

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих  
засобів і технологій (№ 502)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Керівник проектної групи  
 А. І. Трунова  
(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» серпня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ЕЛЕКТРОНІКА. ЕЛЕМЕНТНА БАЗА**

(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань:** 16 Хімічна та біоінженерія  
(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальність:** 163 Біомедична інженерія  
(код та найменування спеціальності)

**Освітня програма:** Біомедична інженерія  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2021 рік**

Робоча програма Електроніка. Елементна баз

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю: 163 Біомедична інженерія

освітньою програмою Біомедична інженерія

«31» серпня 2021 р., - 12 с.

Розробники: Олійник В. П. професор кафедри №502, к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Куліш С. М. професор кафедри №502, к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри №502

Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

О. В. Висоцька

(ініціали та прізвище)

## 1.Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5,5	<p><b>Галузь знань</b> <u>16 «Хімічна та біоінженерія»</u> (шифр і назва)</p> <p><b>Спеціальність</b> <u>163 «Біомедична інженерія»</u> (код та найменування)</p> <p><b>Освітня програма</b> <u>«Біомедична інженерія»</u> (найменування)</p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	Цикл професійної підготовки обов'язкова
Кількість модулів – 1		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістових модулів – 2		2021/ 2022
		<b>Семестр</b>
		<u>3</u> -й
Загальна кількість годин – 56/165		<b>Лекції*</b>
		32 години
		<b>Практичні, семінарські*</b>
		8 годин
		<b>Лабораторні*</b>
	16 годин	
	<b>Самостійна робота</b>	
	109 годин	
	<b>Вид контролю</b>	
	Модульний контроль, іспит	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – <b>3,5</b> самостійної роботи студента – <b>6,8</b>		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 56/109.

\*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

## 2. Мета й завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення** – вивчення властивостей матеріалів, структури, функціональних можливостей сучасної елементної бази електроніки та її використання для побудови біомедичної електронної апаратури.

**Завдання** - навчити студента обирати елементну базу та електрорадіоматеріали для побудови електронних засобів із врахуванням особливостей біомедичної апаратури.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

- Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі професійної діяльності у галузі біоінженерії, що передбачає застосування елементної бази електроніки та матеріалів (ІК).

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, які потребують знань з властивостей матеріалів, структури, функціональних можливостей сучасної елементної бази електроніки (ЗК1).

- Знання та розуміння предметної області створення біомедичної апаратури з урахуванням властивостей елементної бази та матеріалів (ЗК2).

- Здатність приймати обґрунтовані рішення при виборі матеріалів та елементної бази для біомедичної апаратури (ЗК8).

- Здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробки, оцінки та специфікації медичного обладнання (ФК2).

- Здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології шляхом коректного використання елементної бази електроніки (ФК4).

- Здатність експлуатувати, підтримувати, технічно обслуговувати, контролювати і координувати ремонт приладів, обладнання біомедичного призначення з використанням матеріалів та електрорадіоелементів (ФК7).

- Здатність надавати інжинірингові послуги та забезпечувати техніко-інформаційний супровід біотехнічних та медичних апаратів, приладів та систем, що вимагають знань властивостей матеріалів та елементної бази електроніки (ФК11).

### **Програмні результати навчання (ПРН) відповідно до освітньої програми:**

- Застосовувати знання основ фізики та біофізики, біоінженерії, обирати та обґрунтовувати застосування біосумісних матеріалів для виробництва електронних елементів (ПРН 1).

- Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об'єктів та матеріалів медичного призначення (ПРН 8).

- Визначати відповідність властивостей матеріалів і електрорадіоелементів вимогам біологічної сумісності для створення штучних біологічних і біотехнічних об'єктів медичного призначення (ПРН 9).

**Міждисциплінарні зв'язки:** «Вища математика», «Фізика», «Хімія. Біохімія», «Навчальна практика», «Курсова робота з теорії кіл та сигналів», «Електроніка. Схемотехніка біомедичних пристроїв», «Ознайомча практика».

