

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

Затверджено

На засіданні КФБМЕ
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 28 серпня 2024 р.)



Завідувач кафедри Олег БОРДУН

Силабус з навчальної дисципліни
«Електронні засоби Інтернету речей»,
що викладається в межах ОПП «Електроніка та
комп'ютерні системи» першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти для здобувачів з спеціальності
171 «Електроніка»

Назва дисципліни	Електронні засоби Інтернету речей
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. Драгоманова, 50
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра фізичної та біомедичної електроніки
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації, спеціальності 171 Електроніка
Викладачі дисципліни	Пташник Вадим Вікторович, кандидат технічних наук, доцент
Контактна інформація викладачів	ptashnykproject@gmail.com https://electronics.lnu.edu.ua/employee/ptashnyk-vadym-viktorovych/ Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра фізичної та біомедичної електроніки вул. Драгоманова, 50, лаб. 416
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних або лабораторних занять. Також можливі он-лайн консультації через ZOOM, MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	Elektronni-zasoby-Internetu-rechej
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Електронні засоби Інтернету речей» є вибірковою дисципліною зі спеціальності 171 «Електроніка» для освітньої програми «Електроніка та комп'ютерні системи», яка викладається у 7-му семестрі в обсязі 5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «Електронні засоби Інтернету речей» спрямована на формування знань та навичок у сфері проектування, розробки, налагодження та вдосконалення електронних засобів для систем і технологій Інтернету речей. Основна увага приділяється апаратному забезпеченню, включаючи мікроконтролери, сенсори, модулі зв'язку та інші електронні компоненти, що забезпечують функціонування IoT-систем. Курс також охоплює вивчення комп'ютерно-інтегрованих систем, системної мережної структури та методів управління цими системами. Студенти отримують практичний досвід роботи з сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями, зокрема тими, що базуються на принципах Інтернету речей, а також навчаються їх інтеграції, налаштуванню та оптимізації. Особливий акцент зроблено на використанні енергозберігаючих технологій, забезпеченні безпеки IoT-систем та застосуванні сучасних апаратних платформ для створення прототипів та реальних рішень.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення вибіркової дисципліни «Електронні засоби Інтернету речей» є підготовка фахівців, здатних вирішувати складні задачі та практичні проблеми, пов'язані з проектуванням, вибором, розробкою, налагодженням та підтримкою електронних засобів і систем Інтернету речей. Цілі вивчення дисципліни передбачають набуття глибоких знань щодо будови, функціонування та взаємодії електронних компонентів Інтернету речей, таких як датчики, виконавчі пристрої, елементи живлення та модулі зв'язку; ознайомлення з принципами побудови та використання дротових і бездротових мереж, а також протоколів зв'язку для інтеграції електронних засобів у IoT-системи; формування навичок проектування, моделювання та оптимізації роботи IoT-систем із використанням сучасних апаратних платформ; забезпечення розуміння принципів передачі даних від електронних пристроїв до хмарних і туманних сховищ, а також основ захисту інформації в IoT-системах.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Lea P. Internet of Things for Architects: Architecting IoT solutions by implementing sensors, communication infrastructure, edge computing,

