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

Затверджено

на засіданні кафедри загальної фізики
фізичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 30.08.2023 р.)

Завідувач кафедри Василь СТАДНИК

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

Львів 2023

Назва дисципліни	Комп'ютеризовані вимірювальні системи
Адреса викладання дисципліни	вул. Драгоманова, 19, 79005, м. Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	фізичний факультет, кафедра загальної фізики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань – 10 Природничі науки Спеціальність – 105 Прикладна фізика та нанометріали
Викладачі дисципліни	лектор: Фтомин Назар Євгенійович, доцент кафедри загальної фізики, к.ф.-м.н., лабораторні заняття проводить доц. Фтомин Н.Є.
Контактна інформація викладачів	nazar.ftomyn@lnu.edu.ua,
Консультації з дисципліни відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Можливі, також, он-лайн консультації через електронну пошту, або за допомогою Microsoft Teams, Zoom.
Сторінка курсу	https://physics.lnu.edu.ua/academics/bachelor/curriculum-it-technologies-in-physics
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Комп'ютеризовані вимірювальні системи» є нормативною дисципліною для підготовки бакалавра за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали, яка викладається в VII семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Навчальна дисципліна «Комп'ютеризовані вимірювальні системи» знайомить студентів із методами опису та перетворення цифрових сигналів, фізичними основами сучасної цифрової мікросхемотехніки та основними дискретними та інтегральними елементами. Значна увага зосереджена на їхньому використанні під час фізичних досліджень. Широко представлено інформацію про основні тенденції розвитку комп'ютерних вимірювальних систем, програмування мікроконтролерів, використання високорівневих та низькорівневих мов програмування, тощо.
Мета та цілі дисципліни	**Мета:** сформувати у студентів знання та уміння в області автоматизації вимірювань, контролю та опрацювання даних, необхідних для отримання достовірної інформації про фізичні явища і процеси. **Ціль:** набуття студентами навиків роботи з радіоелектронною комп'ютеризованою апаратурою, яка дає відомості про основні методи вимірювань за допомогою персонального комп'ютера, закладає передумови для самостійної наукової роботи.
Література для вивчення дисципліни	**Базова:** 1. Гомілко І.В. Застосування мікроконтролерів : навчальний посібник / І.В. Гомілко, О.С. Тонкошкур, О.В. Коваленко. – Д. : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2013. – 428 с. 2. Левитський С.М. Основи радіоелектроніки : підручник / С.М. Левитський ; КНУТШ. – К : Київський ун-т, 2007. – 456 с. 3. Шликов В.В. Мікропроцесорна техніка: Практикум / В.В. Шликов. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 144 с. 4. Tietze U. Electronic Circuits. Handbook for Design and Application / U. Tietze, C. Schenk. – Springer, Berlin, 2008. – 1543 p. 5. Horowitz P. The Art Of Electronic / P. Horowitz, W. Hill. – Cambridge University Press, 2015. – 1225 p. 6. Смирний М.Ф. Мікросхемотехніка : конспект лекцій для студен-

	тів усіх форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / М.Ф. Смирний ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 113 с. **Допоміжна:** 1. Оберемок Є.А. Прикладна фізика. Основи програмного керування цифровими засобами автоматизації експерименту / Є.А. Оберемок, О.С. Клімов, О.С. Оберемок. – Київ: Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2017. – 49 с. 2. Шопа Я.І. Основи радіоелектроніки : лабораторний практикум. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 116 с. 3. Грищук Ю.С. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці : навч. посіб. / Ю.С. Грищук. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 384 с. 4. Цирульник С.М. Програмування мікроконтролерів AVR : [навчальний посібник] / С.М. Цирульник, О.Д. Азаров, Л.В. Крупельницький, Т.І. Трояновська. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 111 с. **Інформаційні ресурси:** 1. https://www.arduino.cc/ 2. https://www.raspberrypi.org/ 3. https://www.ni.com/en-us.html Наукові статті у періодичних виданнях за тематикою дисципліні.
Тривалість дисципліни	один семестр
Обсяг дисципліни	90 годин, з яких 64 год. аудиторних занять, з них 32 год. лекцій, 32. год лабораторних занять та 26 год. самостійної роботи
Очікувані результати навчання	***Загальні компетентності (ЗК):*** **ЗК 3.** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. **ЗК 5.** Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. **ЗК 6.** Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні. **ЗК 10.** Навички здійснення безпечної діяльності. ***Спеціальні компетентності (СК):*** **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 6.** Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем. ***Програмні результати навчання (ПРН):*** **ПРН 03.** Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики. **ПРН 05.** Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики. **ПРН 07.** Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково технічну інформацію в галузі прикладної фізики.

