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 29.08.2025 р.)

Завідувач кафедри _____ проф. Стадник В.Й.

Силабус
з навчальної дисципліни «Основи сучасної електроніки», що викладається в межах ОПП «Квантові комп'ютери та квантове програмування» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 104 Фізика та астрономія

Львів 2025

Назва дисципліни	Основи сучасної електроніки
Адреса викладання дисципліни	вул. Драгоманова, 19, 79005 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 – 104 Фізика та астрономія
Викладачі дисципліни	Лектор: Фтомин Н. Є., доцент кафедри загальної фізики, к.ф.-м.н., лабораторні заняття проводить доц. Фтомин Н.Є.
Контактна інформація викладачів	nazar.ftomyn@lnu.edu.ua, https://physics.lnu.edu.ua/employee/ftomyn-n-e
Консультації з дисципліни відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Можливі також он-лайн консультації через електронну пошту, та засобами Microsoft Teams, Zoom.
Сторінка курсу	https://physics.lnu.edu.ua/course/osnovy-suchasnoji-elektroniky-fizyka
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Основи сучасної електроніки» є вибірковою навчальною дисципліною для підготовки бакалавра за спеціальністю 104 Фізика та астрономія, яка викладається в VII семестрі в обсязі 4 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліну	Навчальна дисципліна «Основи сучасної електроніки» знайомить студентів із методами опису та перетворення радіосигналів, фізичними основами сучасної електроніки та основними дискретними та інтегральними елементами. Їхнє вивчення під час лекційних та лабораторних занять дає змогу опанувати знання з електроніки, які є фундаментом для різних галузей науки і техніки. Лабораторний практикум з курсу «Основи сучасної електроніки» для студентів фізичного факультету є важливим для набуття навиків роботи з радіоелектронною апаратурою, дає відомості про сучасну елементну базу та основні методи вимірювань в електроніці.
Мета та цілі дисципліни	Метою і завданням навчальної дисципліни «Основи сучасної електроніки» є одержання знань і навичок, які потрібні студентам для опису радіосигналів, вивчення фізичних основ сучасної електроніки, практичного застосування основних дискретних елементів та приладів на їх основі.
Література для вивчення дисципліни	**Основна література:** 1. Левитський С.М. Основи радіоелектроніки : підручник / С.М. Левитський. – КНУТШ. – К : Київський університет, 2007. – 456 с. 2. Сисоєв В.М. Основи радіоелектроніки : підручник / В.М. Сисоєв. – К. : Техніка, 2001. – 224 с. 3. Horowitz P., Hill W. The Art Of Electronic / P. Horowitz, W. Hill. – Cambridge University Press, 2015. – P. 1225. 4. Бучковський І.А. Електроніка. Ч.1. Напівпровідникові прилади / І.А. Бучковський. – Чернівці : Рута, 2006. – 144 с. 5. Ifeachor E.C. Digital Signal Processing / E.C. Ifeachor, B.W. Jervis. – Prentice Hall, 2002. – P. 925. 6. Kester W. Analog-Digital Conversion / W. Kester. – Analog