	<p>analytics, and security. – Birmingham: Packt Publishing, 2021. – 524 p.</p> <p>2. Жураковський Б.Ю., Зенів І.О. Технології інтернету речей: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 271 с.</p> <p>3. Інтернет речей для індустріальних і гуманітарних застосунків. У трьох томах. Том 1. Основи і технології / За ред. В. С. Харченка. - Міністерство освіти і науки України, Національний аерокосмічний університет ХАІ, 2019. – 547 с.</p> <p>4. Internet of Things for Industry and Human Application. In Volumes 1-3. Volume 2. Modelling and Development /V.S. Kharchenko (ed.) – Ministry of Education and Science of Ukraine, National Aerospace University KhAI, 2019. – 547 p</p> <p>5. Інтернет речей для індустріальних і гуманітарних застосунків. У трьох томах. Том 3. Оцінювання та впровадження / За ред. В. С. Харченка. – Міністерство освіти і науки України, Національний аерокосмічний університет ХАІ, 2019. – 921 с.</p>
	<p>Додаткова література:</p> <p>6. Sklyar V.V., Yatskiv V.V., Yatskiv N.G. Dependability and Security of IoT: Practicum / Kharchenko V.S. and Sklyar V.V. (Eds.) – Ministry of Education and Science of Ukraine, National Aerospace University, Ternopil National Economic University, 2019. – 98 p.</p> <p>7. Архітектура та технології Інтернету речей: навч. посіб. / І.В. Пулеко, А.А. Єфіменко. Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. – 234 с.</p> <p>8. Евстифеев А. В. Микроконтроллеры AVR семейства Tiny та Mega фірми Atmel / А. В. Евстифеев. – К.: Дока, 2004. – 560 с.</p> <p>9. Sokulskyi O., Hilevska K., Chumakevych V., Ptashnyk V., Tryhuba A., Sachenko A. The Internet of Things Solutions in the Investigation of Urban Passenger Traffic and Passenger Service Quality. 2020 IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS), Dortmund, 2020, p. 1-6.</p>
Обсяг курсу	Загальний обсяг 150 год. 96 години аудиторних занять, з них 48 години лекцій та 48 години лабораторних робіт. Самостійна робота – 54 години.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Знати основні принципи будови, функціонування та взаємодії електронних компонентів IoT-систем (датчиків, виконавчих пристроїв, елементів живлення); топології дротових і бездротових мереж та протоколи зв'язку, що використовуються в Інтернеті речей; сучасні апаратні платформи для розробки IoT-рішень; методи передачі даних до хмарних і туманних сховищ, а також принципи забезпечення інформаційної безпеки в IoT-системах; Підходи до проектування, моделювання та налагодження IoT-систем у різних галузях. – Вміти аналізувати вимоги до апаратного забезпечення IoT-систем та обирати відповідні електронні компоненти; проектувати, розробляти та налагоджувати IoT-системи з використанням сучасних апаратних платформ; взаємодіяти з датчиками, виконавчими пристроями та модулями зв'язку, інтегруючи їх у загальну IoT-інфраструктуру; використовувати протоколи IoT для передачі даних між пристроями та до хмарних сховищ; забезпечувати технічний супровід, моніторинг та вдосконалення IoT-систем; дотримуватись принципів енергоефективності та інформаційної безпеки при роботі з електронними засобами Інтернету речей.
Ключові слова	Мікроконтролери, датчики та сенсори, мережеві протоколи, енергозберігаючі технології, платформи IoT, апаратна безпека IoT.
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 «Фізичні основи електроніки», «Мікропроцесорні пристрої та системи», «Матеріали та компоненти сучасної електроніки», «Алгоритми і типи даних».
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусії.
Необхідне обладнання	Мультимедіа, платформа Teams, мультиметр, резистори, конденсатори, транзистори, блок живлення, осцилограф, макетна плата, генератор сигналів, термокамера, ПК з встановленим ПЗ, антенний модуль, роутер, енергомонітор.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні роботи: 70% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 70. • дві контрольні роботи: 30% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 30. <p>Загалом упродовж семестру 100 балів. Контрольні роботи проводяться у письмовій формі.</p> <p>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 незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>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.</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 під час семестру, виконанні самостійної роботи та бали за контрольні роботи. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного 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; несвочасне виконання поставленого завдання та ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p>Оцінювання лабораторних робіт (7 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 70) відбувається шляхом оцінки підготовки до виконання лабораторної роботи, безпосереднього її виконання та захисту звіту:</p> <p>Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним</p>

співвідношенням:

0 балів– лабораторна робота не виконана; відсутній звіт, або звіт є, але містить значну кількість помилок та недоліків; завдання роботи не виконані, а знання студента щодо теми лабораторної роботи відсутні.

1-3 бали– лабораторна робота частково виконана, але з грубими помилками в обчисленнях, оформленні або аналізі результатів; звіт є, проте містить багато недоліків (неточні формулювання, відсутність пояснень до виконаних дій, недостатній аналіз результатів); відповідь на питання викладача з теми роботи поверхнева або неповна.

4-7 балів– лабораторна робота виконана з незначними помилками, які не впливають суттєво на результат; звіт оформлений, але є дрібні недоліки (наприклад, відсутність деяких пояснень або незначна плутанина у викладенні); студент демонструє базові знання теми, може пояснити основні етапи виконання роботи та інтерпретувати отримані результати.

8-10 балів– лабораторна робота виконана повністю, всі завдання виконані правильно; звіт оформлений відповідно до вимог: містить опис методики, результати, розрахунки, висновки; студент впевнено відповідає на запитання, демонструючи глибоке розуміння теми та вміння пояснити методику виконання роботи.

Кожна **контрольна робота** оцінюється за 15 бальною системою згідно з наступними критеріями:

Бали	Критерії оцінювання
13–15	Відповіді, в яких навчальний матеріал відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, які містять аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом.
9–12	Відповіді, в яких відтворюється значна частина навчального матеріалу. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни.
5–8	Відповіді, в яких основні положення навчального матеріалу відтворено на рівні заучування без достатнього його розуміння.
1–4	Відповіді, які засвідчують, що навчальний матеріал не засвоєно. Відсутність чіткого і логічного формулювання.
0	Не виконав.

