

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**

Гарант освітньої програми



(підпис)

А.І. Трунова

(ініціали та прізвище)

«29» серпня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ОСНОВИ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА СХЕМОТЕХНІКИ**

(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 2022 рік**

Робоча програма «Основи електроніки та схемотехніки»

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю: 163 «Біомедична інженерія»


освітньою програмою «Біомедична інженерія»

«29» серпня 2022 р., - 16 с.

Розробники:

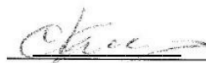
Олійник В. П. професор кафедри №502, к.т.н., доцент

(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)

Порван А. П. доцент кафедри №502, к.т.н.,

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

  
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри №502

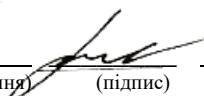
Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 29 » серпня 2022 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 – 14,5	<b>Галузь знань</b> <u>16 «Хімічна та біоінженерія»</u> <small>(шифр і назва)</small>  <b>Спеціальність</b> <u>163 «Біомедична інженерія»</u> <small>(код та найменування)</small>  <b>Освітня програма</b> <u>«Біомедична інженерія»</u> <small>(найменування)</small>  <b>Рівень вищої освіти:</b>  перший (бакалаврський)	Обов'язкова	
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>	
Кількість змістових модулів – 4		2022/ 2023	
Індивідуальне завдання – розрахунково - графічна робота		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 200/435		3-й	4-й
Семестр 3		<b>Лекції*</b>	
128/270		64 години	32 години
Кількість тижневих годин для денної форми навчання		<b>Практичні, семінарські*</b>	
Семестр 3		64 години	40 годин
Семестр 4		<b>Лабораторні*</b>	
аудиторних – 8	-		
самостійної роботи студента – 8,85	<b>Самостійна робота</b>		
аудиторних – 4,5	142 годин	93	
самостійної роботи студента – 5,8125	<b>Вид контролю</b>		
	Модульний контроль, іспит		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 200/235.

\*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 електрорадіоматеріалів, структури, функціональних можливостей сучасної елементної бази електроніки, методів аналізу та розрахунку електричних кіл і сигналів, схмотехнічних рішень побудови типових елементів аналогової електроніки біомедичної електронної апаратури.

**Завдання** – навчити студента обирати біосумісні та електрорадіоматеріали, елементну базу електроніки, типові схмотехнічні рішення, проводити розрахунки основних їх параметрів 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, аналогової схмотехніки (ЗК1).
- Знання та розуміння предметної області створення біомедичної апаратури з врахуванням властивостей елементної бази та матеріалів (ЗК2).
- Здатність приймати обґрунтовані рішення при виборі матеріалів, елементної бази, схемо технічних рішень 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 ефективно використовувати розрахункові методи теорії кіл для аналізу, проектування та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг (ФК6).
- 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, теорії кіл та сигналів, схмотехніки (ФК11).

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

- Застосовувати знання основ фізики та біофізики, теорії кіл та сигналів, 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, електрорадіоелементів, схемо технічних рішень вимогам біологічної сумісності для створення штучних біологічних і біотехнічних об'єктів медичного призначення (ПРН 9).

- Здійснювати надання інжинірингових послуг та забезпечення техніко-інформаційного супроводу біотехнічних та медичних апаратів, приладів та систем на всіх етапах їх життєвого циклу (ПРН 20).

**Міждисциплінарні зв'язки:** «Вища математика», «Фізика», «Хімія. Біохімія», «Навчальна практика», «Електроніка та схемотехніка», «Сенсори та вимірювальні перетворювачі», «Ознайомча практика», «Комплексний курсовий проект з електроніки та схемотехніки».

### **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 біомедичної електроніки.**

Предмет вивчення, мета і задачі дисципліни. Місце дисципліни у навчальному плані серед інших навчальних дисциплін спеціальності. Роль електроніки у сучасній медичній техніці.

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 біомедичної 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 біомедичній 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, їх специфічні параметри. Класифікація нелінійних резисторів. Варистори. Терморезистори (термістори, позистори). Фоторезистори, резисторний оптрон. Тензорезистори, магніторезистори. SMD- резистори.

#### **Тема 3. Конденсатори.**

Конденсатори, їх класифікація. Позначення конденсаторів на принципових схемах. Основні характеристики конденсаторів. Конденсатори постійної ємності, основні типи. Конденсатори змінної ємності і їх класифікація, специфічні параметри. 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. 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 та загальна класифікація, позначення. Вольт-амперна характеристика діода. Різновиди напівпровідникових діодів: випрямляючі, високочастотні, імпульсні, стабілітрони, варикапи, тунельні, фотодіоди, світловипромінюючі діоди.

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

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

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

### **Тема 8. Польові транзистори.**

Класифікація польових транзисторів, позначення на схемах. Польові транзистори з керуванням  $p-n$  – переходом, устрій та принцип дії. Основні характеристики і параметри.

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

IGBT- транзистори.

**Модульний контроль**

## **Модуль 2.**

### **Змістовий модуль 3. Основи теорії кіл та сигналів**

#### **Тема 1. Закони електричних кіл постійного струму та методи їх аналізу.**

Визначення електричного кола. Електричний струм, напруга, потужність, опір. Схема електричного кола. Закон Ома. Ідеальне та реальне джерело напруги. Ідеальне та реальне джерело струму. Вольт-амперна характеристика джерела. Закони Кірхгофа. Задача аналізу електричного кола. Метод еквівалентних перетворень. Метод рівнянь Кірхгофа. Метод контурних струмів. Метод вузлових напруг.