	Devices, 2004. – P. 1138. 7. Terrell D. OP AMPS. Design, Application, and Troubleshooting / D. Terrell. – Elsevier Science, 1996. – P. 505. 8. Готра З. Ю. Фізичні основи електронної техніки / З. Ю. Готра, І.Є. Лопатинський, Б.А. Лукіянець, З.М. Микитюк, І.В. Петрович. – Львів : Бескид Біт, 2004.– 880 с. 9. Болеста І.М. Теорія електромагнітного поля : навчальний посібник / Болеста І.М. – Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2013 – 478 с. 10. Корчак Ю. Оптоелектронна інформатика. Том 1. Основні принципи та прилади: навчальний посібник / Ю. Корчак, Ю. Фургала, С. Рихлюк. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 312 с. **Додаткова література:** 1. Кичак, В. М. Основи радіоелектроніки : навчальний посібник / В. М. Кичак, Ю. В. Крушевський, Д. В. Гаврілов. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 368 с. 2. Медведенко Б.І. Основи електроніки: Навчальний посібник на базі програми схемотехнічного моделювання «MULTISIM» /Б.І.Медведенко, Л.В. Коломієць, В.П. Квасніков.– К., 2015.– 370 с. 3. Ю.Я. Бобало. Основи теорії електронних кіл / Ю.Я. Бобало, Б.А. Мандзій, П.Г. Стахів, Л.Д. Писаренко, Ю.І. Якименко; За ред. проф. Ю.І. Якименка. – Київ: Видавництво Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, 2011. – 332 с 4. Любунь З. Радіотехнічні кола і сигнали. Навчально- методичні вказівки / З. Любунь, Ю. Мочульський. – Львів, Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2000. – 50 с. 5. Любунь З. Основи радіоелектроніки. Частина 1, Лабораторний практикум / З. Любунь, Ю. Мочульський. – Львів, Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. – 74 с. Наукові статті у періодичних виданнях за тематикою дисципліні.
Тривалість дисципліни	один семестр
Обсяг дисципліни	120 год, з яких 64 год аудиторних занять, з них 32 год лекцій, 32 год лабораторних занять та 56 год самостійної роботи
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде: - **знати** сучасний стан і перспективи розвитку електроніки; основні поняття, визначення та функціональні можливості елементної бази; характеристики електровимірювальних приладів, правила їхнього ввімкнення; принципи роботи та основні характеристики напівпровідникових приладів: транзисторів, операційних підсилювачів; принципи роботи та основні характеристики оптоелектронних приладів; принципи роботи цифрової техніки; • **вміти** застосовувати теоретичні знання на практиці; досліджувати основні характеристики електронних елементів (діодів, транзисторів, тиристорів) та пристроїв (підсилювачів, генераторів, стабілізаторів); розраховувати параметри лінійних елект-

	ричних схем побудованих за принципом чотириполюсника; визначати основні характеристики електровимірювальних приладів, принципи дії та область застосування; використовувати інтернет-ресурси для пошуку інформації з радіоелектроніки.
Ключові слова	Сигнал, чотириполюсник, модуляція, біполярні та польові транзистори, операційний підсилювач, оптоелектроніка, шуми, інтегральна мікросхема
Формат дисципліни	очний
	проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Наведено у табл. 1
Підсумковий контроль, форма	Підсумковий контроль: залік в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань із загальних курсів з фізики, математичного аналізу, методів розв'язування диференціальних та інтегральних рівнянь, базових знань з теорії функцій комплексної змінної.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	лекції, презентації (ілюстрація, демонстрація), розповіді, пояснення, дискусія
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: 60 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 60 (10 лабораторних робіт по 6 балів); • виконання лабораторних робіт: 20 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 20 (10 лабораторних робіт по 2 бали): • захист звітів лабораторних робіт 40 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 40 (10 лабораторних робіт по 4 бали). • 4 бали – студент повністю володіє матеріалом, має правильно оформлений звіт; • 3 бали – студент добре володіє матеріалом, є незначні помилки, має правильно оформлений звіт; • 2 бали – студент задовільно володіє матеріалом, є грубі помилки, має правильно оформлений звіт • 1 бал – студент не володіє матеріалом, але має правильно оформлений звіт; • невиконана студентом лабораторна робота оцінюється в 0 балів. • контрольні заміри (тест): 30 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 30; • 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.

	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 незарахуванння 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. Жодні форми академічної недоброчесності не толеруються.
Питання до екзамену (чи питання на контрольні роботи)	1. Вступ. Предмет курсу. Електроніка та її складові частини. Коротка історія розвитку електроніки. Радіохвилі та їхнє генерування, діапазони радіохвиль. Швидкість передачі інформації. Формула Шеннона. 2. Аналогові та дискретні сигнали та їх класифіукація. Теорема Котельникова. Частота Найквіста. Періодичні і неперіодичні сигна-ли. Ряд Фур'є, інтеграл Фур'є. 3. Лінійні стаціонарні системи та їх характеристики. Поняття про цифрову обробку сигналів. 4. Комплексні амплітуди струмів та напруг. Чотириполюсники. Параметри чотириполюсників, зв'язок між ними. 5. Електричні частотні фільтри, їхня класифікація. Цифрові фільтри. 6. Модуляція сигналу. Види модуляції: аналогова, цифрова, імпульсна. Застосування модуляції. 7. Напівпровідники – основа сучасної електроніки. Провідність напівпровідників. Дрейфовий і дифузійний струми. Інжекція неосновних носіїв. 8. Вольт-амперна характеристика p–n-переходу. Рівняння Шоклі. Зворотній струм. Бар'єрна ємність. Варікапи. Напівпровідникові діоди. Випростувачі, детектори, спеціальні діоди. Стабілітрони. Контакт метал-напівпровідник. Діоди Шотткі.

