МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультету електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра сенсорної та напівпровідникової електроніки

Затверджено
На засіданні кафедри сенсорної та напівпровідникової електроніки
Факультету електроніки та комп'ютерних технологій
Львівського національного університету імені Івана Франка

(Протокол № 16/23 від 7 вересня 2023 р.)

Завідувач кафедри Павлик Б.В.

Силабус з навчальної дисципліни

"Фізичні основи електроніки", що викладається в межах ОПП Кібербезпека першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 125 – Кібербезпека та захист інформації

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	**Фізичні основи електроніки**
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська, 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій Кафедра сенсорної та напівпровідникової електроніки
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 125 – кібербезпека та захист інформації
Викладачі дисципліни	Лучечко Андрій Петрович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри сенсорної та напівпровідникової електроніки, Лис Роман Мирославович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри сенсорної та напівпровідникової електроніки
Контактна інформація викладачів	andriy.luchechko@lnu.edu.ua roman.lys@lnu.edu.ua Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, Кафедра сенсорної та напівпровідникової електроніки вул. ген.Тарнавського, 107 лаб. 416 https://electronics.lnu.edu.ua/employee/luchechko-a-p https://electronics.lnu.edu.ua/employee/lys-r-m
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	У день проведення лекційних/лабораторних занять відповідно до розкладу (вул. ген. Тарнавського, 107). Також проводяться онлайн консультації на платформі Microsoft Teams. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка курсу	https://teams.microsoft.com/_#/school/conversations/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5?threadId=19:HzK3rjFCInnVdMHgOtiV5Q-kfr67wqXO56q3Ba5tBlg1@thread.tacv2&ctx=channel
Інформація про дисципліну	Дисципліна "Фізичні основи електроніки" є нормативною дисципліною з спеціальності 125 – кібербезпека та захист інформації для освітньої програми Кібербезпека, яка викладається у 4-му семестрі в обсязі 4-х кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс спрямований на формування у студентів професійних компетентностей у галузі електроніки; ознайомлення студентів із основними матеріалами електроніки, їхніми основними параметрами та властивостями; вивчення принципів роботи найпростіших елементів мікроелектроніки.
Мета та цілі дисципліни	Метою дисципліни є освоєння студентами основних видів матеріалів, які використовуються в електроніці; вивчення фізичних принципів роботи елементів мікроелектроніки: напівпровідникових діодів, термодіодів, діодів Шотткі, симісторів, уні- та біполярних транзисторів, тощо; ознайомлення із зонною теорією твердих тіл;розробка програм та алгоритмів для вирішення задач електроніки.
Література длявивчення	**Основна** 1. Лис Р.М. Збірник задач з курсу «Фізичні основи твердотільної

дисципліни	мікроелектроніки»: навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / Р.М. Лис, Б.В. Павлик. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – 208 с. 2. Лис Р.М. Методичні рекомендації до лабораторного практикуму з курсу «Елементна база мікроелектроніки». Частина 1 / Р.М. Лис, І.В. Каюн. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2023. – 46 с. 3. Фізичні основи електроніки: курс лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. / уклад: К.С. Дрозденко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 153 с. 4. Електрика та магнетизм: підручник / Л.Д. Дідух. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2020. – 464 с. 5. Основи мікропроцесорної техніки: лабораторний практикум [навч. посіб.] / В.С.Баран, Г.Г. Власюк, Ю.О. Оникієнко, О.І. Смоленська. – К.: КПІ ім. І. Сікорського, 2019. – 140 с. 6. Фізика напівпровідників: Конспект лекцій /В.І. Ільченко, Т.Ю. Обухова. – К: НТУУ «КПІ», 2020.– 26 с. **Додаткова** 7. Фізика електронних процесів / В.О. Москалюк, В.І. Тимофеєв, Т.А. Саурова. с К: НТУУ «КПІ», 2020. – 324 с. 8. Структурні елементи напівпровідникових пристроїв: курс лекцій. Ч. 2: Контакти метал-напівпровідник / С.А. Федосов, О.В. Замуруєва, В.Є. Сахнюк, О.В. Новосад, А.М. Коровицький. – Луцьк: Вежа-Друк, 2019.– 92 с. 9. Структурні елементи напівпровідникових пристроїв: курс лекцій. Ч. 1: p-n переходи / С.А.Федосов, О.В. Замуруєва, Д.А. Захарчук, А.Г. Кевшин, О.В. Новосад. – Луцьк: Вежа-Друк, 2019.– 84 с. 10. Сучасна компонентна база електронних систем: Навч. посібник / І.М. Бондаренко, О.В. Бородін, В.П. Карнаушенко.– Харків: ХНУРЕ, 2020. – 268 с.
Обсяг курсу	Загальний обсяг 120 год. Аудиторних занять – 64 год.: 32 год. - лекційних занять, 32 год. - лабораторних занять. Самостійна робота - 56 год.
Очікувані результати навчання	В результаті вивчення даного курсу студент повинен: **знати**: фізичні принципи роботи найпростіших елементів електроніки; схеми підключення та основні параметри матеріалів для мікроелектроніки, їх властивості, галузь застосування; **вміти**: використовувати здобуті фундаментальні знання фізичних принципів роботи елементів електроніки для розуміння основних проблем та процесів сучасної мікроелектроніки. Курс забезпечує набуття таких компетентностей: ІК, КЗ 1, КФ 6, та програмних результатів навчання: ПРН 2, ПРН 4,ПРН 14, ПРН18-20, ПРН 24, ПРН 32, ПРН 40, ПРН 47
Ключові слова	Напівпровідник, діелектрик, *p-n* перехід, транзистор, стабілітрон, світлодіод, фотодіод, мікроконтролер, RS-232, COM-порт, АЦП, IRQ,Arduino, MOSFET.
Формат курсу	Очний. Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій для кращого розуміння тем.
Теми	Теми подані у схемі курсу нижче
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру. Формат заліку: письмовий тестовий.
Пререквізити	Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких предметів:

