

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
“Телекомунікаційні мікропроцесорні системи”,
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	Телекомунікаційні мікропроцесорні системи
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, 122 Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Благітко Богдан Ярославович, канд. техн. наук, доцент, доцент
Контактна інформація викладачів	blagitko@gmail.com, https://electronics.lnu.edu.ua/employee/blagitko-b-y
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%3AVvF-AS7UjIoGY7_XV-otlHOHxjlfhcRl-6p6gFdkEtE1%40thread.tacv2/conversations?groupId=951d7c76-eb77-4858-a825-dcd703ec3c88&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf
Інформація про дисципліну	Дисципліна "Телекомунікаційні мікропроцесорні системи" є дисципліною за вибором студента зі спеціальності 122 "Комп'ютерні науки" для освітньої програми "Комп'ютерні науки", яка викладається в 6-му семестрі в обсязі 5,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати студентам необхідні знання для реалізації типових мікропроцесорних систем (апаратної і програмної складових) з використанням мікроконтролерів PSoC 4 BLE, PSoC 6 BLE. Тому у дисципліні представлені як огляд архітектури процесорних ядер ARM Cortex-M4, ARM Cortex-M0+, архітектури мікроконтролерів PSoC 4 BLE та PSoC 6 BLE, технології CapSense, портів вводу/ виводу (GPIO), так і середовища розробки проектів IDE PSoC Creator 4.4 для мікроконтролерів PSoC 4 BLE та PSoC 6 BLE. Вивчаються алгоритми вимірювання температури з використанням термісторів, алгоритм вимірювання віддалі з допомогою ультразвукових сенсорів HC SR04, вивід текстової і графічної інформації на E-INK дисплей стенду PSoC 6 BLE Pioneer Kit фірми Cypress, генерація сигналів довільної форми з використанням ЦАП та контролера DMA мікроконтролерів PSoC 4 BLE та PSoC 6 BLE, вимірювання аналогових сигналів з допомогою АЦП мікроконтролера PSoC 4 BLE та PSoC 6 BLE. Основну увагу приділяється вивченню особливостей прийому/передачі даних по каналу зв'язку Bluetooth на частоті 2.4 ГГц. Практичне застосування отриманих знань з прийому/передачі даних закріплюється шляхом розробки проектів систем мікроконтролер - мобільний смартфон (Android OS/ iOS) з профілями FindMe, CapSense, Proximity, Thermometer та ін.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення нормативної дисципліни "Телекомунікаційні мікропроцесорні системи" є формування у студентів фундаментальних знань в області апаратного і програмного забезпечення сучасних мікроконтролерів, розробки проектів з використанням мікроконтролерів PSoC 4 BLE та PSoC 6 BLE та середовища розробки PSoC Creator 4.4, вимірюванні фізичних величин з допомогою сучасних сенсорів, прийому/передачі даних по каналу зв'язку Bluetooth на частоті 2.4 ГГц та розробці проектів телекомунікаційних мікропроцесорних систем типу мікроконтролер - мобільний смартфон

