МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Фізичний факультет
Кафедра експериментальної фізики

Затверджено
на засіданні кафедри експериментальної фізики
фізичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 7 від 07.06.2023 р.)

Завідувач кафедри

Анатолій ВОЛОШИНОВСЬКИЙ

Силабус
з навчальної дисципліни «Програмування мікроконтролерів», що викладається в межах ОПП «Комп'ютерні технології у прикладній фізиці» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Львів 2023

Назва дисципліни	Програмування мікроконтролерів
Адреса викладання дисципліни	вул. Кирила і Мефодія, 8, 79005, м. Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	фізичний факультет, кафедра експериментальної фізики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань – 10 Природничі науки Спеціальність – 105 Прикладна фізика та наноматеріали
Викладач дисципліни	Рудиш М.Я., кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри експериментальної фізики.
Контактна інформація викладача	myron.rudysh@lnu.edu.ua, rudysh.myron@gmail.com
Консультації з курсу відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі консультації через електронну пошту або он-лайн засобами Microsoft Teams, Telegram.
Сторінка курсу	https://physics.lnu.edu.ua/course/prohramuvannia-mikrokontroleriv-prykladna-fizyka-ta-nanomaterialy
Інформація про дисципліну	Дисципліна "Програмування мікроконтролерів" є нормативною навчальною дисципліною з спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали, яка викладається у V семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна "Програмування мікроконтролерів" знайомить студентів з будовою та периферійними пристроями, а також методами програмування мікроконтролерів та їхнім застосування у фізичних вимірюваннях.
Мета та цілі дисципліни	**Мета** викладання дисципліни – вивчення принципів і методів розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів. ознайомлення із програмними та апаратними засобами розробки, відлагодження і програмування сучасних мікроконтролерів, що широко використовуються у вимірювальній і обчислювальній техніці, в мікропроцесорних та програмних засобах автоматизації. **Завдання** дисципліни: - ознайомлення з галузями використання, класифікацією та можливостями сучасних мікроконтролерів, апаратними та програмними засобами для програмування мікроконтролерів; - формування уявлень про принципи та типові алгоритми роботи пристроїв на базі мікроконтролерів; - вивчення типових схем підключення та прийомів програмування мікроконтролерів для роботи з індикаторами, кнопками, аналоговими та дискретними давачами, електроприводами, іншими мікросхемами, для обміну даними з іншими пристроями; - формування навичок проектування електричних схем з мікроконтролерами та розробки програм для них.
Література для вивчення дисципліни	**Базова:** 1. Бочаров С. Ю. Мікропроцесорна техніка : навч. посіб. / С.Ю. Бочаров. – Рівне : 2006. – 163 с. 2. Якименко Ю.І., Терещенко Т.О., Сокол Є.І., Жуйков В.Я., Петергеря Ю.С. Мікропроцесорна техніка. 2-ге вид., переробл. та доповн. – К.: Політехніка, Кондор, 2004. – 440 с. 3. Sommer U. Arduino. Mikrocontroller-Programmierung mit Arduino / Freeduino, Franzis Verlag GmbH, 2010. 4. ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P. Data Sheet Complete. – Microchip Technology Inc., 2019. – 657 с.

