



# "МАТЕРІАЛИ І КОМПОНЕНТИ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ"

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</i>
Спеціальність	<i>153 Мікро- та наносистемна техніка</i>
Освітня програма	<i>Мікро- та наноелектроніка</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>90 годин \3 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., Осінов С.М., analog2@ukr.net</i> Лабораторні: <i>ст.викладач Королевич Л.М. тел..066-987-06-10</i>
Розміщення курсу	Google Sites - <a href="https://sites.google.com/site/analogosinov5/">https://sites.google.com/site/analogosinov5/</a> Classroom- <a href="https://classroom.google.com/c/MTY4NTIyODg2MTA0?cjc=7hzwsjj">https://classroom.google.com/c/MTY4NTIyODg2MTA0?cjc=7hzwsjj</a> Код класу-7hzwsjj

### Програма навчальної дисципліни

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

Набуття знання про будову, структуру і властивості матеріалів, а

також про основні процеси, які відбуваються в матеріалі під впливом зовнішніх чинників та відтворення на їх основі елементної бази є метою предмета. Для розвитку уміння кваліфіковано обирати матеріал 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 матеріалів та теоретичні формули, розрахунковим шляхом визначати основні параметри виробів і компонентів із матеріалів; 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 "Матеріали і компоненти мікро- та наносистемної техніки" відноситься до циклу професійної та практичної підготовки бакалаврів по спеціальності "Мікро- та наносистемна техніка", код 153. за спеціалізаціями: Мікро- та наноелектронні прилади і пристрої; Мікроелектронні інформаційні системи; Електронні біомедичні системи і

технології; Інформаційні технології проектування в електроніці та наносистемах.

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

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

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

Навчальна дисципліна містить два змістовні модулі:

1) *Матеріалознавчі аспекти курсу. Види матеріалів, їх основні властивості і застосування. Розділ 1,2.*

2) *Призначення та основні характеристики компонентів мікро- та наносистемної техніки. Розділ 3,*

лабораторні роботи та завдання для самостійної роботи студентів.

## ***РОЗДІЛ 1. МАТЕРІАЛОЗНАВЧІ АСПЕКТИ КУРСУ. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ І КЛАСИФІКАЦІЯ МАТЕРІАЛІВ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ***

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

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

Будова 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, класифікація видів електропровідності. Основні поняття та параметри, загальне рівняння електропровідності.

## ***РОЗДІЛ 2. ВИДИ МАТЕРІАЛІВ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ ТА ЇХ ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ І ЗАСТОСУВАННЯ***

### **Тема 2.1. ПРОВІДНИКОВІ МАТЕРІАЛИ.**

Природа електропровідності в металах. Електричні властивості металевих матеріалів .

Механічні властивості та теплопровідність металевих матеріалів.

Контактні явища в металах, вплив середовища на металеві матеріали, корозія.

Особливості електропровідності в тонких плівках та на високих частотах.

Класифікація провідникових матеріалів. Основні групи металевих провідникових матеріалів (металів та сплавів) для електронної техніки.

Неметалеві провідникові матеріали. Композиційні резистивні матеріали.

### **Тема 2.2. НАПІВПРОВІДНИКОВІ МАТЕРІАЛИ.**

Загальні властивості напівпровідників, види електропровідності, вплив температури.

Фотоелектричні явища у напівпровідниках. 2.2.3. Особливості властивостей напівпровідників різної структури.

Класифікація напівпровідникових матеріалів, основні параметри.

Основні напівпровідникові матеріали та напрямки їх застосування.

### **Тема 2.3. ДІЕЛЕКТРИЧНІ МАТЕРІАЛИ.**

Загальні фізико-хімічні властивості діелектричних матеріалів.

Основні явища в діелектричних матеріалах: поляризація, електропровідність.

Діелектричні втрати, види втрат, схеми заміщення діелектрика.

Явище електричного пробоя у діелектрику. Види пробоя у твердих діелектриках.

Класифікація діелектричних матеріалів.

Властивості і застосування важливих пасивних діелектричних матеріалів (органічних та неорганічних).

Активні діелектричні матеріали та компоненти на їх основі.

### **Тема 2.4. МАГНІТНІ МАТЕРІАЛИ.**

Основні явища в матеріалах при дії магнітного поля. Загальна класифікація матеріалів по відношенню до магнітного поля.

Властивості та характеристики феромагнетиків. Методи вимірювань основних параметрів і характеристик магнітних матеріалів.

Особливості властивостей феромагнетиків.

Класифікація технічних магнітних матеріалів.

Магнітном'які та магнітнотверді матеріали та їх застосування.

Магнітні матеріали спеціального призначення.

## **РОЗДІЛ 3. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОНЕНТІВ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ**

### **Тема 3.1. ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОНЕНТІВ.**

Класифікація та загальні характеристики.

Впливи зовнішніх факторів на характеристики компонентів.

### **Тема 3.2. РЕЗИСТОРИ.**

Загальна будова. Конструкції резисторів та матеріали для їх виготовлення.

Класифікація резисторів. Особливості застосування резисторів.

Основні технічні характеристики резисторів, еквівалентна схема заміщення.

Маркування та умовні графічні позначення резисторів в електричних схемах.

Резистори спеціального призначення, резистори у мікроелектроніці.

Напівпровідникові пасивні компоненти – лінійні та нелінійні резистори та датчики.

### **Тема 3.3. КОНДЕНСАТОРИ.**

Загальна будова. Конструкції конденсаторів та матеріали для їх виготовлення.

Класифікація конденсаторів. Особливості застосування конденсаторів різних типів

Основні технічні характеристики конденсаторів, еквівалентна схема заміщення.