	«Програмування», «Обчислювальна геометрія та алгебра», «Основи кібербезпеки».
Навчальні методи татехніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Лекції, презентації, ідивідуальні завдання, лабораторні завдання, групові та підгрупові завдання, дискусія. Робота в системі Moodle для здійснення модульного контролю, завантаження виконаних лабораторних завдань. Лекції та лабораторні: інформаційно-рецептивний метод, репродуктивний метод, евристичний метод, метод проблемного викладу. Самостійна робота: репродуктивний метод, дослідницький метод.
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер, проектор. Мультимедіа, платформи Microsoft Teams та Moodle, комп'ютерне програмне забезпечення. IDE для програмування мовою C++, C, Arduino Programming Language.
Критерії оцінювання(окремо для кожноговиду навчальноїдіяльності)	Оцінювання знань студента здійснюється за 100 бальною шкалою, 60 балів за поточну успішність (лабораторний практикум), 20 балів за проміжний модульний контроль, 20 балів за підсумкову контрольну роботу. Поточний контроль знань студентів здійснюється під час проведення лабораторних занять. Модульний контроль проводиться 1 раз впродовж семестру. Семестр закінчується здачею заліку з навчальної дисципліни (у вигляді підсумкової контрольної роботи). Під час семестрового контролю враховуються результати здачі лабораторних робіт, модульного контролю та підсумкової контрольної роботи. **Академічна доброчесність:** Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Виявлення ознак академічної недоброчесності при виконанні лабораторних робіт та формуванні звітів є підставою для їх незарахуванння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. **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 та індивідуальних завдань, 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 (виконання лабораторних робіт, модулів), самостійній роботі та бали підсумкової контрольної роботи. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторних занять; недопустимість пропусків та запізнень 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. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
Питання до заліку	Перелік питань і завдань для проведення підсумкової оцінки знань усіх тем курсу до контрольних робіт розміщено на веб-сторінці курсу.
Опитування	Анкету з метою оцінювання якості курсу буде надано після вивчення

	курсу.

СХЕМА КУРСУ

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год.	Самост. Роб.,год
1	**Тема 1. Вступ. Методи фізичних досліджень.** Предмет і завдання курсу. Основні терміни та визначення. Вимірювання фізичних величин. Методи обробки результатів вимірювань.	Лекція	[1–10]	Вступне заняття. Інструкція з техніки безпеки. Основи фізичних вимірювань, 2 год	5
2	**Тема 2. Основи електростатики.** Напруженість електростатичного поля. Теорема Остроградського-Гауса. Потенціал електростатичного поля. Електрична ємність. Конденсатори.	Лекція	[1–10]	Визначення напруженості електричного поля, 2 год	5
3	**Тема 3.Закони постійного струму.** Електричний струм, густина струму, напруга та опір. Закони Ома та Джоуля-Ленца. Застосування законів Кірхгофа для розрахунку електричних кіл.	Лекція	[1–10]	Дослідна перевірка законів Кірхгофа, 2 год	5
4	**Тема 4. Змінний струм.** Діючі значення струму й напруги. Метод векторних діаграм. Опір, індуктивність і ємність в колі змінного струму. Явище резонансу.	Лекція	[1–10]	Розрахунок кіл синусоїдального струму, 2 год	4
5	**Тема 5. Основи магнетизму.** Характеристики магнітного поля. Сила Ампера. Сила Лоренца. Закон Біо-Савара-Лапласа. Діа-, пара- і феромагнетики.	Лекція	[1–10]	Визначення напруженості магнітного поля, 2 год	5
6	**Тема 6. Електромагнітна індукція та**	Лекція	[1–10]	Детектор електромагнітного	3

