


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
“Технології та стандарти IoT та PoT”,
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	Технології та стандарти ІОТ та ІІОТ / Technologies and standards of IOT and IIOT.
Адреса викладання дисципліни	Корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, вул. ген. Тарнавського, 107, 79017
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	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/лабораторних занять (за попередньою домовленістю): ОЛ 1, корпус ф-ту електроніки та комп'ютерних технологій, вул. ген. Тарнавського, 107, м. Львів. Також можливі онлайн-консультації через MS Teams. Для погодження часу онлайн-консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	Технології та стандарти ІоТ та ІІоТ Загальне Microsoft Teams
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Технології та стандарти ІОТ та ІІОТ» є складовою циклу дисциплін професійної і практичної підготовки блоку вибіркових дисциплін «Інтернет речей - ІоТ» зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» для освітньої програми «Комп'ютерні науки», яка викладається в восьмому семестрі в обсязі 5,0 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 проєктів для Інтернет речей – node-red. Розглянуто візуалізацію результатів вимірювань 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	<i>Мета:</i> формування у студентів фундаментальних знань в області Інтернету речей та цифрових технологій, розробці ІоТ пристроїв з використанням мікрокомп'ютера Raspberry Pi та сучасних давачів і виконавчих механізмів. <i>Цілі:</i> забезпечити необхідний рівень знань для дослідження і проєктування засобів Інтернету речей.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Жураковський Б. Ю., Зенів І.О. Технології інтернету речей. Навчальний посібник – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 271 с. 2. Simone Cirani, Gianluigi Ferrari, Marco Picone, Luca Veltri. Internet of Things. Architectures, Protocols and Standards. – Wiley. – 2019. – 394 p. 3. Ibrahim (Abe) M. Elfadel, Mohammed Ismail. The IoT Physical Layer Design and Implementation - Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2019, 383 p. 4. Chataut R., Phoummalayvane A., Akl R. Unleashing the power of IoT: A comprehensive review of IoT applications and future prospects in healthcare, agriculture, smart homes, smart cities, and industry 4.0. Sensors 23 (16), 7194, 2023. 19 p.

	<p>5. Satish Narayana Srirama. A decade of research in fog computing: Relevance, challenges, and future directions. - 2023. 23 p. arXiv:2305.01974v2 [cs.DC].</p> <p>6. Boris Adryan, Dominik Obermaier, Paul Fremantle. The Technical Foundations of IoT. – Artech House. – 2017. – 494 p.</p> <p>Додаткова література (Інтернет - ресурси):</p> <p>7. Жураковський Б.Ю., Федорова Н.В., Гаврилко Є.В., Зенів І.О. Технології створення інтернету речей. Комп'ютерний практикум: навч. посіб. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 127 с.</p> <p>8. Довідник Node-RED з елементами опису JavaScript, JSON, JSONata /Перекладач - Олександр Пупена. 2020. [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://github.com/pupenasan/NodeREDGuidUKR.</p> <p>9. Пупена О. Технології індустрії 4.0: лекції. [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://pupenasan.github.io/II40/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86/</p> <p>10. Пупена О. Технології індустрії 4.0: лабораторний практикум. [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://pupenasan.github.io/II40/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80/</p> <p>11. Raspberry Pi 3 Model B / Raspberry Pi Community. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b.</p> <p>12. John C. Shovic, Raspberry Pi IoT Projects: Prototyping Experiments for Makers. - Apress, New York. – 2016. 233 p.</p> <p>13. Розанов І. Є., Сергієнко С. П., Чернов Д. В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу Інтернет речей. Вінниця : ДонНУ імені Василя Стуса, 2019. - 60 с.</p> <p>14. Терещенко Т. О. Розподілені мікропроцесорні системи: конспект лекцій. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 192 с.</p> <p>15. Ямненко Ю. С., Хохлов Ю. В. Технології інтернету речей в електроніці: Комп'ютерний практикум – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 76 с.</p>
Обсяг курсу	Сумарно 150 годин. Із них 32 години лекцій, 48 годин лабораторних робіт і 70 годин самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Знати принципи організації і функціонування Інтернету речей; існуючі технології і стандарти в області Інтернету речей; сучасну елементну базу для побудови пристроїв Інтернету речей; принципи роботи в середовищі розробки node-red, апаратну і програмну частини мікрокомп'ютерів Raspberry Pi. - Вміти працювати з мікрокомп'ютерами Raspberry Pi; використовувати середовища розробки node-red для програмування пристроїв Інтернету речей; реалізовувати введення, оброблення та виведення інформації з датчиків в мікрокомп'ютери; розбиратися в існуючих IoT- технологіях і стандартах, використовувати їх в конкретних проектах.
Ключові слова	IoT, PoT, пристрої Інтернету речей, мікрокомп'ютери Raspberry Pi, датчики, виконавчі пристрої, середовище розробки node-red.
Формат курсу	Очний
Теми	Див. Схема курсу
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін: - «Вища математика»;