	Допоміжна: 1. Локазюк В.М. Мікропроцесори та мікро-ЕОМ у виробничих системах: Посібник. Серія "Альма-матер". – Київ: Академія, 2002. – 367с. 2. Буняк А. Електроніка та мікросхемотехніка. Тернопіль, 2001 – 382 с Додаткові матеріали також буде запропоновано для кожної теми окремо. **Інформаційні ресурси:** 1. https://www.arduino.cc 2. http://www.wikipedia.org
Тривалість курсу	один семестр
Обсяг курсу	120 годин, з яких 80 годин аудиторних занять, з них 32 годин лекцій, 48 годин лабораторних занять та 40 годин самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	Курс формує такі загальні (ЗК) та спеціальні компетентності (СК): **Загальні компетентності:** **ЗК 3.** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. **ЗК 6.** Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні. **Спеціальні (фахові) компетентності:** **СК 1**. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів. **СК 4**. Здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок. **СК 5**. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій. **СК 7**. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності. **СК 10.** Здатність програмувати мікроконтролери та використовувати їх для автоматизації фізичного експерименту. **Програмні результати навчання:** **ПРН 07**. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково технічну інформацію в галузі прикладної фізики. **ПРН 9**. Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію. **ПРН 15**. Розуміти принципи автоматизації фізичного експерименту. У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні **знати:** принципи розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів, сучасну базу мікроконтролерів та засобів для роботи з ними; **вміти:** самостійно обирати засоби мікропроцесорної техніки для реалізації конкретних пристроїв, вибирати програмні та апаратні засоби для роботи з ними, будувати електричні схеми проектувати, розробляти та відлагоджувати програми для мікроконтролерів.
Ключові слова	Мікроконтролер, платформа Arduino, цифрові порти вводу/виводу, АЦП, кроковий двигун, ШИМ, переривання, таймери, регістри, побітові операції, протоколи передачі даних.
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних занять і консультації для кращого розуміння тем.

<table>
<tr><td>Теми</td><td>Наведено у табл. 1</td></tr>
<tr><td>Підсумковий контроль, форма</td><td>Підсумковий контроль: іспит в кінці семестру.
Форма: письмово-усна.</td></tr>
<tr><td>Пререквізити</td><td>Обчислювальна техніка і програмування, об’єктно-орієнтоване програмування, чисельні методи.</td></tr>
<tr><td>Навчальні методи та техніки, які буде використано під час викладання курсу</td><td>лекції, лекційні демонстрації, виконання і захист лабораторних робіт, презентації.</td></tr>
<tr><td>Необхідне обладнання</td><td>Лекційні заняття – мультимедійна установка та ноутбук. Лабораторні заняття – комп’ютери та навчальні комплекти на базі Arduino Uno.</td></tr>
<tr><td>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</td><td>Оцінювання проводяться за 100- бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:
• допуск до лабораторних робіт та захист лабораторних робіт – 40 балів (8 робіт х 5 балів);
• колоквіум в середині семестру за лекційними заняттями – 10 балів.
Разом за семестр: 50 балів.
• Іспит: 50 балів.
Підсумкова максимальна кількість балів: 100.

Шкала оцінювання лабораторної роботи
<table>
<tr><th>Бали</th><th>Критерії оцінювання</th></tr>
<tr><td>5</td><td>Здобувач самостійно провів розрахунки відповідно до ходу роботи в повному обсязі, грамотно обробив результати експерименту. Склавши письмовий звіт, зробив обґрунтований висновок. На захисті продемонстрував глибокий рівень знань з тематики лабораторної роботи.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Здобувач самостійно провів розрахунки відповідно до ходу роботи в повному обсязі, грамотно обробив результати експерименту. Письмовий звіт зробив з незначними помилками. На захисті продемонстрував хороший рівень знань з тематики лабораторної роботи.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Студент виконав розрахунки частково з допомогою лаборанта/викладача відповідно до ходу роботи. Одержані результати дають можливість сформувати правильні висновки або їх частину. На захисті лабораторної роботи продемонстровано достатній рівень знань.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Студент провів розрахунки з допомогою лаборанта / викладача, частково обробив результати експерименту, склав письмовий звіт, де допущені помилки з оформлення, на захисті продемонстрував базовий рівень знань.</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Студент провів розрахунки з допомогою лаборанта / викладача, частково обробив результати експерименту, склав письмовий звіт без належного оформлення, на захисті продемонстрував низький рівень знань.</td></tr>
<tr><td>0</td><td>Здобувач не представив до захисту звіт з відповідної лабораторної роботи.</td></tr>
</table>
У разі відсутності студента під час проведення лабораторних занять з поважних причин йому надається право на відпрацювання. У всіх інших випадках відсутність здобувача на лабораторних заняттях автоматично зараховується йому як незадовільна оцінка (0 балів) за відповідну тематичну лабораторну роботу. Незадовільну оцінку студент має право перескласти. Додатковий термін перездачі призначає викладач.</td></tr>
</table>

Підсумковий контроль (іспит): 50% семестрової оцінки.
Підсумковий контроль здійснюється у формі іспиту з врахуванням накопичених балів протягом семестру в процесі поточного контролю.

