



Твердотільна електроніка (ДС)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>Електроніка та телекомунікації</i>
Спеціальність	<i>171. Електронні компоненти та системи</i>
Освітня програма	<i>Електронні компоненти та системи (для бакалаврів)</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна\дистанційна\змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, 5-й семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>60год\2 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>rozklad.kpi</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н. , Осінов С.М. analog2@ukr.net</i> Лабораторні: <i>к.т.н. , Осінов С.М. analog2@ukr.net</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MzgzMzE0ODQ1MTk1

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Набуття знання про будову і властивості активних компонент, а також про основні процеси, які відбуваються під впливом зовнішніх чинників та відтворення систем на їх основі є метою предмета. Для розвитку уміння кваліфіковано обирати компоненти та використовувати його відповідно до призначення та властивостей; а також набуття загальних знань (класифікація, призначення, основні характеристики) про найбільш використовувані електронні компоненти є предметом вивчення. Результатом навчання є уміння, використовуючи відомі із літературних джерел основні електрофізичні параметри компонент та теоретичні формули, розрахунковим шляхом визначати основні параметри виробів і компонентів; уміння підбирати необхідні компоненти мікро- та наносистемної техніки при виконанні курсових та дипломних проектів і при проектуванні електронної апаратури, користуючись сучасними джерелами довідникової інформації.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Предмет “Твердотільна електроніка ” відноситься до циклу професійної та практичної підготовки бакалаврів по спеціальності " Електронні компоненти та системи ", . за спеціалізаціями: Мікро- та наноелектронні прилади і пристрої; Мікроелектронні інформаційні системи;Електронні біомедичні системи і технології; Інформаційні технології проектування та телекомунікації.

Його вивчення базується на знаннях, що засвоюють студенти при вивченні курсів фізики й хімії, матеріалознавства як університетської так і шкільної програм.

У свою чергу, цей курс забезпечує курси : “Технологічні основи електроніки”, “Теорія електричних та електронних кіл ”, “Електронні сенсори ”, а також підготовку курсових та

дипломних проєктів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна містить два змістовні модулі:

1) *Фізичні аспекти курсу. Контактні явища у твердих тілах, переважно напівпровідникових, їх основні властивості .Розділ 1.*

2) *Призначення та основні характеристики компонентів мікро- та наносистемної техніки. Розділ 2,*

та лабораторні роботи та завдання для самостійної роботи студентів.

РОЗДІЛ 1. ФІЗИЧНІ АСПЕКТИ КУРСУ. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ І КЛАСИФІКАЦІЯ КОМПОНЕНТ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ

Тема 1.1. Предмет, зміст та основні задачі курсу. Основні визначення.

Предмет курсу. Компоненти мікро-та наносистемної техніки: класифікація, основні види та загальні відомості про властивості матеріалів.

Будова напівпровідникових матеріалів, види зв'язку в речовині, поняття про кристалічну структуру та елементи симетрії в кристалі, кристалічні та аморфні тверді тіла.

Елементи зонної моделі твердого тіла, висновки зонної теорії.

Огляд найважливіших фізичних явищ у матеріалах, що виникають при дії електричного та магнітного полів.

Явище електропровідності в матеріалах, зокрема напівпровідникових матеріалах, класифікація видів електропровідності. Основні поняття та параметри, загальне рівняння електропровідності.

Тема 1.2. Властивості напівпровідників

Класифікація та енергетичні діаграми твердих тіл. Валентна зона та зона провідності. Зонні моделі метала. Напівпровідника та діелектрика. Генерація та рекомбінація носіїв заряду. Власні та домішкові напівпровідники.

Рівень Фермі. Закони розподілення носіїв заряду в зонах напівпровідника. Вирождені та нівирождені напівпровідники.

Дифузія та дрейф в напівпрвідниках. Рухливість зарядів, зв*язок з коефіцієнтом дифузії. Повний струм у напівпровіднику.

