

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 №¹⁵/₄ від 29.08 2023 р.)

Завідувач кафедри:


Іван КАРБОВНИК

Силабус з навчальної дисципліни
“ Програмування конфігурованих цифрових систем ”,
що викладається в межах ОПП
“ Інженерія програмного забезпечення ”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Програмування конфігурованих цифрових систем
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, 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 121 – Інженерія програмного забезпечення
Викладачі дисципліни	Назаркевич М.А., доктор технічних наук, професор, професор кафедри радіофізики та комп'ютерних технологій
Контактна інформація викладачів	mariia.nazarkevych@gmail.com https://electronics.lnu.edu.ua/employee/nazarkevych-mariia-andriivna
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю): ауд. 7, 11, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, вул. Тарнавського, 107, м. Львів
Сторінка курсу	https://moodle.elct.lnu.edu.ua/course/view.php?id=178
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна “Програмування конфігурованих цифрових систем” є нормативною дисципліною з спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення для освітньої програми “Інформаційні системи та технології”, яка викладається в 7-му семестрі в обсязі 4-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Інформація про дисципліну	Курс розроблено для ознайомлення студентів з базовими знаннями функціонування вбудованих систем та розробці програмного забезпечення до них.
Мета та цілі дисципліни	<i>Мета:</i> курсу є засвоєння базових знань у застосуванні сучасних вбудованих систем та розробці програмного забезпечення до них. Розглядаються апаратні особливості вбудованих платформ. Вивчаються програмні засоби, що використовуються при розробці та налагодженні програмного забезпечення вбудованих систем. На лабораторних роботах студенти отримують практичні навички у роботі з вбудованими системами, розробці та налагодженні програмних компонентів до них. <i>Цілі:</i> забезпечити знайомство студента з базовими знаннями у розробленні вбудованих систем та створенні програмного забезпечення до них. Сформувати навички практичного використання; навчити студента вибирати і обґрунтувати програмні та апаратні засоби для створення вбудованих систем, вказувати область їх застосування, записувати алгоритм розв'язування, та аналізувати точність отриманого результату.
Література для вивчення дисципліни	1. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи : підручник. У 2 ч. Ч. 1. Мікропроцесорні системи [Електронний ресурс] / А. О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 43,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 367 с. : ил. 2. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи: Ч.2 «Проектування мікропроцесорних систем» [Електронний ресурс] : підручник для студ.

	<p>освітньої програми «Інтегровані інформаційні системи» за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології» / А.О. Новацький : КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 20,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 460 с.</p> <p>3. Комп'ютерна електроніка [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізації «Інтегровані інформаційні системи» / А.О. Новацький ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 80.9 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 468 с.</p> <p>4. Michael Barr. Embedded Systems Glossary. Netrino Technical Library.</p> <p>5. Jack Ganssle, Michael Barr (2003). Embedded Systems Dictionary. CMP Books. ISBN 1578201209.</p> <p>6. FAQs: Programmable Controllers" (PDF). Retrieved 2019-01-10.</p> <p>7. Jack Ganssle and Michael Barr. 2003. Embedded Systems Dictionary. CMP Books.</p> <p>8. Arnold S. Berger. Embedded Systems Design: An Introduction to Processes, Tools, and Techniques. CMP Books © 2002. ISBN: 1-57820-073-3</p>
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекційних та 32 годин лабораторних робіт. Самостійної роботи: 56 год.
Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення даного курсу студент буде:</p> <p>знати:</p> <p>основні поняття, визначення і проблеми курсу; вимоги до постановки основних задач, які вирішують конфігуровані вбудовані системи; призначення й особливості застосування основних апаратних та програмних компонентів;</p> <p>– основні архітектури мікроконтролерних програм; – основні методи таймінгу; – основні методи формування дискретних та аналогових сигналів; – технології та програмні засоби розробки програм для вбудованих систем на мові програмування C.</p> <p>вміти:</p> <p>створювати власний код програмного забезпечення для мікроконтролерів вбудованих систем; – керувати світлодіодами, двигунами постійного струму, кроковими двигунами; – використовувати рідкокристалічні дисплеї для виводу інформації; – використовувати зовнішні пристрої за допомогою стандартних інтерфейсів; – виконувати задачі за принципами розділення процесорного часу між задачами.</p> <p>Після вивчення даного курсу «Програмування конфігурованих цифрових систем» здобувачі набудуть таких Загальних та Фахових компетентностей та Програмних результатів навчання:</p> <p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК4. Здатність спілкуватися іноземною мовою як усно, так і письмово.</p> <p>ФК14. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.</p> <p>ФК15. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.</p> <p>ФК20. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання</p>