	електромагнітні коливання. Явище електромагнітної індукції та самоіндукції, закон Фарадея. Енергія магнітного поля. Принцип дії трансформаторів. Коливальний контур. Електромагнітні хвилі. Рівняння Максвелла для електромагнітного поля.			випромінювання, 2 год	
7	**Тема 7. Класифікація твердих тіл, як матеріалів електроніки.** Класифікація твердих тіл. Напівпровідники, діелектрики та метали. Залежність опору матеріалів від температури. Особливості напівпровідникових матеріалів та їх використання в електроніці.	Лекція	[1–10]	Дослідження температурної залежності опору твердих тіл, 2 год	З
8	**Тема 8. Рухливість носіїв заряду.** Власна електронна та діркова електропровідність. Рухливість носіїв заряду. Температурна залежність рухливості носіїв заряду. Густина електричного струму. Закон Ома в диференціальній формі.	Лекція	[1–10]	Дослідження ефекту Холла, 2 год	З
9	**Тема 9. Електронно-дірковий перехід.** Електронні процеси при утворенні переходу. Пряме та зворотне зміщення p-n переходу. Дифузійна та бар'єрна ємності p-n переходу. Варикапи. Вольт-фарадні характеристики. Вольт-амперні характеристики.	Лекція	[1–10]	Дослідження ВАХ діодів, 2 год	З
10	**Тема 10. Використання електронно-діркових переходів в електроніці.** Транзистори, стабілітрони, тиристори, симістори. Основні	Лекція	[1–10]	Дослідження ВАХ симісторів, 2 год	З

	параметри та характеристики. Практичне використання напівпровідникових приладів у електроніці.				
11	**Тема 11.Термо-електричні явища.** Термо-ЕРС в матеріалах електроніки, температурні залежності коефіцієнта термо-ЕРС. Контактна різниця потенціалів, ефект Зеєбека. Металеві та напівпровідникові термопари. Ефекти Пельтьє та Томсона.	Лекція	[1–10]	Вимірювання температури з використанням термопари, 2 год	2
12	**Тема 12.Оптоелектроніка.** Оптоелектроніка та її місце в сучасній техніці. Випромінювальна рекомбінація. Світлодіоди. ВАХ світлодіодів.	Лекція	[1–10]	Дослідження характеристик світлодіодів, 2 год	3
13	**Тема 13. Фотодетектори та фотоніка.** Внутрішній та зовнішній фотоефекти. Квантова ефективність. Фотодіоди. Фотодіодний та фотогальванічний режими роботи. Оптрони, оптопари. Використання оптронів.	Лекція	[1–10]	Вивчення фотоприймачів, 2 год	3
14	**Тема 14.Основні поняття мікро- та наноелектроніки.** Класифікація та характеристика інтегральних мікросхем. Гібридні та напівпровідникові інтегральні схеми Елементи наноелектроніки. Основні логічні операції. Найпростіші цифрові інтегральні схеми.	Лекція	[1–10]	Вивчення принципів роботи базових логічних елементів, 2 год	3
15	**Тема 15.Мікроконтролери. Програмно-апаратний комплекс Arduino.** Основні типи мікропроцесорних систем	Лекція	[1–10]	Вивчення будови та принципу роботи ArduinoUno. Вивчення портів вводу-виводу в Arduino, 2 год	3

	(мікроконтролери, контролери, мікрокомп’ютери, комп’ютери). Складові мікроконтролера. Структура та принцип дії AVR-мікроконтролера. Плати Arduino (контролери, шілди і аксесуари). Переваги Arduino.				
16	**Тема 16. Програмування в Arduino. АЦП.** Середовище розробки Arduino, Arduino IDE. Мова програмування Arduino, схожість із мовами програмування С та С++. Протокол асинхронного послідовного зв’язку RS-232, віртуальні COM-порти. Функції для роботи з послідовним портом. Аналогове введення та виведення. Програмування АЦП. Використання мікроконтролерів в IoT.	Лекція	[1–10]	Написання програми керування сенсором в середовищі Arduino. Робота з LCD дисплеєм по протоколуI2C, 2 год	3
	Всього 120	**32**		**32**	**56**

Розробники проф. Лучечко А.П.

доц. Лис Р.М.