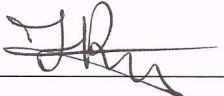


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій

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
“ Програмування вбудованих та конфігурованих 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 вбудованих та конфігурованих 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, 79011
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@lnu.edu.ua 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. <i>Тарнавського</i> , 107, м. Львів
Сторінка курсу	https://electronics.lnu.edu.ua/course/chysel-ni-metody-ist https://moodle.elct.lnu.edu.ua/course/view.php?id=178
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна “Програмування вбудованих та конфігурованих систем ” є нормативною дисципліною з спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення для освітньої програми “Високопродуктивний комп'ютинг”, 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. Сформувані 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	Основна література: 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

	<p>: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 367 с. : ил.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи: Ч.2 «Проектування мікропроцесорних систем» [Електронний ресурс] : підручник для студ. 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, 2020. – 460 с. 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. 4. The RISC-V Reader: An Open Architecture Atlas / David Patterson, Andrew Waterman. - Режим доступу: https://riscvbook.com 5. RISC-V Unprivileged Specification 6. Michael Barr. Embedded Systems Glossary. Netrino Technical Library. 7. Jack Ganssle, Michael Barr (2003). Embedded Systems Dictionary. CMP Books. ISBN 1578201209. 8. FAQs: Programmable Controllers" (PDF). Retrieved 2020-01-10. 9. Jack Ganssle and Michael Barr. 2003. Embedded Systems Dictionary. CMP Books. 10. Arnold S. Berger. Embedded Systems Design: An Introduction to Processes, Tools, and Techniques. CMP Books <p>Додаткова література (Інтернет-ресурси):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. RISC-V Learn. - Режим доступу: https://riscv.org/learn/ 2. Running 64- and 32-bit RISC-V Linux on QEMU. - Режим доступу: https://risc-v-getting-started-guide.readthedocs.io/en/latest/linux-qemu.html
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</p>

	<p>зовнішні пристрої за допомогою стандартних інтерфейсів; – виконувати задачі за принципами розділення процесорного часу між задачами.</p> <p>Після вивчення даного курсу «Програмування вбудованих та конфігурованих систем» здобувачі набудуть таких Загальних та Фахових компетентностей та програмних результатів навчання:</p> <p>ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК04. 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 для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.</p> <p>ФК27. Здатність розробляти програмне забезпечення для систем штучного інтелекту та вбудованих систем.</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, відеопотік даних, розпізнавання образів.
Формат курсу	Очний
Теми	Див. Схема курсу
Підсумковий контроль, форма	Іспит 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; - основи програмування; - алгоритми і структури даних; - об'єктно-орієнтоване програмування.
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: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3(4 ядра/8 потоків), 8ГБ оперативної пам'яті, 50ГБ вільного місця на диску, відеокарта Nvidia GEFORCE GT1030 2048MB), доступ до мережі Internet, засоби мультимедіа (в т.ч. проектор).</p> <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);

	<ul style="list-style-type: none"> ● мультимедійне обладнання (проектор, проекційний екран, дошка настінна, звуковий підсилювач та аудіосистема); ● комутатор мережевий для доступу до мережі Internet. ● відеокарта Nvidia GEFORCE GT1030 2048MB), онлайн-доступ до кластера паралельних та розподілених обчислень та до GP GPU-сервера факультету. Необхідне програмне забезпечення включає в себе операційна система ОС Ubuntu 16 LTS; ● середовище розробки на мові програмування C: Geany (версії 1.38)/Code::Blocks (версії 17.12); ● компілятор мови програмування C (пакет GCC версії 11.2); ● PyCharm, ● Anaconda, ● бібліотеки OpenCV, ● бібліотеки scikit-learn, бібліотеки tensor flow, Arduino, Rasbery Pi, біометричний сканер, web-камера, диктофон
<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: до 5 балів за виконання модульного завдання – написання есе за обраною тематикою з переліку. • Змістовий модуль 2: до 5 балів за виконання модульного завдання – написання есе за обраною тематикою з переліку. • Виконання лабораторних робіт: до 40 балів. <p>Іспит- 60 балів Підсумкова максимальна кількість балів 100. Звітність за курс – іспит в кінці семестру.</p> <p>Змістовий модуль – самостійна робота студента оформлена у вигляді есе – робота друкованим текстом, рекомендованим обсягом до 10 сторінок (шрифт Times New Roman, 14). Есе включає в себе детальний розгляд обраної індивідуальної теми, 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. Тематики для змістових модулів див. у розділі</p> <p>Питання до модульного контролю. 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>

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

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.