	<ul style="list-style-type: none"> - «Алгоритмізація та програмування»; - «Архітектура обчислювальних систем та комп'ютерна схемотехніка»; - «Комп'ютерні мережі та протоколи передачі даних»; - «Основи електроніки»; - «Електроніка та електротехніка».
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	<p>Інформаційні методи (лекції, презентації, лабораторні роботи, виконання індивідуальних завдань, робота у групі, обговорення, консультації для поглибленого розуміння тем, бесіда, ілюстрація, демонстрація);</p> <p>дедуктивні методи на основі узагальнень;</p> <p>евристичні методи (проблемна лекція);</p> <p>інтерактивні методи (дискусія).</p>
Необхідне обладнання	<p>Для проведення лекційних занять:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ноутбук HP Laptop 15 (процесор Intel(R) Core(TM) i5-1035, 8GB оперативної пам'яті, HDD 512GB); - мультимедійне обладнання (проектор, проекційний екран, дошка настінна, звуковий підсилювач та аудіосистема); - комутатор мережевий для доступу до мережі Internet. <p>Для проведення лабораторних занять:</p> <p>-- програмне забезпечення:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ОС Windows 10 PRO; - платформа node.js ver. 12.18.3; - node-red ver. 1.1.2. <p>-- обладнання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - комп'ютерна лабораторія з 15 робочими місцями; - монітори TFT 22"; - системні блоки (процесор Intel(R) Core(TM) i3-71000, 8GB оперативної пам'яті, HDD 512 GB) – 12 шт.; - системні блоки (процесор AMD Athlon 2800 MHz, 4GB оперативної пам'яті, HDD 512 GB) – 3 шт.; - комутатор мережевий для доступу до мережі Internet; - мікрокомп'ютери Raspberry Pi 2, Raspberry Pi 3; - цифрові осцилографи –DS1052E, DS1054Z; - генератори - UNI-T UTG1010A, FY6900; - блоки живлення - Б5 - 48; - мультиметри – MS8265, UNI-T UTM120B, MY65.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт із таким співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> - лабораторні роботи: 70% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 70. - модульна контрольна робота 1: 15% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 15. - модульна контрольна робота 2: 15% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 15. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Контрольні заміри знань проводять у формі практичних завдань з реалізацією їх в середовищі node-red і теоретичних питань.</p> <p>Академічна добросовісність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їхніми оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недобросовісності. Виявлення ознак академічної недобросовісності в написанні завдань студентом є підставою для їх незарахування викладачем, неза-</p>

лежно від масштабів плагіату або спроб обману. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

Відвідування 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 всіх 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, зокрема наукової літератури, яких немає серед рекомендованих.

Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані за виконання контрольних робіт та бали за виконання лабораторних робіт. Обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; наголошується на недопустимості пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом або іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням, списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставлених завдань і т. ін.

Оцінювання лабораторних робіт (14 лабораторних робіт, максимальна кількість балів - 70) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення лабораторних робіт в лабораторії (0-3 бали за одну роботу) та захисту і оформленні звіту по виконаних лабораторних роботах (0-2 бали за одну роботу). Разом 5 балів – максимальна оцінка за виконання, оформлення звіту і захист лабораторної роботи. У підсумку максимальна кількість балів за виконані і захищені лабораторні роботи складає 70 балів.

Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

- *виконання лабораторної роботи:*

- 3 бали – студент повністю підготовлений і в повному об'ємі виконав дослідницьку частину лабораторної роботи;

- 2 бали - студент не повністю підготовлений і не повністю виконав дослідницьку частину лабораторної роботи;

- 1 бал - студент слабо підготовлений і тільки частково виконав дослідницьку частину лабораторної роботи.

