


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Фізичний факультет
Кафедра фізики твердого тіла

Затверджено

На засіданні кафедри фізики твердого тіла
фізичного факультету
Львівського національного університету імені
Івана Франка
(протокол № 1 від 25 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри 
проф. Володимир КАПУСТЯНИК

Силабус

**з навчальної дисципліни «Комп'ютеризація фізичного
експерименту», що викладається в межах
ОПП Прикладна фізика та наноматеріали
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»**

Львів 2023 р.

Назва курсу	Комп'ютеризація фізичного експерименту
Адреса викладання курсу	вул. Драгоманова 50, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	фізичний факультет, кафедра фізики твердого тіла
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 Природничі науки / 105 Прикладна фізика та наноматеріали
Викладачі курсу	доцент кафедри фізики твердого тіла, к.ф.-м.н Юрій Ігорович Еліяшевський
Контактна інформація викладачів	yuriy.eliyashevskyy@lnu.edu.ua https://physics.lnu.edu.ua/employee/eliyashevskiy-yurij-ihorovych
Консультації по курсу відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через електронну пошту та на платформі Microsoft Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід написати на електронну пошту викладача або в чат Microsoft Teams
Сторінка курсу	https://physics.lnu.edu.ua/course/kompyuteryzatsiya-fizychnoho-eksperymentu-spetsialnist-fizyka-kondensovanoho-stanu
Інформація про курс	Дисципліна «Комп'ютеризація фізичного експерименту» є нормативною дисципліною зі спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали для ОПІ прикладна фізика та наноматеріали для другого (магістерського) рівня вищої освіти, яка викладається в 1 семестрі в обсязі 4,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою). Зміст та матеріал навчальної дисципліни стосується розробки та аналізу сучасних систем для автоматизації фізичних вимірювань на основі мов візуального програмування в рамках яких можлива подальша професійна та наукова кар'єра у широкому колі галузей як фізики так і суміжних наук.
Коротка анотація курсу	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам як теоретичні так і практичні знання, уміння, навички, загальні та фахові компетентності для розв'язання проблем автоматизації фізичного експерименту з використанням мов візуального (графічного) програмування. Тому у курсі представлені як огляд сучасних мов візуального програмування, методів побудови комп'ютерних вимірювальних систем, способів комунікації вимірювальних приладів з персональним комп'ютером так і використання інструментів популярного середовища графічного програмування для вирішення прикладних задач комп'ютеризації фізичного експерименту.
Мета та цілі курсу	Метою вивчення нормативної дисципліни «Комп'ютеризація фізичного експерименту» є ознайомлення студентів з сучасними методами автоматизації вимірювань фізичних величин з використанням ПК, отримання студентами вмінь та навиків практичної роботи з середовищами візуального програмування для розв'язання завдань автоматизації роботи обчислювального та вимірювального наукового обладнання для збору, обробки та візуалізації даних в режимі реального часу.
Література для вивчення дисципліни	Базова: 1. Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, В. О. Яцук, В.М. Ванько, Т. Г. Бойко. Метрологія та вимірювальна техніка. Львів:

	<p>Видавництво Львівської політехніки. – 2012. – 544 p.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Wesley M. Johnston, J. R. Paul Hanna, And Richard J. Millar, Advances in Dataflow Programming Languages, ACM Computing Surveys – Vol. 36. – 2004. – 34 p. 3. Jeffrey Travis, Jim Kring, LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Made Easy and Fun 3rd Edition; Prentice Hall; – 2006. – 981 p. 4. Yik Yang, Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench Graphical Programming Cookbook. – PACKT Publishing: Birmingham-Mumbai. – 2014. – 252 p. <p>Допоміжна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. M. Schwartz O. Manickum Programing Arduino with LabVIEW.- PACKT Publishing: Birmingham-Mumbai. – 2015. – 111 p. 2. Є.С.Поліщук Методи та засоби вимірювань неелектричних величин. Підручник. – Львів: Львівська політехніка. – 2000. – 360 с. 3. В. І. Барабашук, Б. П. Креденцера, В. І. Мірошніченко; Планування експерименту в техніці, К.: Техніка. – 1984. – 200 с. <p>Інформаційні ресурси:</p> <p>http://www.wikipedia.org https://www.ni.com/en-us.html https://forums.ni.com</p>
Тривалість курсу	один семестр
Обсяг курсу	135 годин, з яких 48 годин аудиторних занять, з них 16 годин лекцій, 32 годин лабораторних занять, та 87 години самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>В результаті вивчення цього курсу здобувач має оволодіти такими компетентностями:</p> <p>Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в сфері прикладної фізики та наноматеріалів та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень, впровадження інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.</p> <p>Загальні компетентності (ЗК):</p> <p>ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння предметної діяльності. ЗК 4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК 6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК 9. Здатність працювати автономно. ЗК 11. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>Спеціальні (фахові) компетентності (СК): СК 1. Здатність виконувати аналіз спеціальної літератури, формулюва-</p>