Напівпровідники в умовах сильних електричних полів (тунелювання. ударна іонізація, розсіювання носіїв заряду, міждолиний перехід електронів)

Тема 1.3. Контактні явища.

Фізичні засади електронно-діркового переходу. Аналіз переходу у рівноважному та нерівноважному станах.

Струми скрізь перехід.

Властивості симетричного та несиметричного переходу.

Дифузійна та бар'єрна ємкості переходу. Види пробою переходу

Вольтамперна характеристика (ВАХ) переходу

Контакт напівпровідників з одним типом провідності але різної концентрації носіїв заряду.

Випрямляючі та омичні контакти метала з напівпровідником

РОЗДІЛ 2. КОМПОНЕНТИ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ

Тема 2.1. Напівпровідникові діоди.

Класифікація напівпровідникових діодів, основні параметри.

ВАХ, технології виготовлення, основні напівпровідникові матеріали та напрямки їх застосування.

Тема 2.2. Біполярні транзистори.

Класифікація, призначення. Принцип роботи та основні параметри.

Головні режими роботи та схеми включення. Статична ВАХ. Пробій транзистору.
Малосигнальні параметри.

Підсилюючі властивості транзистора в різних варіантах підключення.

Тема 2.3. Уніполярні (польові) транзистори.

Польові транзистори з керуючим р-п переходом та переходом Шотки. Статичні характеристики, еквівалентні схеми.

Польові транзистори з ізольованим затвором МДП транзистори з індукованим та вбкдованим каналами, статичні характеристики. Види пробою

Тема 2.4. Тиристори

Динистори. Структура та принцип дії ВАХ. Динистор з зашунтованим емітерних переходом.

Тринистори, структура, принцип дії, ВАХ.

Симистори, структура, принцип дії. ВАХ.

Способи переключення та керування. Динамічні властивості. Основні параметри тиристорів.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Робота №1. Дослідження напівпровідникових діодів

Робота №2. Дослідження властивостей тиристора.

Робота №3. Дослідження властивостей біполярного транзистора у схемі зі спільною базою.

Робота №4. Дослідження властивостей біполярного транзистора у схемі зі спільним еміттером.

Робота №5. Дослідження транзисторного підсилювача змінної напруги

. Робота №6. Дослідження властивостей RC-генератора.

Робота №7. Дослідження схем випрямлячів

Робота №8. Дослідження схем мультівібратора

Завдання на самостійну роботу студентів

- **Типи кубічних і гексагональних просторових ґраток, основні кристалографічні площини і напрямки.
- **Неметалеві провідникові та резистивні матеріали.
- **Опір провідників на високих частотах.
- **Основні параметри та властивості металів – міді, срібла, вольфраму.
- **Явища фотопровідності в напівпровідниках, спектральні характеристики матеріалів.
- **Види люмінесценції в напівпровідникових матеріалах.
- ** Маркування та умовні позначення резисторів в технічній документації.
- ** Види електролітичних конденсаторів. Полярні та неполярні конденсатори.
- ** Маркування та умовні позначення конденсаторів в технічній документації.
- **Деталі і напівфабрикати для створення електромагнітних дроселів і трансформаторів.
- **Конструкції високочастотних котушок індуктивності.
- **Типи безсвинцевих припаїв та їх технологічні характеристики.
- ** Комутаційні плати.

4. Навчальні матеріали та ресурси

I. ОСНОВНА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА ЛІТЕРАТУРА

1. Васильєва Л.Д., Медведенко Б.І., Якименко Ю.І. Напівпровідникові прилади. Посібник.- Політехніка, -2003р.-388с.
2. Практикум з твердотілої електроніки. Навчальний посібник\Е.Д.Прохоров, Ю.В.Аркуша, М.І.Білецький.-Х.ХНУ ім.В.Н.Карпенко, 2007-396с.

II. ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Rainer Waser (Ed.), Nanoelectronics and Information Technology. Advanced Electronic Materials and Novel Devices. WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA, 2003 -1002с.
2. Головка Ю.В., Червоний І.Ф., Швець Є.Я., Матеріали і компоненти електроніки: навчальний посібник / – Запоріжжя, ЗДІА, 2011. – 278 с.
3. Казарновский Д. М. и др. Испытание электроизоляц. материалов. -Л.: Эн-я, 1980. –386с.
4. Нестеренко К.Цветовая и кодовая маркировка электронных компонентов. –М.: Солон, 2006. –146с.

- 5.Петров К. С. Пассивные компоненты радиоэлектронной аппаратуры. СПб.: Санкт-Петербургский ГУТ, URL: <http://dvo.sut.ru/libr/eqp/031/index.htm> 2006.
- 6.Медведев А. Печатные платы. Конструкции и материалы. -М.: Техносфера, 2005. -304с.
- 7.Рычина Т.А., Зеленский А.В., Устройства функциональной электроники и электрорадиоэлементы. –М.: Радио и связь, 1989. -352с.
- 8.Медведев А. Печатные платы. Конструкции и материалы. -М.: Техносфера, 2005. -304с

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В умовах модульно-кредитної технології навчання заняття відбуваються в активних і творчих формах. Це проблемні й оглядові лекції лабораторні заняття, заняття із застосуванням комп'ютерної та телекомунікаційної техніки. Використовується проблемно-орієнтований та міждисциплінарний підходи до навчання з використанням інформаційних технологій навчання, консультацій з викладачами.

Методи навчання, які застосовуються на заняттях спрямовані на формування активної позиції того, хто навчається, в освітньому процесі (не його вчать, а він вчиться). Перевагу мають продуктивні методи: проблемний виклад, частково-пошукові та дослідницькі методи, презентації, бесіди і дискусії, робота в інтернет- класі – електронні лекції, семінари, лабораторні роботи, дистанційні консультації та ін., спрямовані на активізацію і стимулювання навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Формами організації освітнього процесу є різні типи занять для формування компетентностей: екскурсії, тематичні відео матеріали, заняття-семінари, конференції, інтерактивні заняття (заняття дискусійна група, заняття з навчанням одних студентів іншими), інтегровані заняття, проблемні заняття, відеозаняття, тощо.

Для формувань уміння та навичок застосовуються такі методи навчання:

- **вербальні/словесні** (лекція, пояснення, розповідь, бесіда, інструктаж);
- **наочні** (спостереження, ілюстрація, демонстрація);
- **практичні** (виконання лабораторних робіт, проведення експерименту, практики);
- **пояснювально-ілюстративний або інформаційно-рецептивний**, який передбачає пред'явлення готової інформації викладачем та її засвоєння студентами;
- **репродуктивний**, в основу якого покладено виконання різного роду завдань за зразком;
- **метод проблемного викладу.**
- **частково-пошуковий або евристичний.**
- **дослідницький.**

Самостійна робота студента

Одне із завдань модульно-кредитної технології навчання полягає в розвитку здатності студентів до самоосвіти. Самостійну роботу включає в себе підготовку до аудиторних занять проведення розрахунків отриманими на лабораторних заняттях, виконання контрольних завдань

В умовах модульно-кредитної технології навчання частина самостійної роботи студента (СРС) обов'язково повинна виконуватися під керівництвом викладача- це консультації щодо питань навчальної програми.

Завдання для СРС можуть бути найрізноманітнішими: робота з підручником, довідковою літературою, першоджерелами, тобто робота з книгою з оформленням результату у вигляді реферату(аналітичного обзору) за предметами, процесами, явищами з метою їх опису для подальшого використання у розробці наукового проекту – написання курсової чи дипломної, випускної кваліфікаційної роботи (проекту), наукової статті, наукової доповіді та ін..

Для успішної роботи потрібне виконання таких умов:

- ✓ формулювання мети завдання,
- ✓ завдання повинне містити алгоритми їх виконання та методичні рекомендації;
- ✓ критерії оцінки – це актуальність завдання, визначення елементів новизни завдання, наявність заключних положень за результатом роботи.