- *захист лабораторної роботи та оформлення звіту про її виконання:*

- 2 бали – на високому рівні захищена теоретична та дослідницька частини лабораторної роботи, якісно і в повному об'ємі виконаний звіт;

- 1 бал - не достатній рівень захисту однієї з частин лабораторної роботи, є зауваження до оформлення звіту;

Оцінювання модульних контрольних робіт (2 модульні контрольні роботи, 15 балів за кожен). Пишуться студентами на лабораторних заняттях без використання допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.); результат пересилається у файлі формату *.pdf до відповідної теки веб-сторінки дисципліни. Всі питання контрольних робіт поділяються на теоретичні і практичні. Практичні питання реалізуються в середовищі розробки node-red.

Бали оцінювання змістових модулів нараховуються за наступним співвідношенням:

15-12 балів - розглянуті теоретичні питання висвітлені в повному обсязі, містять аргументовані висновки. Реалізовані практичні завдання по-

	<p>вністю робочі та запущені і продемонстровані викладачу в середовищі node-red. Можуть бути присутні несуттєві помилки та невідповідності.</p> <p>11-8 балів – висвітлені не повністю теоретичні питання. Виявлено знання і розуміння теоретичних питань, проте присутні неточності та/або невідповідності. Реалізовані не повністю практичні завдання та не всі продемонстровані в середовищі node-red.</p> <p>7-4 бали – відстежується загальне розуміння розглянутих теоретичних питань. Виявлені множинні неточності та невідповідності їх висвітлення. Реалізовані окремі практичні завдання та не всі продемонстровані в середовищі node-red.</p> <p>3-1 бал – студент погано розуміє теоретичні питання. Виявлені суттєві неточності та невідповідності. Реалізовані практичні завдання містять суттєві помилки і не продемонстровані в середовищі node-red.</p> <p>Критерії оцінювання результатів неформальної освіти:</p> <p>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.</p>
<p>Питання до модульного контролю</p>	<p>Перелік всіх питань і завдань для проведення підсумкової оцінки знань усіх тем курсу для модульних контрольних робіт розміщено на веб-сторінці курсу.</p> <p>Нижче приведено тільки перелік теоретичних питань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Області використання Інтернету речей. 2. Області використання Промислового Інтернету речей. 3. Історія появи та розвитку Інтернету речей. 4. Сервіси і технології екосистеми Інтернету речей. 5. Основні елементи архітектура Інтернету речей. 6. Призначення та функції вузлів Inject, Change, Switch, Range, Split середовища розробки node-red. 7. Принципи функціонування протоколу MQTT. 8. Принципи публікації і підписки в MQTT. 9. Вузли node-red для роботи з MQTT, їх конфігурування. 10. Принципи функціонування HTTP API та REST. 11. Основи роботи протоколу HTTP. 12. Вузли, що використовуються для побудови клієнта HTTP в Node-RED. Їх конфігурування. 13. Протоколи IPv4 та IPv6. 14. Принципи підключення пристроїв в мережу та способи передачі інформації. 15. Бездротові мережі Wi-Fi. 16. Технологія ZigBee та її особливості. 17. Технологія LPWAN та її особливості. 18. Класифікація та основні моделі хмарних обчислень. 19. Роль хмарних обчислень в обробці і збереженні даних, що отримуються від IoT- систем. 20. Приклади хмарних платформ і сервісів для обробки і збереження даних, що отримуються від IoT- систем. 21. Основні характеристики «Великих Даних». 22. Використання машинного навчання для обробки даних.

	<p>23. Загальний опис мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3. Основні характеристики мікрокомп'ютера.</p> <p>24. Шина 1-Wire. Підключення пристроїв через шину 1-Wire до мікрокомп'ютера Raspberry Pi 2.</p> <p>25. Фізичний рівень шини I2C. Підключення пристроїв через шину I2C до мікрокомп'ютера Raspberry Pi 2.</p> <p>26. Основні сигнали шини SPI. Підключення пристроїв через шину SPI до мікрокомп'ютера Raspberry Pi 2.</p> <p>27. Основні підсистеми системи «розумного будинку» та характеристика кожної з них.</p> <p>28. Давачі та їх основні параметри. Класифікація давачів.</p> <p>29. Давачі термоопору, термістори. Їх основні характеристики.</p> <p>30. Технологія MEMS.</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