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Модуль 1.

**Змістовий модуль 1. Компоненти елементної бази електроніки та біосумісні матеріали.**

**Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни. Радіотехнічні та конструкційні матеріали в пристроях біомедицинської електроніки.**

Предмет вивчення, мета і задачі дисципліни. Місце дисципліни у навчальному плані серед інших навчальних дисциплін спеціальності.

Призначення та застосування матеріалів у виробництві компонентів для елементної бази електроніки. Класифікація матеріалів. Вимоги щодо властивостей матеріалів, які використовуються у електронних виробках медичної техніки.

**Тема 2. Загальні відомості про будову матеріалів. Взаємодія матеріалів біомедицинської електроніки біологічними тканинами.**

Атоми, іони, молекули. Види хімічного зв'язку. Особливості будови твердих тіл. Характеристика газоподібного, рідкого та твердого стану речовин. Кристалічні тіла. Типи кристалічних ґраток. Особливості будови аморфних тіл. Поліморфізм. Ідеальні та реальні кристали. Види дефектів кристалів. Сплави та їх види. Поняття про компонент, фазу, систему.

Специфіка використання матеріалів в біомедицинській галузі. Фізико-хімічні характеристики матеріалів, що контактують з живими тканинами. Порівняльні оцінки електрохімічної взаємодії різних матеріалів з кров'ю. Особливості використання полімерів.

**Тема 3. Електричні характеристики радіоматеріалів.**

Питомий електричний опір. Температурний коефіцієнт питомого опору. Абсолютна діелектрична проникність. Температурний коефіцієнт діелектричної проникності. Тангенс кута діелектричних втрат. Електрична міцність.

**Тема 4. Механічні, теплові та фізико-хімічні характеристики радіоматеріалів.**

Гранична міцність при розтягуванні, стисненні та при статичному згинанні. Ударна в'язкість. Температура плавлення та розм'якшення. Температурний коефіцієнт лінійного розширення. Коефіцієнт теплопровідності та теплостійкості матеріалів. Нагрівостійкість. Водопоглинання. Гігроскопічність. Радіаційна стійкість.

**Тема 5. Провідникові матеріали для компонентів елементної бази електроніки.**

Електропровідність провідників. Матеріали з малими питомим опором. Матеріали з великим питомим опором. Провідникові вироби. Неметалеві та композиційні вироби з них. Металічні та неметалічні контактні матеріали (припої, контактори). Явище надпровідності провідників та практичне застосування в медицині.

**Тема 6. Напівпровідникові матеріали для компонентів елементної бази електроніки.**

Електрофізичні властивості напівпровідникових матеріалів. Власні та домішкові напівпровідники. Електропровідність напівпровідників. Вплив на електропровідність домішок, температури, світла, напруженості електричного і магнітного полів. Класифікація напівпровідникових матеріалів. Прості напівпровідники (германій, кремній), їх властивості та області застосування. Напівпровідникові сполуки та тверді розчини на їх основі (карбід кремнію  $A^{IV}B^{IV}$ , хімічні сполуки  $A^{III}B^V$ ,  $A^{III}B^{VI}$ , тверді розчини на основі  $A^{III}B^V$ ). Застосування напівпровідникових матеріалів в електронних пристроях медичної техніки.

**Тема 7. Діелектричні матеріали для компонентів елементної бази електроніки.**

Електричні процеси в діелектриках (поляризація, електропровідність, втрати енергії, побій діелектриків). Класифікація діелектриків. Полімеризаційні матеріали і методи їх одержання, застосування в електронних пристроях (полістирол, поліетилен, поліформальдегід, полівінілхлорид, фторопласт – 4).

Тверді поліконденсаційні діелектрики і методи їх одержання, застосування в електронній апаратурі (епоксидні смоли, лавсан, поліорганосилоксани, полііміди).