	<p>для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення. ФК26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.</p> <p>ПРН5. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.</p> <p>ПРН17. Вміти застосовувати методи компонентної розробки програмного забезпечення.</p> <p>ПРН25. Вміти проектувати та реалізовувати програмно-апаратні рішення з використанням технологій програмування вбудованих систем та IoT.</p>
Ключові слова	Вбудовані системи, мікроконтролер, мікропроцесор, Arduino.
Формат курсу	Очний
Теми	<p>Тема 1. Фундаментальні поняття: числа, комп'ютери та процесор ARM Cortex M</p> <p>Тема 2. Електроніка: резистори, напруга, струм. Цифрова логіка: транзистори, тригери та логічні функції</p> <p>Тема 3. Вступ до програмування на C. Процес проектування та розробки проекту. Архітектура універсального вбудованого пристрою. Типи процесорів, які використовуються для вбудованих систем</p> <p>Тема 4. Скінченні автомати. Розроблення алгоритму та реалізація програми, що моделює роботу недетермінованого скінченного автомата.</p> <p>Тема 5. Структура і принцип роботи контролера: центральний процесор, оперативна пам'ять і пам'ять програм, зовнішні пристрої. Порівняння технологій RISC і CISC. Програмування мікроконтролерів.</p> <p>Тема 6. Платформа Arduino Апаратна частина. Різновиди плат Arduino. клони, оригінали та сумісність. Оригінальні плати. Ардуіно-подібні плати. Підготовка до роботи з Arduino: встановлення драйвера, інсталяція програмного забезпечення Arduino. Середовище розробки Arduino.</p> <p>Тема 7. Основи програмування Arduino Біти і байти. Базова структура програми. Послідовне виконання програми. Головна програма: функції Setup() та Loop(). Переривання виконання програми. Команди Arduino і їх застосування. Типи даних. Оператори. Керуючі конструкції. Цикли. Функції та підпрограми.</p> <p>Тема 8. Робота із портами Послідовний інтерфейс введення/виведення: функції роботи з послідовним інтерфейсом, принцип його роботи, програмна емуляція UART. Конфігурація входу/виходу та настройки портів. Зчитування стану кнопки з підтягуючим та узгоджуючим резистором. Введення аналогових даних і АЦП. Аналоговий вихід. ШІМ. Деякі спеціальні функції. Вимірювання часових інтервалів.</p> <p>Тема 9. Цифрова обробка сигналів на Arduino. Введення в цифрову обробку сигналів. Усереднювання вимірів. Введення у фільтрацію. Простий низькочастотний фільтр. Генератор реалізацій фільтрів. Перетворення Фур'є. Приклад аналізатора спектру.</p> <p>Тема 10. Протоколи внутрішнього зв'язку Поняття про послідовний протокол I2C. Опис інтерфейсу I2C. Реалізація I2C в Arduino.</p>