На іспит виноситься 2 описові питання, з максимальною оцінкою в 10 балів кожне і тести з максимальною сумарною оцінкою 30 балів. Максимальна кількість балів за іспит – 50.

Критерії оцінювання питань іспиту та колоквіуму

Критерії	**Бали**
Здобувач продемонстрував глибокий рівень розуміння матеріалу. Під час відповіді використовував формули, означення, приводив доведення, вільно володів концепціями. Розглянуто всі аспекти поставленого запитання. Відповіді були достатньо аргументовані, чіткі й логічні, містили всі необхідні елементи й деталі. Допускалися деякі неточності формулювань.	10-9
Здобувач продемонстрував достатній або середній рівень фізичних знань під час відповіді на запитання. Наведено формули й означення без їхнього повного кінцевого розуміння. Відповіді на певні аспекти питання були в основному правильні, але недостатньо фізично обґрунтовані, допускалися математичні помилки й неточності означень.	8-6
Здобувачем продемонстровано задовільний або базовий рівень знань з питання, яке у відповіді не розглянуто з усіх необхідних точок зору. Крім значних математичних помилок, траплялися випадки, пов'язані з помилковою фізичною інтерпретацією певного аспекту питання.	5-1

Додаткові бали (до 10 включно) можна отримати за написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни.

Академічна доброчесність здобувачами вищої освіти передбачає самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання. Списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій чи усній роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів обману.

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Література. Усю література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надано викладачами виключно в освітніх цілях без права її передавання третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.

Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані на практичних та поточному тестуванні. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних із навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.

	Додаткові бали можна отримати за результатами неформального та/або інформального навчання по тематиці даного курсу. Визнання та зарахування результатів такого навчання відбувається у відповідності до наданих документів про неформальне та/або інформальне навчання. **Жодні форми академічної недоброчесності не толеруються.**
Питання до екзамену	1. Історичні відомості про створення і розробку мікроконтролерів. 2. Платформа Arduino. 3. Структура та характеристики плати Arduino UNO. 4. Схема та внутрішня будова мікроконтролера ATmega328. 5. Архітектури мікроконтролерів. 6. CISC та RISC набори інструкцій. 7. Прінстонська та Гаврвардська архітектура мікроконтролера. 8. Організація пам'яті мікроконтролера ATmega328. 9. Структура і регістри керування портами вводу/виводу. 10. Вивід даних з допомогою семисегментних індикаторів. 11. Статичний та динамічний режим виводу інформації. 12. Цифровий ввід. 13. Підключення та робота з кнопкою. 14. Обробка сигналів кнопки. 15. Обробка інформації з зовнішніх сенсорів. 16. Брязкіт контактів. 17. Апаратний та програмний методи боротьби з брязкотом контактів. 18. Побітові (низькорівневі) операції. 19. Встановлення логічних «0», «1» та зміна на протилежний сигналу на довільній ніжці портів вводу/виводу мікроконтролера. 20. Бінарна та шістнядцяткова системи числення та переведення між ними. 21. Обмін даними мікроконтролер-ПК. 22. Інтерфейси мікроконтролерів AVR. 23. UART, USART, протоколи. 24. Псевдоклас Serial. 25. Відладка роботи мікроконтролера. 26. SPI інтерфейс передачі даних. 27. Структура протоколу та основні схеми підключення пристроїв. 28. I^2C інтерфейс передачі даних. 29. Структура протоколу I^2C. 30. Підключення периферійних пристроїв по шинах SPI й I^2C. 31. Таймери-лічильники. 32. Переповнення лічильника. 33. Переривання по лічильнику. 34. Регістри таймерів Arduino. 35. Зовнішнє (апаратне) переривання. 36. Зовнішні сигнали від таймера, генерування імпульсів. 37. Робота таймера від зовнішніх сигналів. 38. Використання таймерів/лічильників для реєстрації зовнішніх сигналів.