Маркування та умовні графічні позначення конденсаторів в електричних схемах.

Конденсатори у мікроелектроніці, основні характеристики та використання.

### **Тема 3.4. ІНДУКТИВНІ КОМПОНЕНТИ.**

Загальна будова котушки індуктивності. Принцип роботи й основні властивості.

Види конструкцій та основні матеріали, розрахунок величини індуктивності. 3.4.3. Основні технічні характеристики котушки індуктивності, еквівалентна схема заміщення та частотна характеристика котушки індуктивності.

Високочастотні дроселі, особливості конструкції та використання.

Класифікація, маркування та умовні графічні позначення індуктивних компонентів.

Електромагнітні трансформатори, загальна будова, основні параметри.

Деталі і напівфабрикати для створення індуктивних компонентів, інтегральні індуктивності для мікросистем.

### **Тема 3.5. ФУНКЦІОНАЛЬНІ КОМПОНЕНТИ.**

Ознайомлення з поняттям "функціональний компонент", класифікація компонентів за фізичним принципом роботи.

Акустоелектронні прилади, класифікація. Характеристики та застосування деяких видів акустоелектронних компонентів.

Приклади використання деяких видів функціональних компонентів.

### **Тема 3.6. КОМУТАЦІЙНІ ДРУКОВАНІ ПЛАТИ ТА МАТЕРІАЛИ ДЛЯ НИХ.**

Загальні відомості про комутаційні плати. Комутаційні друковані плати.

Основні конструкційні матеріали та захисні матеріали для комутаційних плат.

Припаї та інші матеріали для пайки та монтажу компонентів на плату.

Проблема використання свинцю та інших токсичних речовин у виробках техніки.

### **ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ**

Робота №1. Дослідження електрофізичних характеристик металевих матеріалів.

Робота №2. Вимірювання параметрів термопар та різних резистивних термодатчиків.

Робота №3. Дослідження електричних і температурних характеристик терморезисторів та нелінійних резисторів.

Робота №4. Дослідження особливостей температурних залежностей електропровідності напівпровідникових матеріалів.

Робота №5. Дослідження явищ фотопровідності у напівпровідникових матеріалах.

Робота №6. Дослідження явищ поляризації та втрат в діелектричних матеріалах.

Робота №7. Вимірювання параметрів п'єзоелектричних матеріалів і компонентів.

Робота №8. Дослідження електрофізичних характеристик електричних конденсаторів.

Робота №9. Вимірювання основних характеристик феро- та феримагнітних матеріалів.

### **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.
- \*\* Властивості основних неорганічних діелектричних матеріалів.
- \*\* Властивості основних термопластичних полімерних матеріалів.
- \*\* Рідинні кристали.
- \*\* Характеристики промислових магнітнотвердих феритів та їх застосування.
- \*\* Магнітнотверді промислові матеріали та їх застосування.
  
- \*\* 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.

\*\*Захисні діелектричні матеріали для комутаційних плат.

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### **I. ОСНОВНА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Пасынков В. В., Сорокин В. С. Материалы электронной техники. -СПб.: Лань, 2003. -368с.
2. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты, электроника. –СПб.: Питер, 2003. -528с.
3. Надкєрничний С. П.. Матеріали і компоненти електроніки: Програма та методичні вказівки до вивчення навчальної дисципліни. –К.:НТУУ «КПІ» «Політехніка», 2010. -64с
4. Надкєрничний С. П. Матеріали і компоненти електроніки. Практикум. – К.: НТУУ «КПІ», URL: <http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/423/4/9-10-407.pdf>. 2010. – 78 с.

##### **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. Нєстерєнко 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., Электрорадиоэлементы. М.: Советское радио, 1976. -336с.
8. Рычина Т.А., Зеленский А.В., Устройства функциональной электроники и электрорадиоэлементы. –М.: Радио и связь, 1989. -352с.
9. Богородицкий Н. П., Пасынков В. В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы. –Л.: Энергоатомиздат, 1985. -352с.
10. Кадыкова Г.Н., Фонарев Г.С., Хвостикова В.Д. Материалы для производства изделий электронной техники. -М.: ВШ, 1987. -247с.
11. Справочник по электротехнич. материалам: В 3-х кн./под ред. Корицкого Ю. В. –М.: Энергоатомиздат, 1986–1988. -368с, 464с, -728с.

## 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 умінь 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. На самостійну роботу відведено 36 годин та включає в себе підготовку до аудиторних занять проведення розрахунків отриманими на лабораторних заняттях, виконання домашньої контрольної роботи (звіту\реферату) з самостійної семестрової роботи.

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

Контрольна робота №1 – на тему “Матеріалознавчі аспекти, будова, основні властивості, класифікація матеріалів електроніки та застосування”.

Контрольна робота №2 охоплює тематику “Призначення та загальні характеристики електронних компонентів”.

Поточний письмовий контроль індивідуального семестрового завдання за результатами самостійної роботи (звіт) Для індивідуального завдання планується виконання домашньої контрольної самостійної роботи у вигляді реферату (аналітичного огляду). Завдання на домашню роботу формується за типовими завданнями, в яких обов'язково використовуються теми, що рекомендуються студентам для вивчення під час самостійної роботи над курсом.

Мета індивідуального завдання: – набуття студентами навиків самостійної роботи з навчальною та довідниковою літературою; набуття практичних навиків розрахунковим шляхом визначати параметри виробів і компонентів із матеріалів, використовуючи відомі із літературних джерел теоретичні формули та електрофізичні параметри матеріалів електронної техніки; набуття умінь аналізувати графіки функціональних залежностей параметрів матеріалів 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 № 13 від 20.01.2021)

**Погоджено** Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_)