	(Android OS/ IoT).
<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p style="text-align: center;">Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Мікропроцесорна техніка: Підручник / Ю. І. Якименко, Т. О. Терещенко, В. Я. Жуйков, Ю. С. Петергеря ; Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". 2-ге вид., перероблене та доповнене, Київ : Політехніка ; Кондор 2018. 439 с. 2. Мікропроцесорна техніка: Підручник / Жуйков Ю.С., Терещенко Т.О., Ямненко Ю. С. ; за ред. Т.О. Терещенко. – 3-є вид. переробл. та допов. – Київ : НТУУ "КПІ" 2015. 440 с. 3. В. Ю. Вінник. Алгоритмічні мови та основи програмування: мова С. Навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2007. 328 ст. 4. PSoC® 6 MCU, PSoC 6 BLE. Architecture Technical Reference Manual (TRM). [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.cypress.com/file/399201/download. 5. PSoC® 6 MCU: PSoC 6 BLE. Datasheet. Programmable System-on-Chip (PSoC®). [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.cypress.com/file/385916/download. 6. AN218241. PSoC 6 BLE MCU. Hardware Design Considerations. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.cypress.com/file/385701/download. 7. AN215656 – PSoC 6 MCU: Dual-CPU System Design. 8. CE216795 – PSoC 6 MCU Dual-Core MCU Basics. 9. AN85951. PSoC® 4 and PSoC 6 BLE MCU CapSense® Design Guide. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.cypress.com/file/46081/download. 10. PSoC 6 BLE Capacitive Sensing (CapSense®) 2.0. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.cypress.com/file/397251/download. 11. PSoC Creator User Guides. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.cypress.com/file/137441/download. 12. CySmart™ Android App User Guide, Document Number: 001-97086 Rev. 13. AN210781 – Getting Started with PSoC 6 MCU with Bluetooth Low Energy (BLE) Connectivity. <p style="text-align: center;">Додаткова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 14. AN64846. Getting Started with CapSense®. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.cypress.com/file/41076/download. 15. Edward H. Currie, David Van Ess, PSoC 3/5 Reference Book. – 534 p. [Електронний ресурс] Режим доступу: http://web.mit.edu/6.115/www/document/psoc_book.pdf. 16. PSoC® Creator™. PSoC 3/PSoC 5LP System Reference Guide. – 115 p. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.cypress.com/file/185821/download 17. Blagitko B., Mochulsky, Y. Ensuring the Safe Landing of the Quadrocopter in an Accident. 2018 IEEE 5th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control, MSNMC 2018 - Proceedings, 2018, pp. 94–97, 8576309. 18. Blagitko B. Mathematical Flight Modeling of a Self-governed Quadrocopter-robot According to the Invasive Sensors Data. 2020 IEEE 12th International Conference on Electronics and Information Technologies, ELIT 2020 - Proceedings, 2020, pp. 132–135, 9255614.

Обсяг курсу	64 години аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт та 101 годин самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Знати структуру, функціональне призначення, принципи побудови та логіку роботи мікроконтролерів; сучасну елементну базу для проектування мікропроцесорних систем; мови програмування та програмне забезпечення, що використовується при проектуванні мікроконтролерів; принципи роботи в середовищі розробки PSoC Creator 4.4, апаратну і програмну частини мікроконтролерів PSoC 4 BLE та PSoC 6 BLE; основні інтерфейси передачі даних (USB, BLE); методи вимірювання фізичних величин з допомогою сучасних сенсорів, прийому/передачі даних по каналу зв'язку Bluetooth на частоті 2.4 ГГц. - Вміти читати структурні та принципові схеми мікропроцесорних пристроїв на основі мікроконтролерів; використовувати середовище розробки PSoC Creator 4.4 для проектування мікроконтролерних систем; реалізовувати ввід, обробку та вивід інформації в мікропроцесорних системах в різних режимах їх роботи; проектувати та тестувати програмне забезпечення мікропроцесорних пристроїв; описувати системні вимоги до електронних систем, реалізованих на основі мікроконтролерів; розробляти алгоритми вимірювань та реалізувати їх мовами високого рівня для мікропроцесорних систем; володіти сучасними методами аналізу об'єктів проектування, приймати оптимальні рішення щодо вибору структури мікропроцесорних системи за допомогою стандартних засобів мови програмування C.
Ключові слова	Мікроконтролери, проектування мікроконтролерів PSoC 4 BLE та PSoC 6 BLE, процесорні ядра ARM Cortex-M4, ARM Cortex-M0+, середовище розробки IDE PSoC Creator 4.4, канал зв'язку Bluetooth.
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем.
Теми	Див. СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін "Вища математика", "Дискретна математика", "Алгоритми і структури даних", "Основи програмування", "Об'єктно - орієнтоване програмування", "Фізичні основи електроніки", "Електротехніка та електроніка", "Комп'ютерна електроніка та цифрова схемотехніка", "Мікропроцесорна техніка".
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	<p>Для проведення лекційних занять:</p> <ul style="list-style-type: none"> • монітор TFT 23"; • системний блок (процесор Intel i5-6500, 8GB оперативної пам'яті, HDD 256GB); • мультимедійне обладнання (проектор, проєкційний екран, дошка настінна, звуковий підсилювач та аудіосистема);