	<p>ти постановку наукової або науково-технічної задачі, обирати методи та методики наукових досліджень та науково-технічних розробок у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.</p> <p>СК 2. Здатність оптимально визначити матеріальні засоби, необхідні для проведення наукового дослідження або науково-технічної розробки (матеріали, апаратура, обладнання, обчислювальна техніка та інше).</p> <p>СК 5. Здатність самостійно опановувати нову апаратуру та технології, в тому числі із суміжних галузей, для розв'язання виробничих задач.</p> <p>Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні результати навчання:</p> <p>ПРН 1. Використовувати знання в галузі прикладної фізики та наноматеріалів, інформаційних технологій для виконання наукових досліджень та розв'язання виробничих задач.</p> <p>ПРН 7. Мати розуміння спеціальних математичних методів та інформаційних технологій та навички їхнього застосування для здійснення досліджень та/або інновацій у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.</p> <p>ПРН 8. Вміти використовувати сучасну фізичну апаратуру та обладнання, оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.</p>
Ключові слова	Фізичні вимірювання, графічне середовище програмування, потік даних, діелектрична проникність, температура, вимірювальний прилад, інтерфейс.
Формат курсу	Очний
	проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Наведено у табл.1 і табл. 2
Підсумковий контроль, форма	іспит в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти повинні знати основні закони та поняття з курсів основи обчислювальної техніки та програмування, загальної фізики, фізики твердого тіла; вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів обчислювальної техніки, математичного аналізу, загальної фізики, термодинаміки, статистичної фізики, фізики твердого тіла володіти навиками пошуку та опрацювання спеціалізованої літератури для вирішення типових задач комунікації ПК з вимірювальними приладами.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	<p>Використовуються такі методи навчання:</p> <p>а) <i>словесні</i> – лекція, пояснення, бесіда, інструктаж (вступний та поточний) під час виконання лабораторних робіт;</p> <p>б) <i>наочні</i> – ілюстрування лекційного матеріалу презентаціями, що включають в себе таблиці, схеми, приклади розв'язання типових задач курсу;</p> <p>в) <i>лабораторні</i> – виконання лабораторних робіт, що передбачає організацію навчальної роботи для отримання нових знань, вирішення прикладних задач курсу, узагальнень та аналізу та формування вмінь і навичок створення та оптимізації вимірювальних систем.</p>

Необхідне обладнання	персональний комп'ютер, операційні системи (Windows), адаптер інтерфейсів GPIB-USB, набір компонент та сенсорів апаратної платформи Arduino, криокулер Гіфорда-Макганона з температурним контролером Стіоран, азотний кріостат, система регуляції температури «Утрекс», програмне забезпечення для обробки та візуалізації результатів вимірювань, електрометр Keithley 6517, низькотемпературні вимірювальні сенсори, проектор.
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"> • лабораторні: 40 % семестрової оцінки, максимальна кількість балів 40 (лабораторні роботи № 1-8 по 2 бали, № 9-16 по 3 бали); • модуль вкінці семестру: 10 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів 10; • іспит: 50% семестрової оцінки. Максимальна кількість балів 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Академічна доброчесність: очікується, що роботи студентів будуть їхніми оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування, втручання в роботу інших студентів, відсутність посилань на використані джерела становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної не доброчесності. Виявлення ознак академічної не доброчесності в роботах студента є підставою для її не зарахування 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. 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 надана викладачем виключно в освітніх цілях без права передачі її третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика встановлення балів. Враховуються бали набрані за виконання та захист лабораторних робіт і самостійної роботи. При цьому враховується присутність на заняттях та активність студента під час виконання лабораторної роботи; списування та плагіат; користування мобільними пристроями в цілях не пов'язаних з навчанням; несвочасне виконання поставленого завдання.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
Питання до екзамену	<ol style="list-style-type: none"> 1. Огляд сучасних платформ для комп'ютеризації фізичного експерименту. 2. Середовище програмування HPVee. Принципи роботи та організація комунікації з вимірювальними приладами. 3. Особливості графічного середовища графічного програмування. Переваги і недоліки. 4. Організація послідовності виконання функцій в графічному програмному середовищі. Принцип потоку даних. Вузли даних. 5. Типи даних в графічному програмному середовищі. Коротка ха-