**Схема курсу “ Технології та стандарти ІОТ та ЦОТ ”
для студентів спеціальності 122 – Комп’ютерні науки**

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття): лекція, лабораторна робота, самостійна, дискусія, групова робота	Література. * Ресурси в Інтернеті	Завдання, год	Термін виконання
1	Вступ до Інтернету речей. Історія розвитку Інтернету речей. Екосистема Інтернету речей. Архітектура Інтернету Речей. Інтернет речей в промисловості. Области використання Інтернету речей.	Лекція	[1], [2], [3], [4], [9], сайт курсу	2	кінець поточного тижня
1	Вивчення середовища візуального програмування node-red (частина 1). Вступне заняття. Ввідний інструктаж з техніки безпеки. Інсталяція node-red в ОС Windows. Вивчення редактора node-red. Реалізація першої програми в node-red.	Лабораторна робота	[8], [10], сайт курсу	3	кінець поточного тижня
2	Еталонна модель ІоТ. Стандарти сумісності ІоТ. Еталонна модель ІоТ від МСЕ-Т. Еталонна модель від Всесвітнього форуму ІоТ. Модель NIST Special Publication 800-183. Модель Industrial Internet of Things Reference Architecture.	Лекція	[1], [2], [9], сайт курсу	2	кінець поточного тижня
2	Вивчення модуля node-red-dashboard середовища розробки node-red (частина 2). Інсталяція, налаштування модуля node-red-dashboard. Створення панелей моніторингу даних в реальному часі. Робота з проектами в node-red.	Лабораторна робота	[8], [9], [10], сайт курсу	3	кінець поточного тижня
3	Протокол MQTT і його використання в Інтернет речей. Мережі в архітектурі ІоТ. Основні принципи взаємодії MQTT. Архітектура протоколу MQTT. Формат повідомлень протоколу MQTT. Рівні якості обслуговування в MQTT.	Лекція	[1], [8], [9], [14], [15], сайт курсу	2	кінець поточного тижня
3	Вивчення протоколів ІоТ. Протокол MQTT. Використання тестових клієнтів та брокерів для зв'язку по MQTT. Зв'язок node-red з іншими пристроями по MQTT. Зв'язок MQTT- клієнта з мобільного телефону.	Лабораторна робота	[1], [8], [9], [10], [12], сайт курсу	3	кінець поточного тижня
4	Апаратна частина Інтернету речей (частина 1).	Лекція	[1], [2], [3], [13], [15],	2	кінець поточного тижня

	Основні параметри та архітектура мікроконтролерів, мікрокомп'ютерів для IoT. Загальні відомості про давачі та їх основні параметри. Статичні і динамічні характеристики давачів. Класифікація давачів.		сайт курсу		тижня
4	Модель програмування Node-RED. Модель програмування node-red та її ключові концепції. Реалізація власних функціональних вузлів за допомогою JavaScript. Створення багатократно використовуваних підпотоків в node-red.	Лабораторна робота	[8], [9], [10], сайт курсу	3	кінець поточного тижня
5	Апаратна частина Інтернету речей (частина 2). Інтелектуальні давачі. Класифікація інтелектуальних давачів. Технологія MEMS. Класифікація виконавчих пристроїв, двигуни постійного струму, двигуни змінного струму, крокові двигуни.	Лекція	[1], [3], [5], [13], [15], сайт курсу	2	кінець поточного тижня
5	Використання WEB API та Web-сокетів. Реалізація клієнта HTTP в node-red. Використання WEB-сокетів для з'єднання мобільного застосунку та node-red.	Лабораторна робота	[1], [8], [10], [13], [14], сайт курсу	3	кінець поточного тижня
6	Стандарти і протоколи передачі даних в Інтернеті 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.	Лекція	[1], [2], [3], [6], [9], сайт курсу	2	кінець поточного тижня
6	Підпотоки в середовищі node-red. Ключові концепції підпотоків в node-red. Реалізація багатократно використовуваних підпотоків в node-red.	Лабораторна робота	[8], [9], [10], сайт курсу	3	кінець поточного тижня
7	IoT платформи. Платформа Linux Foundation. Платформа AggreGate. Платформа Everware Cloud.	Лекція	[1], [2], [3], [6], [12], сайт курсу	2	кінець поточного тижня
7	Візуалізація даних потоків з допомогою 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.	Лабораторна робота	[8], [9], [10], сайт курсу	3	кінець поточного тижня
8	Огляд технологій Індустрії 4.0. Індустрія 4.0. Промисловий Інтернет Речей. Приклади впровадження ПоТ. Машинне навчання. Smart Factory - розумне виробництво. Вір-	Лекція	[1], [2], [3], [9], сайт курсу	2	кінець поточного тижня