Електроізоляційні лаки, емалі, компаунди, каучуки, гуми. Радіокерамічні матеріали (установочні, конденсаторні, п'єзоелектричні). Скло, ситали, полікори, слюда. Діелектричні матеріали для імплантантів.

### **Тема 8. Магнітні матеріали для компонентів елементної бази електроніки.**

Основні магнітні характеристики. Класифікація магнітних матеріалів. Металічні магнітно-м'які та магнітно-тверді матеріали. Спеціалізовані магнітні матеріали. Вироби з магнітних матеріалів та сфери застосування в біомедичній електроніці.

### **Модульний контроль.**

## **Змістовий модуль 2. Загальна структура елементної бази електроніки, пасивні та активні електрорадіоелементи.**

### **Тема 1. Загальна структура елементної бази електроніки.**

Основні етапи розвитку елементної бази електроніки. Загальна структура елементної бази електронної апаратури. Активні та пасивні елементи, їх загальні особливості. Групи параметрів електрорадіоелементів. Втрати енергії в електрорадіоелементах.

### **Тема 2. Резистори.**

Резистори, їх класифікація. Позначення резисторів на принципових схемах. Номінали резисторів. Основні характеристики: потужність розсіювання, пробивна напруга, температурний коефіцієнт опору, власні шуми резисторів, вологостійкість, коефіцієнт старіння, частотні властивості резисторів. Класифікація резисторів змінного опору. Специфічні параметри: функціональна характеристика, початковий скачок опору, точність установки, шуми обертання, момент обертання. Класифікація нелінійних резисторів. Варистори. Терморезистори (термістори, позистори). Фоторезистори та їх специфічні параметри (темновий опір, спектральна характеристика, кратність зміни опору, стала часу, люксамперна характеристика, вольтамперна характеристика). Резисторний оптрон. Тензорезистори, магніторезистори. SMD- резистори.

### **Тема 3. Конденсатори.**

Конденсатори, їх класифікація. Позначення конденсаторів на принципових схемах. Основні характеристики конденсаторів: питома ємність, структура номіналів ємності конденсаторів, допустиме відхилення ємності від номіналу, номінальна робоча напруга, випробувальна напруга, пробивна напруга, опір ізоляції, стала часу, реактивна потужність, тангенс кута втрат, температурний коефіцієнт ємності. Конденсатори постійної ємності, основні типи. Конденсатори змінної ємності і їх класифікація. Специфічні параметри: функціональна залежність зміни ємності, коефіцієнт перекриття по частоті, температурний коефіцієнт змінної ємності, момент обертання. Характеристики надійності конденсаторів. Варіконди. Термоконденсатори. SMD- конденсатори. MEMS- технології та MEMS-конденсатори.

### **Тема 4. Індуктивні компоненти.**

Загальна класифікація індуктивних компонентів. Позначення індуктивних елементів на принципових схемах. Високочастотні котушки індуктивності, їх параметри (індуктивність, добротність, власна ємність, температурний коефіцієнт індуктивності). Екрановані котушки та котушки з осереддям, розрахунок їх індуктивності. Поняття найвигіднішого діаметру проводу намотки. Дроселі високої частоти.

Трансформатори. Класифікація, основні характеристики та властивості. Трансформатори живлення промислової частоти та частот бортових мереж. Автотрансформатори живлення. Імпульсні трансформатори та їх специфічні параметри. Сигнальні трансформатори. Спотворення сигналів в трансформаторах.

### **Тема 5. Елементи комутації.**

Елементи комутації. Характеристики комутаційних пристроїв, класифікація, умовні позначення, основні параметри. Комутаційні пристрої ручного управління. Кнопки і кнопкові перемикачі, тумблери, поворотні (галетні) перемикачі, лінійні (движкові)

перемикачі. Мікроперемикачі. Електромагнітні реле (класифікація, умовні позначення, основні параметри). Геркони.