	<ul style="list-style-type: none"> • комутатор мережевий для доступу до мережі Internet. <p>Для проведення лабораторних занять:</p> <ul style="list-style-type: none"> • комп'ютерна лабораторія з 12-14 робочими місцями; • монітори TFT 23"; • системні блоки (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; • платформа Moodle, платформа MS Teams; • комп'ютерне програмне забезпечення середовища розробки IDE PSoC Creator 4.4; • лабораторні стенди PSoC 4 BLE Pioneer Kit та PSoC 6 BLE Pioneer Kit в загальній кількості 14 стендів.
<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<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: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50. • 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. <p>Загалом упродовж семестру 100 балів. Залік проводиться за результатами балів, набраними студентами на протязі семестру.</p> <hr/> <p>Змістовий модуль 1– самостійна робота студента оформлена у вигляді есе – робота друкованим текстом, рекомендованим обсягом до 10 сторінок (шрифт TimesNewRoman, 14). Есе включає в себе детальний розгляд індивідуального рішення аварійної ситуації, яка може виникнути у випадку відсутності Інтернету, Wi-Fi та будь якого телефонного зв'язку. В розпорядженні студента є тільки власний смартфон і канал зв'язку Bluetooth. Завдання полягає в тому, що необхідно знайти існуючі застосунки, встановити їх на свій смартфон та випробувати їх роботу щодо обміну текстовими повідомленнями, голосовим зв'язком, фото та відео повідомленнями. Окрім того, необхідно встановити досягнуті віддалі надійного обміну інформацією та можливі природні перешкоди типу кущів, дерев або стін, горбів, ям тощо. Необхідне 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.</p> <p>Змістовий модуль 2– самостійна робота студента оформлена у вигляді есе – робота друкованим текстом, рекомендованим обсягом до 10 сторінок (шрифт TimesNewRoman, 14). Есе включає в себе детальний розгляд теми, присвяченої освоюванню елементів управління польотом квадрокоптера, таких як злет, приземлення, підняття на висоту до 5-и метрів, політ по колу за годинниковою стрілкою і проти годинникової</p>

стрілки, фотографування місцевості та запис фото у вигляді файлу на SD card та відео. 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 .pdfвикладачу для оцінки.

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.

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 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.

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

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.

Оцінювання лабораторних робіт (16 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 50) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення лабораторної роботи в аудиторії (0-2 бали за одну роботу) та захисту звіту по виконаній лабораторній роботі (0-1 бал за одну роботу). У підсумку, до всіх набраних балів кожному студенту додаються 2 бали за індивідуальне Резюме.

Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

	<p>3 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми та його апаратна реалізація функціонують відповідно до завдання, захищений Звіт по роботі;</p> <p>2 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми або його апаратна реалізація функціонують з недоліками, або не захищений Звіт по роботі;</p> <p>1 – 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 точно, але його апаратна реалізація функціонує з недоліками і не захищений Звіт по роботі, або код програми функціонує неточно і його апаратна реалізація функціонує з недоліками, але захищений Звіт;</p> <p>0 - студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми та апаратна реалізація не відповідають темі/не функціонують взагалі і не захищений Звіт по роботі.</p>
Питання до модульного контролю	Перелік питань та завдань для проведення модульних робіт розміщені на веб-сторінці.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