	39. Частотомір на таймері. 40. Робота з аналоговими сигналами. 41. Аналого-цифровий перетворювач. 42. Широтно-імпульсна модуляція. 43. Види ШІМ сигналу. 44. Реалізація цифро-аналогового перетворювача на основі ШІМ. 45. Аналоговий компаратор. 46. Сторожовий таймер. 47. Використання сторожового таймера. 48. EEPROM пам'ять. 49. Керування кроковим двигуном. 50. Об'єктно-орієнтоване програмування мікроконтролерів.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Програмування мікроконтролерів»

Тижні	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Література	Термін виконання
1	Тема 1. **Вступ.** Задачі курсу. Термінологія. Література. Порядок виконання лабораторного практикуму. Технічне, інформаційне, програмне і методичне забезпечення курсу.	Лекції — 2 год. лабораторні — 3 год. самостійна робота — 2 год.	Б: 1-2	1 тиждень
2-3	Тема 2. **Основи мікропроцесорної техніки**. Типова архітектура мікроконтролерів. Архітектура мікроконтролерів AVR. Будова та призначення елементів платформи Arduino. Середовище розробки Arduino IDE. Структура базової програми	Лекції — 4 год. лабораторні — 6 год. самостійна робота — 4 год.	Б: 2-4 Д: 1	2 тижні
4–5	Тема 3. **Порти цифрового вводу та виводу**. Структура портів вводу-виводу. Регістри керування портами. Керування світлодіодами. Вивід даних з допомогою семисегментних індикаторів. Обробка сигналів кнопок.	Лекції — 4 год. лабораторні — 6 год. самостійна робота — 4 год.	Б: 4	2 тижні
6–7	Тема 4. **Основи програмування Arduino на C++**. Байти і біти. Побітові операції. Типи даних і змінні. Оператори. Цикли. Функції і підпрограми. Математичні функції. Перетворення типів. Обмін даними з допомогою послідовного порта Спеціальні функції Arduino.	Лекції — 4 год. лабораторні — 6 год. самостійна робота — 4 год.	Б:1-4 Д: 1,2	2 тижні

Тижні	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Література	Термін виконання
8–9	Тема 5. **Інтерфейси мікроконтролерів AVR.** Послідовний порт. Робота по протоколу SPI. Протокол USART. Протокол I2C.	Лекції — 4 год. (колоквіум) лабораторні — 6 год. самостійна робота — 6 год.	Б:1-4 Д: 1,2	2 тижні
10–11	Тема 6. **Робота з аналоговими сигналами**. Принцип роботи АЦП. Реалізація ШІМ ЦАП на основі ШІМ. Проект «Вимірювання опору з допомогою Arduino». Проект «Керування яскравістю LED».	Лекції — 4 год. лабораторні — 6 год. самостійна робота — 6 год.	Б: 2,3 Д: 1,2	2 тижні
12–13	Тема 7. **Таймери**. Таймери в мікроконтролерах AVR. Регістри керування таймерами. Сторожовий таймер.	Лекції — 4 год. лабораторні — 6 год., самостійна робота — 6 год.	Б: 3,4 Д: 1	2 тижні
14–15	Тема 8. **Робота з перериваннями.** Переривання по таймеру. Зовнішні переривання. Проект «Годинник».	Лекції — 4 год. лабораторні — 6 год. самостійна робота — 6 год.	Б: 2-4 Д: 1,2	2 тижні
16	Тема 9. **Прикладні проекти на основі Arduino**. Керування кроковим двигуном. Регулятор температури	Лекції — 2 год. лабораторні — 3 год. самостійна робота — 2 год.	Б: 2-4 Д: 1,2	1 тиждень