	ПРН 09. Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію. **ПРН 10.** Планувати й організовувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди при розробці та реалізації наукових і прикладних проектів. **ПРН 11.** Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні. **ПРН 12.** Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем. **ПРН 15.** Розуміти принципи автоматизації фізичного експерименту. Після завершення цієї дисципліни студент буде: **знати:** 1. сучасний стан і перспективи розвитку комп'ютерних вимірювальних систем; 2. принципи роботи та напрямки практичного використання сучасних інтерфейсних пристроїв; 3. основи управління різними зовнішніми пристроями для проведення вимірювань, збору і обробки інформації; 4. характеристики сучасних ПК з точки зору їхньої взаємодії із зовнішніми пристроями; принципи роботи цифрової техніки; **вміти:** 1. проводити аналіз сучасних електронних систем вимірювальної та інформаційної електроніки, принципів їх комп'ютерного управління; 2. на основі вихідного технічного завдання здійснювати підбір оптимального типу керуючого інтерфейсу; 3. розробляти конкретні автоматизовані системи для фізичних досліджень; 4. використовувати інтернет-ресурси для пошуку потрібної інформації.
Ключові слова	цифровий код, логічний елемент, тригер, аналого-цифровий перетворювач, цифро-аналоговий перетворювач, мікроконтролер
Формат дисципліни	очний
Теми	Наведено у табл. 1.
Підсумковий контроль, форма	Підсумковий контроль: іспит в кінці семестру. Форма: письмово-усна.
Пререквізити	Для вивчення дисципліни студенти потребують знань з дисциплін «Обчислювальна техніка і програмування», «Об'єктно орієнтоване програмування», «Програмування мікроконтролерів» та базових знань з фізики.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	лекції, презентації (ілюстрація, демонстрація), розповіді, пояснення, дискусія, виконання лабораторних робіт
Необхідне обладнання	персональний комп'ютер, загальновживані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: **Поточний контроль:** *лабораторні заняття*: 40 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 40 (10 лабораторних робіт по 4 бали):

	– виконання лабораторних робіт: 10 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – **10** (10 лабораторних робіт по 1 балу): – захист звітів лабораторних робіт 30 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – **30** (10 лабораторних робіт по 3 балів). • 3 бали – студент повністю володіє матеріалом, має правильно оформлений звіт; • 2 бали – студент добре володіє матеріалом, є незначні помилки, має правильно оформлений звіт; • 1 бал – студент не володіє матеріалом, але має правильно оформлений звіт • невиконана студентом лабораторна робота оцінюється в 0 балів. *опитування на лекційних заняттях*: 10 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – **10** (5 усних опитувань по 2 бали). • 2 бали – студент повністю володіє матеріалом; • 1 бал – студент частково володіє матеріалом; • 0 балів – студент не володіє матеріалом. Разом за семестр **50** балів. **Іспит**, на який виноситься 5 питань по 10 балів кожне – разом 50 балів. • 9, 10 балів – студент повністю володіє матеріалом є незначні неточності; • 5-8 балів – студент частково/повністю володіє матеріалом є грубі/незначні помилки; • 1-4 балів – студент володіє матеріалом на базовому рівні є грубі помилки; • 0 балів – студент не володіє матеріалом. Підсумкова максимальна кількість балів: 100. **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 лабораторні заняття дисципліни. 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**. Уся 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 лабораторних та лекційних заняттях. При цьому обов’язково врахову-