	<p>Використання пристроїв з інтерфейсами I2C. Використання протоколу SPI. Загальні відомості про протокол SPI. Підключення пристроїв SPI. Конфігурація інтерфейсу SPI. Протокол передачі даних SPI. Порівняння SPI і I2C. Протокол 1- Wire, особливості програмування та схемної організації.</p> <p>Тема 11. Робота з пам'яттю Енергонезалежна пам'ять EEPROM. Особливості роботи. Бібліотека для роботи і з EEPROM. Використання зовнішньої пам'яті. Форматування даних за допомогою CSV-файлів. Підготовка SDкарти для реєстрації даних. Взаємодія Arduino з SD-картою. Плати розширення для SD-карт. SPI-інтерфейс SD-карти. Запис та читання SD-карт. Бібліотека для роботи із SD-картою.</p> <p>Тема 12. Використання переривань в Arduino Поняття переривання. Переривання по таймеру. Таймери на Arduino. Налаштування таймерів. Завантаження мікроконтролера перериваннями. Вимірювання завантаження переривань. ISR Таймерів. Приклади застосування.</p> <p>Тема 13. Енергозберігаючий режим Arduino. Потреба енергозбереження в мікроконтролерних прибудовах. Рівні та можливості енергозбереження Arduino. Заборона Brown-out. Виключення ADC (analog to digital conversion). Конфігурація портів введення-виводу. Power Reduction Register (PRR). Пробудження з режиму "сну" по WatchDog таймеру.</p> <p>Тема 14. Взаємодія Arduino та Bluetooth-пристроїв. Bluetooth модуль HC-06, його будова, характеристики і призначення. Протокол і режими роботи Bluetooth. Налаштування Bluetooth-модуля. AT-команди. Управління пристроями з телефону.</p> <p>Тема 15. Мережевий обмін даними з Arduino. Ethernet модуль ENC28J60, його будова, характеристики і призначення. Мережеві терміни і протоколи. Бібліотека Ethernet library. Клас Ethernet (Ethernet class). Клас IPAddress (IPAddress class). Класи Server та Client. Клас EthernetUDP. Приклади реалізації практичних задач.</p> <p>Тема 16. Реалізація WiFi пристроїв на Arduino Модулі ESP8266 для підключення плати Arduino до безпроводної мережі. Управління платою Arduino з Інтернету. Налаштування устаткування для управління введенням-виводом. Створення простої веб-сторінки. Написання програми для Arduino-сервера. Підключення до мережі і отримання IP-адреси через DHCP. Відповідь на клієнтський запит. Відправка даних в реальному часі в графічні сервіси. Приклад реалізації</p>
Підсумковий контроль, форма	Екзамен у кінці семестру
Пререквізити	<p>Для вивчення даного курсу студентам потрібні базові знання з курсів:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вища математика; - дискретна математика; - теорія алгоритмів;

	<ul style="list-style-type: none"> - алгоритмізація і програмування; - об'єктно-орієнтоване програмування. 																																																																						
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія).																																																																						
Необхідне обладнання	Комп'ютер із необхідним програмним забезпеченням, доступ до Internet мережі.																																																																						
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: 25% семестрової оцінки за виконані лабораторні роботи. • Змістовий модуль 2: 25% семестрової оцінки за виконані лабораторні роботи. • екзамен: 50% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <table border="1" data-bbox="470 851 1508 1030"> <thead> <tr> <th colspan="16">Поточне тестування та самостійна робота</th> <th rowspan="2">Після умовний тест (екзамен)</th> <th rowspan="2">Сума</th> </tr> <tr> <th colspan="8">Змістовий модуль 1</th> <th colspan="8">Змістовий модуль 2</th> </tr> <tr> <th>T1</th><th>T2</th><th>T3</th><th>T4</th><th>T5</th><th>T6</th><th>T7</th><th>T8</th> <th>T9</th><th>T10</th><th>T11</th><th>T12</th><th>T13</th><th>T14</th><th>T15</th><th>T16</th> <th></th><th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td> <td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td> <td>50</td><td>100</td> </tr> </tbody> </table> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть 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>	Поточне тестування та самостійна робота																Після умовний тест (екзамен)	Сума	Змістовий модуль 1								Змістовий модуль 2								T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16			2	2	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	50	100
Поточне тестування та самостійна робота																Після умовний тест (екзамен)	Сума																																																						
Змістовий модуль 1								Змістовий модуль 2																																																															
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16																																																								
2	2	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	50	100																																																						
Питання до заліку чи	<ul style="list-style-type: none"> • Проектування вбудованих керуючих систем реального часу • Структурна схема апаратної платформи 																																																																						