	<p>рактеристика основних типів даних та їх застосування. Перетворення типів даних.</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Стрічкові типи даних. Перетворення стрічкових даних та операції над ними. 7. Масиви, їхні властивості. Основні операції роботи з масивами. 8. Структури циклів в графічному програмному середовищі. Автоматичне індексування, умови виходу з циклу, особливості застосування. 9. Часові структури та структури подій у графічному програмному середовищі. Особливості їх застосування 10. Зсувні реєстри та функція зворотного зв'язку в структурах циклів графічному програмному середовищі. 11. Кластери. Визначення, створення кластерів та вибіркоче виділення даних. Перетворення кластеру в масив. 12. Запис даних у файл та зчитування файлів. Коротка характеристика функцій запису та зчитування. 13. Структура варіанту. Застосування та можливості управління. 14. Використання локальних та глобальних змінних у графічному програмному середовищі. 15. Функція побудови графіка зі сталим кроком по осі абсцис. Основні параметри та межі застосування. 16. Структура послідовності. Різновиди структури та особливості застосування. 17. Функція побудови графіка зі змінним кроком по осі абсцис. Основні параметри та особливості застосування. 18. Підключення ПК до вимірювальних приладів за допомогою інтерфейсу GPIB. 19. Підключення вимірювальних приладів за допомогою COM порта. 20. Основні принципи створення системи для вимірювання фізичних параметрів. 21. Моделювання сигналів у графічному програмному середовищі. Основні підходи до генерації сигналів. 22. Основи цифрової обробки сигналів. Квантування та дискретизація при аналогово-цифровому перетворенні сигналу. Критерій Найквіста.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу «Комп'ютеризація фізичного експерименту»

Тиждень	Тема	Форма діяльності та обсяг годин	Література	Термін виконання
1,2	<p>Вступ Автоматизація фізичних вимірювань: історична ретроспектива та сучасний стан.</p> <p>Тема 1. Огляд середовищ графічного програмування. Принцип потоку даних та фізичні вимірювання. Середовище програмування HP Vee. Основні принципи створення віртуальних інструментів Vee. Структурні елементи та інтеграція HP Vee з програмними пакетами для обробки даних. Вступ в середовище графічного програмування: особливості написання коду, переваги та недоліки. С.Р. Вивчення матеріалу лекції. Сфери застосування мов графічного програмування.</p>	Лекції – 2 год, самостійна робота – 5 год	Базова: 1, 2, 3; Допоміжна: 2	2 тижні
3,4	<p>Тема 2. Використання графічного програмного середовища для автоматизації фізичних вимірювань: загальні поняття. Організація обробки даних в графічному програмному середовищі. Вузли даних, вхідні та вихідні термінали. Типи даних у графічному програмному середовищі. Характеристика основних типів даних та особливості їх застосування. Перетворення типів даних. Стрічкові типи даних та операції над ними. С.Р. Вивчення матеріалу лекції. Перетворення стрічкових типів даних.</p>	Лекції – 2 год, самостійна робота – 6 год	Базова: 1, 2, 4; Допоміжна: 1, 3	2 тижні
5,6	<p>Тема 3. Структури в графічному програмному середовищі. Структури циклів в графічному програмному середовищі. Цикли <i>FOR</i> та <i>WHILE</i>. Автоматичне індексування, умови виходу з циклу, особливості застосування. Зсувні регістри та функція зворотного зв'язку в структурах циклів. Структура варіа-</p>	Лекції – 2 год, самостійна робота – 6 год	Базова: 2, 3, 4; Допоміжна: 1, 3	2 тижні

	<p>нту CASE. Часові структури та структури подій у графічному програмному середовищі. Структура послідовності. Різновиди структури та особливості застосування.</p> <p>С.Р. Вивчення матеріалу лекції.</p> <p>Структура послідовності в графічному програмному середовищі</p>			
7,8	<p>Тема 4. Організація роботи з даними під час проведення фізичного експерименту. Масиви та кластери.</p> <p>Масиви у графічному програмному середовищі, їхні властивості. Типові операції роботи з масивами. Накопичення вимірjuвальних даних у масив за допомогою циклів та функції зворотного зв'язку. Кластери. Визначення кластеру, створення кластерів та вибіркoве виділення даних. Умови перетворення кластеру в масив.</p> <p>Локальні та глобальні змінні</p> <p>С.Р. Вивчення матеріалу лекції.</p> <p>Використання зсувних реєстрів для накопичення даних.</p>	<p>Лекції – 2 год, самостійна робота – 6 год</p>	<p>Базова: 2, 3; Допоміжна: 2, 3</p>	<p>3 тижні</p>
9,10	<p>Тема 5. Принципи накопичення та обробки даних. Запис і зчитування файлів.</p> <p>Запис даних у файл та зчитування файлів у графічному програмному середовищі. Огляд функцій запису та зчитування. Можливості обробки даних у графічному програмному середовищі. Огляд функцій екстраполяції та фітування даних. Структури для обробки даних. Структура FORMULA</p> <p>С.Р. Вивчення матеріалу лекції.</p> <p>Алгебраїчні операції в графічному програмному середовищі.</p>	<p>Лекції – 2 год, самостійна робота – 6 год</p>	<p>Базова: 2, 3; Допоміжна: 1, 2</p>	<p>2 тижні</p>
11,12	<p>Тема 6. Візуалізація даних, отриманих під час фізичних вимірювань. Обробка сигналів.</p> <p>Віртуальна осцилограма в графічному програмному середовищі. Функція побудови графіка зі сталим кроком по осі абсцис. Основні параметри та межі застосування. Функція побудови графіка зі змінним</p>	<p>Лекції – 2 год, самостійна робота – 6 год</p>	<p>Базова 2, 3, 4; Допоміжна: 2,3</p>	<p>3 тижні</p>