	ються присутність студентів на занятті; 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. Предмет та основні завдання навчальної дисципліни. Мета і задачі автоматизації вимірювань, контролю та випробувань. Принципи автоматизації вимірювань. Призначення систем вимірювальної та інформаційної електроніки. Загальна характеристика сучасних електронних інформаційних систем. 2. Двійкова система числення. Шіснадцяткове представлення чисел. Однополярні коди. Код Грея. Біполярні коди. Теорема відліків. 3. Алгебра логіки, поняття про булеву функцію. Закони алгебри Буля. 4. Основні логічні елементи та їх позначення. ТТЛ та КМОН-логіка. Карти Карно. 5. Принципи побудови, властивості, сфера застосування мультиплексорів, демультиплексорів, шифраторів, дешифраторів. Умовні позначення. Схеми порозрядного додавання. 6. Півсуматори, суматори, їх класифікація. Таблиці умовних переходів. 7. Тригери. Будова та фізичні принципи функціонування RS-, D-, JK- та T- тригерів. 8. Статичні та динамічні властивості тригерів, таблиці істинності, булеві функції. Регістри. Поняття про розрядність регістрів. Паралельні та послідовні регістри, регістри зсуву. 9. Лічильники імпульсів. Будова, та основні параметри лічильників. 10. Поняття про інтерфейс. Основні режими обміну даними по інтерфейсах. Класифікація інтерфейсів комп'ютера. Порівняльна характеристика основних інтерфейсів. 11. Інтерфейси I2C, SPI. Особливості електричного живлення комп'ютерних систем вимірювань. 12. ЦАП. Способи перетворення: паралельне, порозрядне зрівноваження, метод ліку. Сумування зважених струмів. Перекидні ключі. 13. ЦАП на основі резисторної матриці R-2R. ЦАП на джерелах сталого струму. Генератори функцій. Параметри ЦАП. 14. АЦП. Параметри АЦП: розрядність, роздільна здатність, частота дискретизації, час перетворення. Типи АЦП. Паралельні, послідовного наближення, дельта-сигма. 15. Платформа та середовище розробки для візуальної мови програмування LabVIEW. Графічний інтерфейс, палітри, віртуальні прилади. Основні типи даних, структури. 16. Підпрограми LabVIEW. Файлове введення/виведення інформації. Скінченні автомати. Паралелізм. Програмне керування вимірювальними приладами. Використання драйверів вимірювальних приладів.

	17. Архітектура мікроконтролерів (МК). Типи МК. Системи команд. Програмування МК асемблері або С. Взаємодія МК із сенсорами. 18. Історія створення системи Arduino. Архітектура МК Atmel AVR. Програмування платформи Arduino на мовах програмування C/C++. Системи Arduino Nano, Uno, Mega, плати розширення. Застосування платформи для розробки вимірювальних систем. 19. Відеокамери (ВК) в фізичному експерименті. Відеомікроскопи. 20. Формати приладів з зарядовим зв'язком (ПЗЗ). Порівняння кольорових і чорно-білих ВК. Інтегральна і спектральна чутливість. Розділення. Стандарти сигналів. Точність вимірювання з допомогою ПЗЗ. 21. Запис, обробка і редагування зображень в ЕОМ. Системи технічного зору. 22. Дослідження оптичних властивостей середовищ. Спектральна апаратура. Швидкісні монохроматори. Компактні спектрофотометри спряжені з шиною USB.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості дисципліни буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Комп'ютеризовані вимірювальні системи»

Тиждень	Тема занять	Форма діяльності та обсяг годин	Література	Термін виконання
1, 2	Вступ. Предмет курсу. Числові коди. Кодування та квантування. Основні логічні елементи та їх властивості	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 3 год.	Б: 1–6; Д: 1–4	2 тижні
3, 4	Пристрої з пам'яттю. Тригери. Основні тригерні схеми	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 3 год.	Б: 1–5; Д: 1–4	2 тижні
5, 6	Інтерфейси в сучасних електронних системах	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 3 год.	Б: 1–6; Д: 1–4	2 тижні
7, 8	Цифро-аналогові перетворювачі	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 3 год.	Б: 1–6; Д: 1–4	2 тижні
9, 10	Аналого-цифрові перетворювачі	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 3 год.	Б: 1–6; Д: 1–4	2 тижні
11, 12	LabVIEW у фізичному експерименті	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 3 год.	Б: 1–6; Д: 2	2 тижні
13, 14	Мікроконтролери та їхні можливості	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 4 год.	Б: 1, 3, 4; Д: 1–4	2 тижні
15, 16	Технічні відеокамери. Сучасні комп'ютеризовані вимірювальні комплекси	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 4 год.	Б: 1–6; Д: 1–4	2 тижні