	9. Біполярні транзистори. Взаємодія двох p–n-переходів. p–n–p- та n–p–n-транзистори. Схема вмикання. Коефіцієнти передачі струму. Вхідна та вихідні статичні характеристики тран-зисторів. Динамічні характеристики. Класифікація біполярних транзисторів. Підсилювач на біполярному транзисторі. 10. Польові транзистори (ПТ). Класифікація ПТ. Будова ПТ з керуючим p–n-переходом та з ізольованим затвором. Вхідні характеристики. Початковий струм. Порогова напруга. Вихідні характеристики. Лінійна частина. Ділянка насичення. Опір каналу. Крутизна. Основні схеми на ПТ. Джерело струму. Підсилювач. Витоковий повторювач. Змінний резистор. Аналогові ключі. 11. Операційні підсилювачі. Визначення операційного підсилювача (ОП). Еквівалентна схема. Диференціальний і синфазний сигнали. Ідеальний ОП. Параметри реальних ОП: коефіцієнт підсилення, напруга зміщення, вхідний струм, коефіцієнт послаблення синфазного сигналу. Інвертуючий підсилювач. Неінвертуючий підсилювач. Повторювач сигналу. Застосування ОП. Диференціальний підсилювач. Інструментальний підсилювач. Компаратор. Суматор сигналів. Інтегратор і диференціатор. Гіратор. 12. Умови збудження генератора. Баланс амплітуд. Баланс фаз. Генератори з коливальним контуром: на польовому транзисторі, на тунельному діоді. RC-генератори. Міст Віна, генератор на ОП. Генератори релаксаційних коливань: пилкоподібної напруги, мультивібратор, тригер Шмітта. 13. Оптоелектроніка та її місце в сучасній науці і техніці. Визначення, складові частини ОЕ. Інжекційна люмінесценція. Випромінювальна рекомбінація. Світлодіоди (СД) з матеріалів AIIIBV. Довжина хвилі випромінювання СД. Ширина спектру. Вольт-амперна характеристика. Внутрішня і зовнішня квантова ефективність. Використання гетероструктур. Конструкції СД. Використання СД. 14. Фотодетектори. Внутрішній і зовнішній фотоефекти. Поглинання світла. Квантова ефективність. Фотодіоди. Принцип дії, фотодіодний та фотогальванічний режими роботи, схеми вмикання. Основні характеристики та параметри. Оптрони. Переваги оптрона як елемента зв’язку. Оптимальні оптопари. Функція передачі оптрона. Коефіцієнт передачі за струмом. Класифікація оптронів. Оптопари. Оптичні інтегральні схеми. Спеціальні оптрони. Конструкції оптронів. Оптрони з керованим та відкритим оптичним каналом. Використання оптронів. 15. Шуми в електроніці. Спектри шумів. Розподіл Ґаусса і Пуассона. Автокореляційна функція. Теплові шуми. Білий шум. Шумова смуга частот. Дробовий шум. Генераційно-рекомбінаційний шум. Флікер-шум. Рожевий, червоний і синій шуми. Методи фільтрації сигналу на тлі шумів. 16. Елементи цифрової техніки. Основні логічні операції. Базові елементи ТТЛ та КМОН. Найпростіші цифрові інтегральні схеми.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «**Основи сучасної електроніки**»

Тиж-день	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін вико-нання
1, 2	Вступ. Предмет курсу. Опис аналогових та цифрових сигналів.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 7 год.		2 тижні
3,4	Проходження сигналів лінійними системами. Чотириполюсники.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 7 год.		2 тижні
5, 6	Електричні частотні фільтри. Модуляція сигналу.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 7 год.		2 тижні
7, 8	Електричні властивості напівпровідників. Властивості p–n-переходу. Діоди.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 7 год.		2 тижні
9, 10	Біполярні транзистори. Польові транзистори.	Лекції – 4 год, практ. заняття – 4 год, самостійна робота – 7 год.		2 тижні
11,12	Операційні підсилювачі. Генератори коливань.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 8 год.		2 тижні
13, 14	Оптоелектроніка. Фотодетектори. Оптрони.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 7 год.		2 тижні
15, 16	Шуми в електроніці. Елементи цифрової техніки.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 8 год.		2 тижні