Термін здачі реферата з самостійної роботи за три тижня до заліку.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчального курсу як система вимог до формування компетентності

Відвідування занять (як лекцій так і лабораторних), пропущені заняття та невиконані завдання потребують самостійного доопрацювання та подальшого успішного тестування

Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає:

- ✓ Самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- ✓ Посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- ✓ Дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- ✓ Надання достовірної інформації про результати власної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

Форми контролю

Для перевірки рівня засвоєння студентами знань, умінь і навичок з навчальної дисципліни використовують наступні методи і форми для поточного та підсумкового контролю:

- 1) метод усного контролю: основне запитання, додаткові, допоміжні; запитання у вигляді проблеми; індивідуальне, фронтальне опитування і комбіноване при викладанні лекцій.
- 2) метод письмового та графічного контролю на лабораторних роботах,
- 3) метод тестового контролю під час атестацій.

Поточний контроль успішності студентів – це систематична перевірка знань студентів, яка проводиться викладачем на поточних заняттях відповідно до розкладу та відповідно до робочої програми. Проводиться викладачем, що веде дисципліну, безпосередньо під час її вивчення. Його мета – систематична перевірка розуміння та засвоєння теоретичного навчального матеріалу, уміння використовувати теоретичні знання при виконанні практичних завдань тощо.

Підсумковий контроль – контроль навчальних досягнень студентів з метою оцінки якості освоєння ними програми навчальної дисципліни. Мета підсумкового контролю – виявити засвоєння навчальної дисципліни в цілому, розуміння навчального матеріалу. Підсумковий контроль здійснюється у формі складання заліку відповідно до освітньої програми та визначаються можливості переходу до наступного етапу навчання.

Підсумковий контроль у формі заліку здійснюється на останньому занятті учбового семестру.

Для Оцінювання рівня засвоєння дисципліни застосовується рейтингова система оцінювання успішності студентів. Семестровим контролем є диференційний залік. Умовою допуску до заліку є: виконання та захист запланованих лабораторних робіт і зарахування контрольної роботи (звіт з самостійної роботи), при цьому попередній рейтинг має складати не менше 60%. Студенти виконують підсумкову залікову роботу, якщо вони не отримали достатньої оцінки для заліку за рейтингом, або якщо бажають підвищити рейтингову оцінку.

Оцінювання залікової контрольної роботи проводиться за критеріями правильності та повноти відповіді на запитання та вирішення завдань, що поставлені студенту.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Календарний письмовий контроль це проведення контрольних робіт (тестування) – як моніторинг -з'ясувати на етапах атестації ступінь засвоєння навчального матеріалу та стимулювання набуття компетентності

1.Контрольна роботи по темах курсу

2.Поточний письмовий контроль за результатами вивчення модулів курсу та самостійної роботи (звіт)

Мета : – набуття студентами навиків самостійної роботи з навчальною та довідниковою літературою; набуття практичних навичок розрахунковим шляхом визначати параметри виробів і компонентів використовуючи відомі із літературних джерел теоретичні формули та електрофізичні параметри компонент електронної техніки; набуття умінь аналізувати графіки функціональних залежностей параметрів та виконувати необхідні графічні побудови конструкцій компонентів; розвиток умінь читати маркування та представляти умовне графічне зображення електронних компонентів в схемах при проектуванні електронної апаратури.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивні оцінки за індивідуальні завдання та календарні контрольні роботи, зарахування усіх лабораторних робіт.

Умови оцінювання визначаються за наказом №1\273 від 14.09.2020р «Про затвердження положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім.Ігоря Сикорського

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо

Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: ст.викладач, к.т.н. , ОСІНОВ С.М.

Ухвалено кафедрою _мікроелектроніки_____ (протокол № _1_ від _08.09.2021р____)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № __ від _____)