Питання до заліку

1. Розкрийте основні етапи становлення Інтернету речей. Назвіть базові перспективні напрямки та відповідні задачі розвитку інтернету речей.
2. Порівняйте поняття інтернету речей (IoT) та промислового Інтернету речей (IIoT). Наведіть приклади.
3. Розкрийте концепцію всеосяжного інтернету (IoE). Наведіть приклади.
4. Опишіть корисність комп'ютерної мережі у розрізі законів Маткалфа та Бекстрома. Наведіть графічну інтерпретацію.
5. Сформулюйте закон Бекстрома та назвіть його переваги перед використанням закону Маткалфа для розрахунку корисності комп'ютерної мережі.
6. Порівняйте концепції інтернету речей та міжмашинної взаємодії. Зробіть висновки щодо перспектив їх розвитку.
7. Опишіть елементи екосистеми інтернету речей, їх роль та принципи взаємодії.
8. Сформулюйте закон Мура. Який його вплив на розвиток технологій інтернету речей?
9. Опишіть роль ефективних систем живлення у проектах інтернету речей.
10. Опишіть роль хмарних технологій у проектах інтернету речей.

11. Опишіть роль граничних обчислень у проектах інтернету речей.
12. Опишіть роль машинного навчання у проектах інтернету речей.
13. Опишіть роль технологій кіберзахисту у проектах інтернету речей.
14. Опишіть роль апаратного забезпечення у проектах інтернету речей.
15. Опишіть концепцію відновлення енергії у системах інтернету речей, наведіть приклади.
16. Опишіть процес моделювання енергії та потужності у системах інтернету речей у розрізі кривих Пейкерта та графіка Ругоні.
17. Порівняйте будову, переваги та недоліки різноманітних датчиків температури (термопари, терморезистори тощо).
18. Опишіть будову, переваги та недоліки резистивних датчиків температури.
19. Опишіть будову, переваги та недоліки термісторів.
20. Опишіть будову, переваги та недоліки термопар.
21. Опишіть будову, та принцип дії датчика Холла.
22. Опишіть принцип дії, сферу використання та недоліки піроелектричних інфрачервоних датчиків.
23. Опишіть принцип дії систем LiDAR. Яка сфера їх використання та конструктивні обмеження.
24. Опишіть принцип дії, сферу використання та недоліки активних датчиків.
25. Опишіть принцип дії, сферу використання та недоліки пасивних датчиків.
26. Опишіть принцип дії, сферу використання та недоліки фотоелектричних датчиків.
27. Наведіть класифікацію і конструктивні особливості мікроелектромеханічних систем.
28. Опишіть вимоги до апаратного забезпечення відеосистеми для потреб інтернету речей.
29. У чому полягає концепція злиття датчиків.
30. Порівняйте централізований та децентралізований режими злиття датчиків. Наведіть приклади.
31. Сформулюйте центральну граничну теорему. Опишіть можливість її використання для злиття датчиків.
32. Порівняйте потенціал різноманітних джерел живлення пристроїв інтернету речей (відновлювані, теплові, радіочастотні тощо).
33. Порівняйте потенціал різноманітних пристроїв накопичення енергії для систем інтернету речей (батареї, акумулятори, суперконденсатори тощо).
34. Опишіть принцип Пейкерта для розрахунку ємності та потужності джерел живлення у системах інтернету речей.
35. Опишіть та проаналізуйте ємнісний ряд кривих Пейкерта.
36. Як здійснюється розрахунок джерел живлення пристроїв інтернету речей з використанням графіка Ругоні.
37. Порівняйте швидкісні та просторові характеристики найпопулярніших протоколів і категорій бездротового зв'язку.
38. Порівняйте основні параметри реалізації бездротового зв'язку у частотних діапазонах 900 МГц та 2,4 ГГц.
39. Порівняйте основні параметри реалізації бездротового зв'язку у частотних діапазонах 2,4 ГГц та 5 ГГц.
40. Що таке радіочастотна інтерференція? Який її практичний вплив?
41. Сформулюйте та поясніть теорему Шеннона-Хартлі.
42. Опишіть методи нормалізації частоти бітових помилок.
43. Порівняйте технічні рішення та сферу використання вузько- та ширококутового зв'язку.
44. Встановіть залежність радіочастотної енергії та теоретичного частотного діапазону.
45. Опишіть історію розвитку та сферу використання стандарту 802.15 у пристроях інтернету речей.
46. Наведіть історію розвитку технології Bluetooth.