#### **Тема 6. Напівпровідникові діоди.**

Устрій напівпровідникових діодів. Вольт-амперна характеристика діода. Випрямляючий та імпульсний режим роботи діода. Різновиди напівпровідникових діодів: випрямляючі, високочастотні, імпульсні, стабілітрони, варикапи, тунельні, фотодіоди, світловипромінюючі діоди.

#### **Тема 7. Біполярні транзистори і тиристори.**

Устрій і принцип дії біполярного транзистору. Статичні характеристики (вхідні характеристики, вихідні характеристики в основних схемах включення). Диференціальні параметри біполярних транзисторів. Робота транзистора у режимі підсилювача (схема з загальним емітером, схема з загальною базою, схема з загальним колектором). Частотні властивості транзистора. Різновиди біполярних транзисторів.

Тиристори, устрій та принцип дії. Діодний тиристор. Тріодний тиристор. Симетричний тиристор. Використання тиристорів.

#### **Тема 8. Польові транзистори.**

Польові транзистори з управляючим  $p-n$  – переходом, устрій та принцип дії. Статичні характеристики. Диференціальні параметри.

Польові транзистори з управляючим переходом метал – напівпровідник.

Польові транзистори з ізольованим затвором, устрій та принцип дії. Підсилювальні та частотні властивості польових транзисторів.

IGBT- транзистори.

**Модульний контроль**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1. Компоненти елементної бази електроніки та біосумісні матеріали.</b>					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни. Радіотехнічні та конструкційні матеріали в пристроях біомедичної електроніки.	4	1	-	-	3
Тема 2. Загальні відомості про будову матеріалів. Взаємодія матеріалів біомедичної електроніки біологічними тканинами.	9	2	-	-	7
Тема 3. Електричні характеристики радіоматеріалів.	9	2	-	-	7
Тема 4. Механічні, теплові та фізико-хімічні характеристики радіоматеріалів.	9	2	-	-	7
Тема 5. Провідникові матеріали для компонентів елементної бази електроніки.	11	2	2	-	7
Тема 6. Напівпровідникові матеріали для компонентів елементної бази електроніки.	9	2	-	-	7
Тема 7. Діелектричні матеріали для компонентів елементної бази електроніки.	13	2	4	-	7
Тема 8. Магнітні матеріали для компонентів елементної бази електроніки.	11	2	2	-	7
Модульний контроль	3	1	-	-	2
Разом за змістовним модулем 1	78	16	8	-	54
<b>Змістовний модуль 2. Загальна структура елементної бази електроніки, пасивні та активні електрорадіоелементи.</b>					
Тема 1. Загальна структура елементної бази електроніки.	5	1	-	-	4
Тема 2. Резистори.	13	2		4	7
Тема 3. Конденсатори.	13	2		4	7
Тема 4. Індуктивні компоненти	13	2		4	7
Тема 5. Елементи комутації.	9	2		-	7
Тема 6. Напівпровідникові діоди.	11	2	-	2	7
Тема 7. Біполярні транзистори і тиристори	11	2	-	2	7
Тема 8. Польові транзистори.	9	2	-	-	7
Модульний контроль	3	1	-	-	2
Разом за змістовним модулем 2	87	16		16	55
<b>Усього годин</b>	165	32	8	16	109

#### 5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття навчальним планом непередбачені.



**6. Теми практичних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення контактних явищ і термоелектрорухомої сили в металах.	2
2	Вивчення способів виміру діелектричних характеристик матеріалів. Визначення кута діелектричних втрат.	2
3	Оцінювання дисперсії діелектричної проникності речовин.	2
4	Дослідження магнітних властивостей матеріалів.	2
	<b>Разом</b>	<b>8</b>

**7. Теми лабораторних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Експериментально-розрахункове визначення характеристик недротових резисторів.	4
2	Визначення основних параметрів конденсатору змінної ємності.	4
3	Дослідження впливу елементів конструкції котушки індуктивності на її параметри.	4
4	Дослідження характеристик напівпровідникових діодів і біполярних транзисторів.	4
	<b>Разом</b>	<b>16</b>