СХЕМА КУРСУ

Тижде нь	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год.	Термін виконання
1	Програмована система на кристалі Cypress PSoC 4 BLE. Еволюція вбудованих мікропроцесорних систем. Основні характеристики і архітектура PSoC 5LP, PSoC 4, PSoC 4 BLE. Лекція 1. 2 год.	Лекція	1, 2, 4, 7, 12	Вивчення лабораторного стенду PSoC 4 BLE Pioneer Kit. Вступне заняття. Інструктаж з техніки безпеки. Вивчення лабораторного стенду PSoC 4 BLE Pioneer Kit. ЛР. 1. 2 год.	1-й тиждень семестру
2	Середовище розробки програмного забезпечення IDE PSoC Creator 4.4. Інтерфейс IDE PSoC Creator 4.4. Каталог компонентів середовища розробки PSoC Creator 4.4. Основні кроки створення проекту та реалізації нової схеми в IDE PSoC Creator 4.4. Лекція 2. 2 год.	Лекція	2, 12	Вивчення середовища розробки IDE PSoC Creator 4.4. Інтегроване середовище розробки IDE PSoC Creator 4.4. Приклад демонстрації основних етапів створення проекту в IDE PSoC Creator 4.4. ЛР. 2. 2 год.	2-й тиждень семестру
3	Система вводу/ виводу (GPIO) мікроконтролерів PSoC 4 BLE. Архітектура системи вводу/ виводу PSoC 4 BLE. Архітектура комірки вводу/ виводу GPIO та GPIO_OVT PSoC 4 BLE. Режими роботи виводів портів PSoC 4 BLE. Компонента PWM, основні її застосування і параметри. Лекція 3. 2 год.	Лекція	2, 3, 4, 7	Дослідження пристроїв ШІМ (PWM) мікроконтролерів PSoC 4 BLE. Компонента PWM, основні її застосування і параметри. Функції для роботи з PWM. Реалізація проектів з використанням PWM. ЛР. 3. 2 год.	3-й тиждень семестру
4	Система переривань мікроконтролерів PSoC 4 BLE. Основні функції системи перери-	Лекція	2, 3, 4, 7	Вивчення системи переривань мікроконтролерів PSoC 4 BLE. Джерела, типи, пріоритети	4-й тиждень семестру

	вань мікроконтролера PSoC 4 BLE. Джерела і типи переривань PSoC 4 BLE. Налаштування переривань в PSoC 4 BLE. Алгоритм опрацювання переривань в PSoC 4 BLE. Лекція 6. 2 год.			переривань мікроконтролерів PSoC 4 BLE. Реалізація проектів з використанням переривань. ЛР. 4. 2 год.	
5	Технологія CapSense. Основи CapSense, області використання CapSense (лінійний слайдер, детектор наближення), метод реалізації CapSense CSD в PSoC 4 BLE. Контрольна робота 1. Лекція 5. 2 год.	Лекція	13	Вивчення технології CapSense стенду PSoC 4 BLE BLE Pioneer Kit. Компонента CapSense, її параметри і налаштування. Реалізація проектів з використанням 5-ти сегментного лінійного слайдера PSoC 4 BLE Pioneer Kit. ЛР. 5. 2 год.	5-й тиждень семестру
6	Канал бездротового зв'язку Bluetooth. Особливості процесу прийому/передачі інформації по каналу Bluetooth. Частотний діапазон каналу 2.4 ГГц та розбиття на підканали. Компонента Bluetooth в PSoC 4 BLE. Лекція 6. 2 год.	Лекція	2, 3, 4, 7	Вивчення технології Bluetooth стенду PSoC 4 BLE BLE Pioneer Kit. Компонента Bluetooth, її параметри і налаштування в PSoC 4 BLE Pioneer Kit. ЛР. 6. 2 год.	6-й тиждень семестру
7	Мікроконтролерна система управління по каналу Bluetooth. Додаток CYSmart та його особливості в смартфонах з Android OS та iOS. Проектування в Pioneer Kit PSoC 4 BLE системи Find Me + CYSmart. Лекція 7. 2 год.	Лекція	11	Проектування мікроконтролерної системи зв'язку по каналу Bluetooth. Реалізація проекту в Pioneer Kit PSoC 4 BLE Find Me + CYSmart. ЛР. 7. 2 год.	7-й тиждень семестру
8	Мікроконтролерна система передачі даних по каналу Bluetooth. Використання додатку CYSmart в смартфонах з Android OS та iOS при проектуванні в Pioneer Kit PSoC 4 BLE системи CapSense + CYSmart. Лекція 7. 2 год	Лекція	11	Проектування мікроконтролерної системи зв'язку по каналу Bluetooth. Реалізація проекту в Pioneer Kit PSoC 4 BLE CapSense + CYSmart. ЛР. 8. 2 год.	8-й тиждень семестру
9	Програмована система на кристалі Cypress PSoC 6 BLE. Еволюція вбудованих систем. Основні характеристики і архітектура PSoC 5LP, PSoC 4, PSoC 4 BLE, PSoC 6, PSoC 6 BLE. Лекція 9. 2 год.	Лекція	1, 2, 4, 7, 12	Вивчення лабораторного стенду PSoC 6 BLE Pioneer Kit. Вивчення лабораторного стенду PSoC 6 BLE Pioneer Kit. ЛР. 9. 2 год.	9-й тиждень семестру
10	Процесорні ядра ARM Cortex-M4 та ARM Cortex-M0+ мікроконтролерів PSoC 6 BLE. Архітектура процесорних ядер ARM Cortex-M4 і ARM Cortex-M0+. Основні характеристики процесорних ядер ARM Cortex-M4 і ARM Cortex-M0+. Лекція 10. 2 год.	Лекція	5,6	Дослідження пристроїв ШІМ (PWM) мікроконтролерів PSoC 6 BLE. Компонента PWM, основні її застосування і параметри. Функції для роботи з PWM. Реалізація проектів з використанням PWM в двоядерному мікроконтролері PSoC 6 BLE. ЛР. 10. 2 год.	10-й тиждень семестру
11	Система переривань мікроконтролерів PSoC 6 BLE. Основні функції системи переривань мікроконтролера PSoC 6 BLE. Джерела і типи переривань PSoC 6 BLE. Налаштування переривань в PSoC 6 BLE. Алгоритм опрацювання	Лекція	2, 3, 4, 7	Вивчення системи переривань мікроконтролерів PSoC 6 BLE. Джерела, типи, пріоритети переривань процесорних ядер Cortex-M4, Cortex-M0+ PSoC 6 BLE. Реалізація проектів з використанням переривань. ЛР. 11. 2 год.	11-й тиждень семестру