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 при поточному контролі та бали за виконання лабораторних робіт. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час 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.

Оцінювання лабораторних робіт (12 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 40) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення лабораторної роботи в аудиторії (0-5 балів за одну роботу) та захисту звіту по виконаній лабораторній роботі (0-3 балів за одну роботу). У підсумку, всі набрані бали множаться на коефіцієнт (0.41) для переведення у 40-ти бальну шкалу.

Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

- 5 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;
- 4 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання (або з несуттєвими недоліками);
- 3 – 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 неточно, або з помірними недоліками;
- 2 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми функціонує з суттєвими недоліками;
- 1 - студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, код програми не функціонує належним чином;
- 0 - студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.

Оцінювання змістових модулів (2 змістових модулів, 5 балів за кожний) — за результатами написаних студентом есе, тестів, програм, тощо.

Бали оцінювання змістових модулів нараховуються за наступним співвідношенням:

- 5-4 - розглянута тема відтворюється в повному обсязі, правильно,

	<p>обґрунтовано, логічно, містить аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом. Наведені приклади коду повністю робочі та відповідають темі. Можуть бути присутні несуттєві помилки та невідповідності;</p> <p>4-3 - відтворюється значна частина розглянутої теми. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни, проте присутні неточності та/або невідповідності основній темі. Наведені приклади коду частково робочі, проте в загальному відповідають темі;</p> <p>3-2 - відстежується загальне розуміння розглянутої теми. Виявлені множинні неточності та невідповідності, пояснення наведеного коду відсутні, код функціонує із значними неточностями (або відсутні приклади запуску коду на виконання взагалі);</p> <p>2-1 – студент погано розуміє розглянуту тему. Виявлені суттєві неточності та невідповідності. Наведені приклади коду з суттєвими недоліками, або не відповідають темі;</p> <p>1 – 0 – студент взагалі не розуміє розглянуту тему. Тему не розкрито, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи. Наведений код не робочий, або відсутній як такий.</p> <p>Іспит (60 балів) передбачає тестові та практичні завдання.</p> <p>Екзаменаційний білет містить три типи завдань: 2 теоретичних питання; 10 тестових завдань; 3 практичних завдання (програма). Кожне з завдань екзаменаційного білета оцінюється за шкалою:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретичні питання – до 10 балів включно (до 5 балів за кожне питання); – тестові завдання – до 20 балів (1 бал за кожну правильну відповідь); – три практичних завдання (програма) – по 10 балів. <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>Орієнтовні теми змістових модулів:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 1. Проектування вбудованих керуючих систем реального часу ● Структурна схема апаратної платформи ● 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;

	<ul style="list-style-type: none"> ● 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. ● 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. <p>Відправка даних в реальному часі в графічні сервіси.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

**Схема курсу “Програмування вбудованих та конфігурованих 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], https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=5769	2	кінець поточного тижня
1	Лаб.1. Створення репозиторію на Github. Завантажити проект. Закомітити програму (змінюємо)	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], https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=5769	2	кінець поточного тижня
2	Лаб.2. Завантаження відео з камери та його зберегти. Відділити окремо звук і відео	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.3. Слідкування за об'єктами з камери	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.4. Завантаження звуку та його збереження та трансформація звуку.	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
5	Платформа Arduino Апаратна частина. Різновиди плат Arduino. клони, оригінали та сумісність.	Лекція	[1], [2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня

	Оригінальні плати. Ардуіно-подібні плати. Підготовка до роботи з Arduino: встановлення драйвера, інсталяція програмного забезпечення Arduino. Середовище розробки Arduino.				
5	Лаб.5. Розпізнавання об'єктів за допомогою мережі Yolo. Створення для розпізнавання свого об'єкту та слідування за ним	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
6	Основи програмування Arduino Біти і байти. Базова структура програми. Послідовне виконання програми. Головна програма: функції Setup() та Loop().	Лекція	[1], [2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
6	Лаб.5. Редагування відео. Редагування на основі фільтрів	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. Редагування відео. Накладання свого звуку.	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 узгоджувачим 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	Лекція	[1], [2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня

	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.				
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. 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.	Лекція	[1], [2], [6], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
11	Лаб.9. Інтерфейс з 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	Лекція	[1], [2], [4], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня

	роботи Bluetooth. Налаштування Bluetooth-модуля. АТ-команди. Управління пристроями з телефону.				
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 3М 2	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
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.	Лекція	[4], [7], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
16	Підсумкове заняття	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня

<https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=5769>