**8. Самостійна робота**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Конструкційні матеріали в пристроях біомедичної електроніки..	3
2	Загальні відомості про будову матеріалів. Взаємодія матеріалів біомедичної електроніки біологічними тканинами.	7
3	Електричні характеристики радіо матеріалів, вимоги до їх біосумісності	7
4	Механічні, теплові та фізико-хімічні характеристики радіоматеріалів.	7
5	Провідникові матеріали для компонентів елементної бази електроніки.	7
6	Напівпровідникові матеріали для компонентів елементної бази електроніки.	7
7	Діелектричні матеріали для компонентів елементної бази електроніки. Використання діелектриків для побудови імплантатів.	7
8	Магнітні матеріали для компонентів елементної бази. Особливості використання елементної бази в засобах біомедичної електроніки	7
9	Втрати енергії в електрорадіоелементах.	4
10	Резистори. SMD- резистори.	7
11	Конденсатори. MEMS- технології та MEMS-конденсатори.	7
12	Індуктивні компоненти. Трансформатори. Спотворення сигналів в трансформаторах.	7
13	Елементи комутації. Електромагнітні реле.	7
14	Напівпровідникові діоди. Спектральні характеристики фото- і світло діодів.	7
15	Біполярні транзистори і тиристри. Робота транзистора у режимі підсилювача (схема з загальною базою, схема з загальним колектором).	7
16	Польові транзистори. Польові транзистори з ізольованим затвором, устрій та принцип дії.	7
17	Підготовка до модульного контролю (Модуль 1)	2
18	Підготовка до модульного контролю (Модуль 2)	2
	<b>Разом</b>	<b>109</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання навчальним планом непередбачені.

## 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, лабораторних робіт, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники) та рекомендованими літературними джерелами і довідниковими матеріалами на електронних носіях.

## 11. Методи контролю

Письмове опитування при проведенні модульного контролю, усне опитування при проведенні практичних занять та захисті звітів з лабораторних робіт. Підсумковий контроль - іспит.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

### 12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист практичних робіт	0...6	4	0...24
Модульний контроль	0...18	1	0...18
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...6	4	0...24
Модульний контроль	0...18	1	0...18
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох питань, з яких два теоретичних (з максимальною кількістю балів 30, за кожне) та одно практичне (з максимальною кількістю балів 40). Загальна сума становить 100 балів.

### 12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- властивості матеріалів, які використовуються як компоненти елементної бази в засобах біомедичної електроніки;
- фізичні процеси в матеріалах, на яких побудовані ті чи інші компоненти та елементи електроніки, принципи їх дії і структурні особливості, устрій, основні характеристики і параметри;
- області ефективного застосування елементів в електронній апаратурі біомедичного призначення;
- використання елементної бази електроніки для розробки медичного обладнання.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- обирати та обґрунтовувати застосування біосумісних матеріалів для виробництва електронних елементів;

- проводити розрахунки основних технічних характеристик елементів;
- перевіряти працездатність елементів та визначати їх характеристики;
- використовувати теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою;
- визначати відповідність властивостей матеріалів і електрорадіоелементів вимогам біологічної сумісності для створення штучних біологічних і біотехнічних об'єктів медичного призначення.

### 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні та лабораторні роботи. Засвоїти термінологію, принцип дії, основні характеристики, класифікацію радіоелементів за групами, та компонентів елементної бази електроніки. Обґрунтувати застосування біосумісних матеріалів. Вміти давати опис елементів за принциповою схемою електричною.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі практичні та лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк, обґрунтувати пояснення та відповіді на запитання. Вміти пояснювати основні фізичні механізми, які лежать в основі роботи радіоелементів та матеріалів на основі яких вони побудовані. Визначати відповідність властивостей матеріалів і електрорадіоелементів вимогам біологічної сумісності.

