовищі. Лекція 2. 2 год.	Лекція	1, 2	**Основи роботи з модулем node-red-dashboard.** Інсталяція, налаштування та створення панелей моніторингу даних в реальному часі з допомогою пакету node-red-dashboard. ЛР. 2. 2 год.	3-й тиж. семестру
3	**Стандарти і протоколи передачі даних в Інтернет речей.** Класифікація технологій передачі даних в Інтернет речей, рівні моделі OSI, стандарт IEEE Std 802.15.4**,** стандарт ZigBee, стандарт 6LoWPAN, стандарт WirelessHART, стандарт ISA100.11a, стандарт Z-Wave, стандарт Wi-Fi, стандарт Bluetooth Low Energy, протокол MQTT Лекція 3. 2 год.	Лекція	1, 2, 5, 11	**Ознайомлення з протоколами IoT. Протокол MQTT.** Вузли інструменту візуального програмування Node-RED (json, MQTT in, rbe) та реалізація потоків в Node-RED з їх використанням. ЛР. 3. 2 год.	4-й тиж. семестру
4	**Протокол MQTT і його використання в Інтернет речей.** Мережі в архітектурі IoT; історія протоколу MQTT; основні принципи взаємодії MQTT; архітектура протоколу MQTT**;** формат повідомлень протоколу MQTT; рівні якості обслуговування в MQTT; робота з протоколом MQTT; теми повідомлень та використання шаблонів MQTT. Лекція 4. 2 год.	Лекція	1, 2, 5, 11	**Вивчення вузлів MQTT, TCP середовища Node-RED.** Клієнти і брокер MQTT. Вузли MQTT середовища розробки Node-RED, їх параметри і налаштування. Реалізація проектів з використанням цих вузлів. ЛР. 4. 2 год	5-й тиж. семестру
5	**Апаратна частина Інтернет речей (мікроконтролери, мікрокомп'ютери).** Мікроконтролери та мікропроцесори, їх архітектури; мікроконтролери фірми Cypress; мікрокомп'ютери (одноплатні комп'ютери) для Інтернет речей. Лекція 5. 2 год.	Лекція	1, 2, 5, 6	**Модель програмування Node-RED.** Ознайомлення з моделлю програмування Node-RED та деякими її ключовими концепціями; реалізація власних функціональних вузлів за допомогою JavaScript. ЛР. 5. 2 год.	6-й тиж. семестру
6	**Апаратна частина Інтернет речей (давачі, виконавчі пристрої).** Загальні відомості про давачі та їх головні параметри; класифікація давачів; технологія MEMS. Класифікація виконавчих пристроїв, двигуни постійного струму, двигуни змінного струму, крокові двигуни. Лекція 6. 2 год.	Лекція	1, 3, 5, 9	**Підпотоки в середовищі Node-RED.** Ключові концепції підпотоків в Node-RED; створення багатократно використовуваних підпотоків в Node-RED. ЛР. 6. 2 год.	7-й тиж. семестру
7	**Хмарні технології в Інтернет речей.**	Лекція	1, 2, 5	**Візуалізація даних потоків з допомогою**	8-й тиж. семестру

	Історія виникнення хмарних обчислень; суть хмарних технологій; туманні обчислення; хмарні сервіси. Лекція 7. 2 год.			**dashboard Node-RED.** Основні вузли користувацької панелі інструментів в Node-RED; реалізація потоків в Node-RED та їх візуалізація з допомогою вузлів користувацької панелі інструментів. ЛР. 7. 2 год.	