	<p>кроком по осі абсцис. Моделювання сигналів у графічному програмному середовищі. Основні підходи до генерації сигналів. Основи цифрової обробки сигналів. Квантування та дискретизація при аналогово-цифровому перетворенні сигналу. Критерій Найквіста.</p> <p>С.Р. Вивчення матеріалу лекції.</p> <p>Перетворення типів даних з таймінгом</p>			
15,16	<p>Тема 7. Комунікація приладів під час комп'ютеризації фізичного експерименту.</p> <p>Проектування системи для вимірювання фізичних параметрів. Принципи та способи узгодження сигналу. Часова узгодженість роботи приладів у вимірювальній системі. Технічні та програмні засоби DAQ. Використання інтерфейсу GPIB. Комунікація за допомогою послідовного порту. Способи комунікації за допомогою мережі. Модулі в графічному програмному середовищі. Створення підпрограм у графічному програмному середовищі.</p> <p>С.Р. Вивчення матеріалу лекції.</p> <p>Використання бібліотек підпрограм при створенні системи для вимірювань фізичних параметрів.</p>	<p>Лекції – 2 год, самостійна робота – 7 год</p>	<p>Базова: 1, 3, 4 Допоміжна: 2, 3</p>	<p>2 тижні</p>
15,16	<p>Тема 8. Апаратно-програмна платформа Arduino.</p> <p>Ознайомлення з можливостями апаратно-програмної платформи Arduino. Апаратна частина. Мікроконтролери Atmel. Інтерфейси програмування. Приклади програм. Цифрове і аналогове введення-виведення. Широтно-імпульсна модуляція. Аналогово-цифрове перетворення. Інтерфейси передачі даних. Периферійна електроніка. Взаємодія платформи Arduino з середовищем графічного програмування.</p> <p>С.Р. Вивчення матеріалу лекції.</p> <p>Зчитування аналогових датчиків за допомогою Arduino</p>	<p>Лекції – 2 год, самостійна робота – 6 год</p>	<p>Базова: 4 Допоміжна: 1, 2, 3</p>	<p>2 тижні</p>

Теми лабораторних занять

Тиждень	Назва теми	Форма діяльності та обсяг годин	Термін виконання
1	Ознайомлення з принципами програмування у графічному програмному середовищі	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
2	Математичні обчислення в середовищі графічного програмування.	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
3	Перетворення типів даних в графічному програмному середовищі. Стрічковий тип даних.	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
4	Вивчення структур циклів та структура варіанту в середовищі графічного програмування.	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
5	Масиви в програмному середовищі графічного програмування.	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
6	Використання зсувних реєстрів та функції зворотного зв'язку для накопичення даних в графічному програмному середовищі. Запис та зчитування файлів.	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
7	Табуляція функції. Візуалізація простих вимірювань.	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
8	Обробка даних. Фітування експериментальних даних аналітичною функцією в середовищі графічного програмування.	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
9	Побудова графіків з нерівномірною зміною аргументу в графічному програмному середовищі.	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
10	Обчислення визначеного інтегралу зі створенням підпрограми в графічному програмному середовищі.	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 2 год	1 тиждень
11	Моделювання та обробка сигналів у графічному програмному середовищі.	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 3 год	1 тиждень
12	Вивчення роботи послідовного порту на прикладі системи регуляції температури "Утрекс"	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 3 год	1 тиждень
13	Керування електрометром Keitley 6517A у графічному програмному середовищі.	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 3 год	1 тиждень
14	Створення віртуального інструменту для вимірювання діелектричної проникності у функції температури	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 4 год	1 тиждень
15	Керування механічним сервоприводом за допомогою мікроконтролера Arduino.	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 3 год	1 тиждень
16	Вивчення широтно-імпульсної модуляції за допомогою платформи Arduino	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 3 год	1 тиждень