**Відмінно (90-100).** Захистити всі практичні та лабораторні роботи за найвищим балом. Досконально знати всі теоретичні матеріали та уміти застосовувати їх на практиці. Повно знати основний та додатковий матеріал. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти розраховувати основні кількісні характеристики компонентів та складових елементної бази електроніки. Використовувати теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит	
90 – 100	Відмінно	
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	

### 13. Методичне забезпечення

#### Навчальні посібники:

1. Самойлов В. Я. Електрорадіотехнічні матеріали у виробках авіаційно-космічної техніки: навч. посіб. [Текст] / В. Я. Самойлов, О. Г. Попова, В. В. Остапчук – Харків. ХАІ, 2010, -256 с.

2. Куліш С. М. Компоненти елементної бази радіоелектроніки: навчальний посібник до лабораторного практикуму [Текст] / С. М. Куліш, Ю. А. Волошин. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2019. – 46 с.

3. Пасивні електрорадіоелементи (елементна база радіоелектронних апаратів): навч. посіб. [Текст] / В. П. Олійник, Р. В. Колесник, С. М. Куліш, М. В. Долженков. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 65 с.

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: <http://k502.khai.edu>

#### 14. Рекомендована література

##### Базова

1. Матеріалознавство радіоелектронних засобів та елементна база радіоелектронної апаратури: Конспект лекцій [Текст] / С. М. Лобанова - Дніпро, 2017. - 51 с.
2. Електрорадіоматеріали. Навч. посіб. [Текст] / В. В. Лещук. – Луцьк. 2016. -324 с.
3. Твердотільна електроніка : підручник [Текст]/ О. В. Борисов, Ю. І. Якименко ; за заг. ред. Ю. І. Якименка. – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 484 с. – Бібліогр.: с. 476–477.
4. Панфілов І. П. Компонентна база радіоелектронної апаратури: Навчальний посібник, Модуль 1 / І. П. Панфілов, М. П. Савицька, Ю. В. Флейта – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2013. – 180 с.

##### Допоміжна

1. Справочник по электротехническим материалам: в 3т Т1(1986), Т2(1987), Т3(1988) под ред. Корицкого Ю. В., Пасынкова В. В., Тареева Б. М. – М.: Энергоатомизат.
2. Элементная база радиоэлектронных средств [Текст] /Н.В. Долженков, В.П. Олейник. – Учеб. Пособие по лабораторному практикуму – Харьков: Нац. аэрокосмический ун-т “Харьк. авиац. ин-т”, 2001. – 68 с.
3. Матеріалознавство [Текст] : підручник для вищих навч. закладів / С. С. Дяченко [та інші] ; за ред. проф. С. С. Дяченко ; Харк. нац. автомобільно-дорожній ун-т. - Х. : ХНАДУ, 2007. - 440 с
4. Материалы в приборостроении и автоматике: Справочник/ Под.ред. Пятин Ю.М. – М. Маштнострoение, 1982.- 528с.,ил.
5. Петров К. С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: учеб. пособие [Текст] / К. С. Петров – СПб.: Питер, 2004. - 522 с.
6. Пасынков В. В., Сорокин В. С. Материалы электронной техники: Учеб. для студ. вузов.-М.:высш.школа., 1986.-367с.,ил.
7. Барсуков С. Н. Элементная база радиоэлектроники Ч.1. Полупроводниковые диоды [Текст] / С. Н. Барсуков. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2002. – 88 с.
8. Барсуков С. Н. Элементная база радиоэлектроники Ч.2. Биполярные транзисторы. Тиристоры [Текст] / С. Н. Барсуков, А. С. Кравчук. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2005. – 88 с.
7. Электронные компоненты и системы. Массовый ежемесячный научно-технический журнал. Издается с мая 1996 г. [www.vdmais.kiev.ua](http://www.vdmais.kiev.ua).

#### 15. Інформаційні ресурси

Сайти кафедр <http://k502.khai.edu>