екзамену.	<ul style="list-style-type: none"> • структура контролерів переривань • Пристрої та інтерфейси вводу-виводу вбудованої системи • Автоматні та потокові моделі обчислень вбудованої системи • Інтегроване середовище розробки прикладного програмного забезпечення для вбудованих систем • Архітектура процесорних вузлів вбудованих систем; • Типи і форми паралелізму процесорних вузлів; • Ієрархія і технологія пам'яті вбудованих систем; • Структура контролерів переривань, пристроїв та інтерфейсів вводу виведення; • Зміст і взаємозв'язки етапів проектуванні вбудованих систем управління реального часу; • Автоматні та потокові моделі обчислень вбудованої системи; • Інтегроване середовище розробки прикладного програмного забезпечення • Архітектура універсального вбудованого пристрою. • Типи процесорів, які використовуються для вбудованих систем • Скінченні автомати. • Розроблення алгоритму та реалізація програми, що моделює роботу недетермінованого скінченного автомата. • Структура і принцип роботи контролера: центральний процесор, оперативна пам'ять і пам'ять програм, зовнішні пристрої. • Порівняння технологій RISC і CISC. • Програмування мікроконтролерів. • Платформа Arduino Апаратна частина. Різновиди плат Arduino. клони, оригінали та сумісність. Середовище розробки Arduino. • Основи програмування Arduino Біти і байти. Базова структура програми. • Переривання виконання програми. Команди Arduino і їх застосування. • Робота із портами Послідовний інтерфейс введення/виведення: функції роботи з послідовним інтерфейсом, принцип його роботи, програмна емуляція UART. • Цифрова обробка сигналів на Arduino. Введення в цифрову обробку сигналів. Усереднювання вимірів. Введення у фільтрацію. • Протоколи внутрішнього зв'язку • Робота з пам'яттю Енергонезалежна пам'ять EEPROM. Особливості роботи. • Використання переривань в Arduino Поняття переривання. Переривання по таймеру. Таймери на Arduino. Налаштування таймерів. Завантаження мікроконтролера перериваннями. • Енергозберігаючий режим Arduino. Потреба енергозбереження в мікроконтролерних прибудовах. • Рівні та можливості енергозбереження Arduino. • Взаємодія Arduino та Bluetooth-пристроїв.
-----------	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Мережевий обмін даними з Arduino. Мережеві терміни і протоколи. Бібліотека Ethernet library. Клас Ethernet (Ethernet class). Клас IPAddress (IPAddress class). Класи Server та Client. Клас EthernetUDP. • Написання програми для Arduino-сервера. • Підключення до мережі і отримання IP-адреси через DHCP. • Відправка даних в реальному часі в графічні сервіси.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

**Схема курсу “ Програмування конфігурованих цифрових систем ”
для студентів спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення**

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література.** * Ресурси в інтернеті	Завдання, год	Термін виконання
1	Вступ Фундаментальні поняття: числа, комп'ютери та процесор ARM Cortex M	Лекція	[1], [2], [3], [9], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
1	Електроніка: резистори, напруга, струм. Цифрова логіка: транзистори, тригери та логічні функції	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
2	Вступ до програмування на C. Процес проектування та розробки проекту. Архітектура універсального вбудованого пристрою. Типи процесорів, які використовуються для вбудованих систем	Лекція	[1], [2], [3], [8], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
2	Лаб.1. Створення репозиторію на Github. Завантажити проект. Закомітити програму (змінюємо)	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
3	Скінченні автомати. Розроблення алгоритму та реалізація програми, що моделює роботу недетермінованого скінченного автомата.	Лекція	[1], [2], [7], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
3	Лаб.2. Запустити існуючий проект на LaunchPad за допомогою перемикача входу та світлодіодного виходу	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
4	Структура і принцип роботи контролера: центральний процесор, оперативна пам'ять і пам'ять програм, зовнішні пристрої. Порівняння технологій RISC і CISC. Програмування мікроконтролерів.	Лекція	[1], [2], [7], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
4	Лаб.3. Налаштування системи з двома входами і двома виходами	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
5	Платформа Arduino Апаратна частина. Різновиди плат Arduino. клони, оригінали та сумісність. Оригінальні плати. Ардуіно-подібні плати. Підготовка до роботи з Arduino: встановлення драйвера, інсталяція програмного забезпечення Arduino. Середовище розробки Arduino.	Лекція	[1], [2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
5	Лаб.4. Написати функцію на C і виконати введення/виведення	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
6	Основи програмування Arduino Біти і байти. Базова структура програми. Послідовне виконання програми.	Лекція	[1], [2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня

	Головна програма: функції Setup() та Loop().				
6	Лаб.5. Напишіть програмне забезпечення на C, яке вводить дані з перемикача та перемикає світлодіодний вихід	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
7	Переривання виконання програми. Команди Arduino і їх застосування. Типи даних. Оператори. Керуючі конструкції. Цикли. Функції та підпрограми.	Лекція	[1], [2], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
7	Лаб. 6. Написати функції C, які вводять із перемикача та виводять на два світлодіоди, які є віртуальним кардіостимулятором	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
8	Робота із портами Послідовний інтерфейс введення/виведення: функції роботи з послідовним інтерфейсом, принцип його роботи, програмна емуляція UART. Конфігурація входу/виходу та настройки портів. Зчитування стану кнопки з підтягуючим та узгоджуючим резистором. Введення аналогових даних і АЦП. Аналоговий вихід. ШІМ. Деякі спеціальні функції. Вимірювання часових інтервалів.	Лекція	[1], [2], [6], [7], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
8	Підсумкове заняття ЗМ 1	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
9	Цифрова обробка сигналів на Arduino. Введення в цифрову обробку сигналів. Усереднювання вимірів. Введення у фільтрацію. Простий низькочастотний фільтр. Генератор реалізації фільтрів. Перетворення Фур'є. Приклад аналізатора спектру.	Лекція	[1], [2], [5], [6], Сайт курсу	2	Кінець поточного тижня
9	Лаб.7. Інтерфейс зовнішнього перемикача та світлодіода та створення програмного забезпечення введення/виведення	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
10	Протоколи внутрішнього зв'язку Поняття про послідовний протокол I2C. Опис інтерфейсу I2C. Реалізація I2C в Arduino. Використання пристроїв з інтерфейсами I2C. Використання протоколу SPI. Загальні відомості про протокол SPI. Підключення пристроїв SPI. Конфігурація інтерфейсу SPI. Протокол передачі даних SPI. Порівняння SPI і I2C. Протокол 1- Wire, особливості програмування та схемної організації.	Лекція	[1], [2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
10	Лаб.8. Лаб. 8. Написати функції на C, використовуючи структури даних масиву, які збирають/налагоджують вашу систему	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
11	Робота з пам'яттю Енергонезалежна пам'ять EEPROM. Особливості роботи.	Лекція	[1], [2], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня

	Бібліотека для роботи і з EEPROM. Використання зовнішньої пам'яті. Форматування даних за допомогою CSV-файлів. Підготовка SDкарти для реєстрації даних. Взаємодія Arduino з SD-картою. Плати розширення для SD-карт. SPI-інтерфейс SD-карти. Запис та читання SD-карт. Бібліотека для роботи із SD-картою.				тижня
11	Лаб.9. Інтерфейс 3 перемикачів і 6 світлодіодів і створення кінцевого автомата світлофора	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
12	Використання переривань в Arduino Поняття переривання. Переривання по таймеру. Таймери на Arduino. Налаштування таймерів. Завантаження мікроконтролера перериваннями. Вимірювання завантаження переривань. ISR Таймерів. Приклади застосування.	Лекція	[1], [2], [4], [7], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
12	Лаб.10. Робота з біометричним сканером і Arduino. Розробка програми для ідентифікації відбитків пальців	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
13	Енергозберігаючий режим Arduino. Потреба енергозбереження в мікроконтролерних пристроях. Рівні та можливості енергозбереження Arduino. Заборона Brown-out. Виключення ADC (analog to digital conversion). Конфігурація портів введення-виводу. Power Reduction Register (PRR). Пробудження з режиму "сну" по WatchDog таймеру.	Лекція	[1], [2], [4], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
13	Лаб.11. Робота з мікрокомп'ютером Raspberry Pi	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
14	Взаємодія Arduino та Bluetooth-пристроїв. Bluetooth модуль HC-06, його будова, характеристики і призначення. Протокол і режими роботи Bluetooth. Налаштування Bluetooth-модуля. AT-команди. Управління пристроями з телефону.	Лекція	[1], [2], [4], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
14	Лаб.12. Створення проекту з Raspberry Pi	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
15	Мережевий обмін даними з Arduino. Ethernet модуль ENC28J60, його будова, характеристики і призначення. Мережеві терміни і протоколи. Бібліотека Ethernet library. Клас Ethernet (Ethernet class). Клас IPAddress (IPAddress class). Класи Server та Client. Клас EthernetUDP. Приклади реалізації практичних задач.	Лекція	[1], [2], [4], [5] Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
15	Підсумкове заняття ЗМ 2	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
16	Реалізація WiFi пристроїв на Arduino Модулі ESP8266 для підключення плати Arduino до безпроводної мережі.	Лекція	[4], [7], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня

	Управління платою Arduino з Інтернету. Налаштування устаткування для управління введенням-виводом. Створення простої веб-сторінки. Написання програми для Arduino-сервера. Підключення до мережі і отримання IP-адреси через DHCP. Відповідь на клієнтський запит. Відправка даних в реальному часі в графічні сервіси. Приклад реалізації.				
16	Підсумкове заняття	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня

<https://moodle.elct.lnu.edu.ua/course/view.php?id=178>