	<p>47. Опишіть топологію та процес зв'язку стандарту Bluetooth 5.</p> <p>48. Як формується стандартний стек у протоколі Bluetooth 5?</p> <p>49. Яким чином реалізується технологія «стрибаючих» частот у протоколах Bluetooth?</p> <p>50. Опишіть топологію та процес зв'язку стандарту BLE.</p>
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 електронних засобів Інтернету речей Основні поняття IoT, його структура та ключові компоненти. Сфери застосування електронних засобів IoT у промисловості, медицині та побуті	Лекція	1, 2	Вступне заняття. Інструктаж з техніки безпеки. Ознайомлення з лабораторним обладнанням. 3 год.	1-й тиж. семестру
2	Архітектура IoT-систем: апаратні та програмні компоненти Рівні архітектури IoT: пристрої, мережі, платформи обробки даних. Взаємодія між апаратними та програмними компонентами	Лекція	1, 2, 5, 9	Лабораторна робота. Огляд і налаштування апаратної платформи Arduino для IoT-проектів 3 год.	2-й тиж. семестру
3-4	Датчики: принципи роботи, класифікація та застосування в IoT Типи датчиків (температури, вологості, руху, газу тощо), принципи їх роботи, підключення та калібрування	Лекція	1, 2, 4, 5, 7, 9	Лабораторна робота. Робота з датчиками: підключення, калібрування та передача даних 6 год.	3-й та 4-й тиж. семестру
5-6	Виконавчі пристрої в IoT-системах Основи роботи виконавчих пристроїв. Методи їх інтеграції у IoT-системи для реалізації автоматизованих процесів	Лекція	2, 3, 6, 8	Лабораторна робота. Інтеграція виконавчих пристроїв у IoT-систему 6 год.	5-й та 6-й тиж. семестру
7	Елементи живлення IoT-пристроїв Типи джерел живлення (батареї, сонячні панелі). Енергозберігаючі технології, оптимізація живленням IoT-пристроїв.	Лекція	1, 3, 4, 7, 8, 9	Проміжний контроль. Захист лабораторних робіт. 3 год.	7-й тиж. семестру
8	Модулі зв'язку для IoT Огляд дротових (Ethernet) та бездротових (Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa) технологій зв'язку. Їх переваги, недоліки та сфери застосування.	Лекція	1, 2, 8, 9	Проміжний контроль. Контрольна робота (написання та аналіз) 3 год.	8-й тиж. семестру
9	Протоколи передачі даних в IoT Основи роботи протоколів MQTT, CoAP, HTTP та WebSocket. Їх роль у передачі даних між IoT-пристроями та платформами.	Лекція	4, 5, 6, 8	Лабораторна робота. Налаштування модулів зв'язку (Wi-Fi) для передачі даних 3 год.	9-й тиж. семестру

10	Топології мереж IoT Основні топології (зірка, дерево, сітка). Їх особливості, переваги та недоліки для IoT-систем	Лекція	2, 3, 7, 8	Лабораторна робота. Налаштування модулів зв'язку (Bluetooth, GSM) для передачі даних 3 год.	10-й тиж. семестру
11	Сучасні апаратні платформи для IoT Детальний огляд Arduino, Raspberry Pi, ESP32. Їх технічні можливості, програмування та використання для створення IoT-проектів	Лекція	2, 3, 7, 9	Лабораторна робота. Розробка простої IoT-системи використанням протоколу MQTT 6 год.	11-й тиж. семестру
12	Інтеграція IoT-пристроїв з хмарними та туманними обчисленнями Основи хмарних і туманних обчислень. Використання платформ для зберігання та аналізу даних IoT	Лекція	1, 2		12-й тиж. семестру
13	Методи забезпечення інформаційної безпеки в IoT-системах Загрози для IoT-систем, методи шифрування даних, автентифікація пристроїв та захист від кібератак	Лекція	1, 6, 8, 9	Лабораторна робота. Використання хмарних платформ для зберігання та обробки IoT-даних 3 год.	13-й тиж. семестру
14	Проектування IoT-систем Етапи проектування IoT-рішень: вибір компонентів, розробка схем, створення прототипів. Інструменти для моделювання	Лекція	1, 7, 8, 9	Проміжний контроль. Захист лабораторних робіт. 3 год.	14-й тиж. семестру
15	Моделювання та налагодження IoT-систем Використання симуляторів (Cisco Packet Tracer, Tinkercad) для моделювання IoT-систем. Налаштування програмного забезпечення та апаратних компонентів	Лекція	3, 4, 5	Проміжний контроль. Контрольна робота (написання та аналіз) 3 год.	15-й тиж. семестру
16	Перспективи розвитку електронних засобів Інтернету речей Тенденції розвитку IoT, нові технології, прогноз впливу на економіку та суспільство	Лекція	1, 2, 7, 8	Заключне заняття. Підбиття семестрових підсумків.	16-й тиж. семестру