	переривань в PSoC 6 BLE. Лекція 11. 2 год.				
12	Індикатори в мікропроцесорних системах. Алфавітно-цифрові та графічні рідкокристалічні індикатори (PKI). E-INK екрани. Схеми підключення PKI до мікроконтролерів. Лекція 12. 2 год.	Лекція	7, 12	Вивід інформації на E-INK дисплей стенду PSoC 6 BLE Pioneer Kit. Налаштування бібліотеки графіки EmWin. Реалізація проекту виводу текстової і графічної інформації на E-INK дисплей. ЛР. 12. 2 год.	12-й тиждень семестру
13	Мікроконтролерна система управління по каналу Bluetooth. Додаток CYSmart та його особливості в смартфонах з Android OS та iOS. Проектування в Pioneer Kit PSoC 6 BLE системи Find Me + CYSmart. Лекція 13. 2 год.	Лекція	11	Проектування мікроконтролерної системи зв'язку по каналу Bluetooth. Реалізація проекту в Pioneer Kit PSoC 6 BLE Find Me + CYSmart. ЛР. 13. 2 год.	13-й тиждень семестру
14	Мікроконтролерна система передачі даних по каналу Bluetooth. Використання додатку CYSmart в смартфонах з Android OS та iOS при проектуванні в Pioneer Kit PSoC 6 BLE системи CapSense + CYSmart. Лекція 14. 2 год	Лекція	11	Проектування мікроконтролерної системи зв'язку по каналу Bluetooth. Реалізація проекту в Pioneer Kit PSoC 6 BLE CapSense + CYSmart. ЛР. 14. 2 год.	14-й тиждень семестру
15	Моделювання процесу вимірювання температури на Pioneer Kit 6200 BLE Temperature Measurement Profile+ CYSmart. Контрольна робота 2. Лекція 15. 2 год.	Лекція	7, 12	Моделювання процесу вимірювання температури на основі мікроконтролера PSoC 6 BLE. Реалізація алгоритму вимірювання температури і передачі значень моделювання на смартфон за допомогою CYSmart. ЛР. 15. 2 год.	15-й тиждень семестру
16	Вимірювання температури термістором Pioneer Kit 6200 BLE і реалізація Thermometer BLE + CYSmart. Лекція 16. 2 год.	Лекція	7, 12	Вимірювання температури з допомогою термістора на основі мікроконтролера PSoC 6 BLE. Реалізація алгоритму вимірювання температури за допомогою термістора мікроконтролера PSoC 6 BLE і передачі значень на смартфон за допомогою CYSmart. ЛР. 16. 2 год.	16-й тиждень семестру