8	**Обробка даних в Інтернет речей.** Великі Дані (Big Data); основні характеристики Великих Даних; засоби та інструменти статистичної обробки даних; використання машинного навчання для обробки даних. Лекція 8. 2 год.	Лекція	1, 2, 5	**Ознайомлення з FRED - хмарним сервісом Node-RED.** Реєстрація в FRED – хмарному сервісі Node-RED; реалізація потоків в Node-RED з використанням WEB- сокетів, вузла openweathermap та їх візуалізація з допомогою користувацької панелі інструментів. ЛР. 8. 2 год.	9-й тиж. семестру
9	**Мікрокомп'ютер Raspberry Pi 3 в пристроях Інтернет речей.** Загальний опис мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3. Набір компонентів для запуску Raspberry Pi 3. Установка ОС Raspbian. Основні напрямки застосування. Контрольна робота 1. Лекція 9. 2 год.	Лекція	6, 9	**Робота з базами даних в Node-RED.** База даних (вузол litedb) в FRED; інсталяція вузла litedb, реалізація потоків в Node-RED з використанням цього вузла та візуалізація таблиці бази даних з допомогою node-red-dashboard. ЛР. 9. 2 год.	10-й тиж. семестру
10	**Плата WiFi ESP8266 і її використання в пристроях Інтернет речей.** Опис плати ESP8266, основні характеристики та її особливості. Програмування модуля ESP8266. Основні застосування модуля ESP8266. Лекція 10. 2 год.	Лекція	3, 9	**Мікрокомп'ютер Raspberry Pi 3. Інсталяція операційної системи Raspbian.** Інсталяції операційної системи Raspbian на Raspberry Pi 3, налаштування параметрів. Встановлення пакетів і додатків в ОС Raspbian. ЛР. 10. 2 год.	11-й тиж. семестру
11	**Радіочастотна ідентифікація RFID.** Загальні відомості про радіочастотну ідентифікацію RFID. Мітки RFID. Зчитуючі пристрої RFID. Особливості використання RFID. Лекція 11. 2 год.	Лекція	1, 2, 5	**Робота з GPIO та перериваннями на мікрокомп'ютері Raspberry Pi 3.** Інсталяція інструменту Node-Red. Інсталяція пакету node-pi-gpio в Node-Red. Реалізація проектів з використанням вузлів пакету node-pi-gpio Node-RED з Raspberry Pi 3. ЛР. 11. 2 год.	12-й тиж. семестру
12	**Інтерфейс 1Wire. Цифрові давачі температури.** Шина 1-Wire. Підключення пристроїв через шину 1-Wire до мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3.	Лекція	7, 8, 10, 12	**Робота з Node-RED на мікрокомп'ютері Raspberry Pi 3.** Інсталяція додаткових пакетів в Node-Red.	13-й тиж. семестру

	Основні функції при роботі з шиною 1-Wire: ініціалізація, запис байтів, читання байтів. Цифровий давач температури DS18B20. Внутрішня структура давача DS18B20 та опис його команд. Лекція 12. 2 год.			Реалізація проектів з використанням вузлів цих пакетів Node-RED з Raspberry Pi 3. ЛР. 12. 2 год.	
13	**Інтерфейс I2C. Підключення пристроїв до мікрокомп'ютера Raspberry Pi.** Фізичний рівень шини I2C. Підключення пристроїв через шину I2C до мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3. Часові діаграми передачі/ прийому даних між ведучим та веденим пристроями через шину I2C. Функції шини I2C бібліотеки BCM2835. Лекція 13. 2 год.	Лекція	3, 7, 8, 10, 12	**Вимірювання температури і вологості на мікрокомп'ютері Raspberry Pi 3.** Ознайомлення з технічними характеристиками давачів температури і вологості, підключення їх через шину 1-Wire до Raspberry Pi 3, інсталяція пакетів в Node-RED на Raspberry Pi 3 для роботи з цими давачами. ЛР. 13. 2 год.	14-й тиж. семестру
14	**Послідовний периферійний інтерфейс SPI. Підключення пристроїв до мікрокомп'ютера Raspberry Pi.** Основні сигнали шини SPI. Підключення пристроїв через шину SPI до мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3. Режими роботи SPI. Функції бібліотеки BCM2835 для роботи з шиною SPI. Лекція 14. 2 год.	Лекція	3, 7, 8, 10, 12	**Робота з давачами віддалі та руху в середовищі Node-RED на мікрокомп'ютері Raspberry Pi 3.** Ознайомлення з технічними характеристиками давачів HC SR04, HC SR501; інсталяцією пакетів для роботи з ними, реалізація потоків в Node-RED для роботи з давачами HC SR04, HC SR501. ЛР. 14. 2 год.	15-й тиж. семестру
15	**Технології платформи IBM Watson IoT Platform.** Огляд хмарних сервісів і служб IoT платформи IBM Bluemix. IBM Watson IoT Platform, можливості IBM Cloud Foundry. Налаштування пристроїв IoT, збереження даних на платформі Watson IoT, аналіз даних і їх візуалізація. Контрольна робота 2. Лекція 15. 2 год.	Лекція	3, 10, 12	**Використання протоколу MQTT в середовищі Node-RED на мікрокомп'ютері Raspberry Pi 3.** Брокер MQTT Mosquitto, його інсталяція на Raspberry Pi 3, реалізація потоків в Node-RED для роботи з давачами. Передача даних з давачів на локальний сервер з допомогою протоколу MQTT. ЛР. 15. 2 год.	15-й тиж. семестру
16	**Створення IoT додатків на платформі IBM Watson.** Проектування хмарних архітектур, розробка і тестування IoT додатків за допомогою хмарних служб IBM Cloud. Лекція 16. 2 год.	Лекція	3, 10, 12	**Реалізація пристрою Інтернет речей на основі Raspberry Pi 3.** Підсумкова лабораторна робота. Реалізація апаратної і програмної складової проекту. Передача результатів вимірювання на сервер. ЛР. 16. 2 год. Здача заліку.	16-й тиж. семестру