	туальна реальність. Доповнена реальність.				
8	Модульна контрольна робота №1.	Модульна контрольна робота №1.	сайт курсу	3	під час заняття
9	Використання хмарних сервісів для IoT. Про хмарні обчислення. Віртуалізація. Моделі топологій хмар. Моделі хмарних сервісів.	Лекція	[1], [2], [3], [6], сайт курсу	2	кінець поточного тижня
9	Ознайомлення з FRED - хмарним сервісом node-red. Реєстрація в FRED – хмарному сервісі node-red. Реалізація потоків в node-red з використанням WebSocketів, вузла openweathermap та їх візуалізація з допомогою dashboard.	Лабораторна робота	[8], [10], сайт курсу	3	кінець поточного тижня
10	Хмарні сховища та аналітика. Сховища в IoT. Реляційні СКБД. Нереляційні СКБД. Cloud Object Storage. Призначення аналітичних сервісів. Grafana.	Лекція	[1], [2], [3], [6], сайт курсу	2	кінець поточного тижня
10	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 dashboard.	Лабораторна робота	[7], [8], [9], [10], сайт курсу	3	кінець поточного тижня
11	Технології обробки великих даних (Big Data). Принципи роботи з великими даними. Технології і тенденції роботи з Big Data. Обробка і методи аналізу Big Data. Алгоритми кластеризації Big Data. Проблеми опрацювання різномісної інформації.	Лекція	[1], [2], [3], сайт курсу	2	кінець поточного тижня
11	Мікрокомп'ютер Raspberry Pi 3. Робота з GPIO мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3. Інсталяції операційної системи Raspbian на Raspberry Pi 3. Налаштування параметрів. Встановлення пакетів і додатків в ОС Raspbian. Інсталяція інструменту node-red. Інсталяція пакету node-pi-gpio в node-red. Реалізація проєктів з використанням вузлів пакету node-pi-gpio node-red з Raspberry Pi 3.	Лабораторна робота	[11], сайт курсу	3	кінець поточного тижня
12	Розумний та безпечний будинок. Елементи «розумного будинку». Загрози «розумного будинку». Атаки на «розумний будинок».	Лекція	[1], [2], [3], [9], сайт курсу	2	кінець поточного тижня
12	Вимірювання температури і вологості на мікрокомп'ютері Raspberry Pi 3. Ознайомлення з технічними характеристиками датчиків температури і вологості, підключення їх через	Лабораторна робота	[7], [8], [10], [11], [15], сайт курсу	3	кінець поточного тижня

	шину 1-Wire до Raspberry Pi 3, інсталяція пакетів в node-red на Raspberry Pi 3 для роботи з цими давачами.				
13	Мікрокомп'ютер Raspberry Pi 3 в пристроях Інтернету речей. Загальний опис мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3. Набір компонентів для запуску Raspberry Pi 3. Інсталяція ОС Raspbian. Основні напрямки застосування.	Лекція	[1], [11], сайт курсу	2	кінець поточного тижня
13	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.	Лабораторна робота	[1], [8], [10], [11], [15], сайт курсу	3	кінець поточного тижня
14	Інтерфейс 1Wire. Цифрові давачі температури. Шина 1-Wire. Підключення пристроїв через шину 1-Wire до мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3. Основні функції при роботі з шиною 1-Wire: ініціалізація, запис байтів, читання байтів. Цифровий давач температури DS18B20. Внутрішня структура давача DS18B20 та його команди.	Лекція	[7], [8], [10], [13], [15], сайт курсу	2	кінець поточного тижня
14	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.	Лабораторна робота	[1], [3], [11], [8], [9], сайт курсу	3	кінець поточного тижня
15	Інтерфейс I2C. Підключення пристроїв до мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3. 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 BSM2835	Лекція	[1], [7], [8], [13], [15], сайт курсу	2	кінець поточного тижня
15	Реалізація пристрою Інтернет речей на основі Raspberry Pi 3. Підсумкова лабораторна робота. Реалізація апаратної і програмної складової пристрою «розумного будинку». Передача результатів вимірювання на сервер.	Лабораторна робота	[8], [9], [10], [11], сайт курсу	3	кінець поточного тижня
16	Інтерфейс SPI. Підключення пристроїв до мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3.	Лекція	[1], [7], [8], [11], сайт курсу	2	кінець поточного тижня

	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.				
16	Модульна контрольна робота №2.	Модульна контрольна робота №2.	сайт курсу	3	під час заняття