#### **Тема 2. Методи аналізу електричних кіл синусоїдального струму.**

Характеристики синусоїдального струму. Комплексна форма синусоїдального струму. Векторні діаграми. Активний опір. Ємність, індуктивність. Реактивний опір. Комплексний опір та провідність. Математичні операції з комплексними струмами. Послідовне та паралельне з'єднання активних та реактивних елементів кола. Реальні пасивні елементи електронних пристроїв та схеми їх заміщення. Частотна характеристика комплексного опору.

Закони Кірхгофа у комплексній формі. Комплексні методи розрахунку кіл синусоїдального струму. Вибірні властивості електричних кіл. Смуга пропускання. Послідовний коливальний контур. Поняття резонансу. Вторинні параметри коливального контуру. Характеристичний опір. Добротність. Смуга пропускання. Частотні характеристики коливального контуру. Вплив опору джерела та навантаження на характеристики послідовного контуру. Паралельний коливальний контур. Частотні характеристики паралельного коливального контуру. Умови точного резонансу струмів. Вплив опору джерела та навантаження на характеристики паралельного контуру.

#### **Тема 3. Комплексні передатні функції електричних кіл.**

Поняття комплексної передатної функції. Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ). Фазочастотна характеристика (ФЧХ). Аналітичне визначення передатної функції методом еквівалентних перетворень. Чисельне визначення передатної функції методом вузлових напруг. Алгоритм визначення комплексної передатної функції з використанням ЕОМ.

**Тема 4. Теорія проходження сигналів скрізь електричні кола та перехідні процеси у електричних колах**

Загальний опис електричних кіл. Імпульсна та перехідна характеристики електричних кіл. Спектральний метод аналізу сигналів на виході електричних кіл. Перетворення детермінованих сигналів. Демодуляція сигналів. Ідеальні електричні фільтри. Фільтри першого порядку. Фільтр нижніх частот. Фільтр верхніх частот. Фільтри другого порядку. Смуговий фільтр. Перехідні процеси у електричних колах. Поняття перехідного процесу. Перехідні процеси у електричних колах першого порядку. Перехідні процеси при гармонічних сигналах. Операторний метод аналізу перехідних процесів у електричних колах.

#### **Модульний контроль.**

### **Змістовий модуль 4. Аналогова схемотехніка.**

#### **Тема 1. Джерела вторинного живлення.**

Роль аналогової електроніки у сучасних біомедичних засобах.

Випрямлячі змінного струму. Згладжувальні фільтри. Стабілізатори. Помножувачі напруги.

#### **Тема 2. Електронні підсилювачі.**

Загальні відомості і параметри підсилювачів. Підсилювальний каскад на біполярному транзисторі зі спільним емітером. Підсилювальний каскад на польовому транзисторі. Режими роботи підсилювального каскаду. Каскадні підсилювачі напруги з резистивно-ємнісним зв'язком. Підсилювачі потужності. Підсилювачі постійного струму. Зворотні зв'язки в підсилювачах. Вибіркові підсилювачі. Загальні відомості про операційні підсилювачі. Функціональні схеми на операційних підсилювачах.

#### **Тема 3. Генератори гармонічних коливань.**

Умови самозбудження автогенераторів. LC-автогенератори. RC-автогенератори. Стабілізація частоти коливань автогенераторів.

#### **Тема 4. Імпульсні генератори.**

Мультивібратори. Одновібратори. Генератори лінійно-змінної напруги.

### **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>Семестр 3</b>					
<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.	12	4	2	-	6
Тема 2. Загальні відомості про будову матеріалів. Взаємодія матеріалів біомедичної електроніки біологічними тканинами.	16	4	4	-	8
Тема 3. Електричні характеристики радіоматеріалів.	16	4	4	-	8
Тема 4. Механічні, теплові та фізико-хімічні характеристики радіоматеріалів.	16	4	4	-	8
Тема 5. Провідникові матеріали для компонентів елементної бази електроніки.	16	4	4	-	8
Тема 6. Напівпровідникові матеріали для	16	4	4	-	8



компонентів елементної бази електроніки.					
Тема 7. Діелектричні матеріали для компонентів елементної бази електроніки.	16	4	4	-	8
Тема 8. Магнітні матеріали для компонентів елементної бази електроніки.	16	4	4	-	8
Модульний контроль	4	-	2	-	2
Разом за змістовним модулем 1	128	32	32	-	64
<b>Змістовний модуль 2. Загальна структура елементної бази електроніки, пасивні та активні електрорадіоелементи.</b>					
Тема 1. Загальна структура елементної бази електроніки.	8	2	-	-	6
Тема 2. Резистори.	20	6	6	-	8
Тема 3. Конденсатори.	20	6	6	-	8
Тема 4. Індуктивні компоненти	18	4	6	-	8
Тема 5. Елементи комутації.	10	2	-	-	8
Тема 6. Напівпровідникові діоди.	16	4	4	-	8
Тема 7. Біполярні транзистори і тиристри	16	4	4	-	8
Тема 8. Польові транзистори.	16	4	4	-	8
Модульний контроль	4	-	2	-	2
Разом за змістовним модулем 2	128	32	32	-	64
Індивідуальне завдання - розрахунково - графічна робота	14	-	-	-	14
<b>Усього годин за 3 семестр</b>	<b>270</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>-</b>	<b>142</b>
<b>Семестр 4</b>					
<b>Модуль 2</b>					
<b>Змістовний модуль 3. Основи теорії кіл та сигналів</b>					
Тема 1. Закони електричних кіл постійного струму та методи їх аналізу.	20	4	6	-	10
Тема 2. Методи аналізу електричних кіл синусоїдального струму.	22	6	6	-	10
Тема 3. Комплексні передатні функції електричних кіл.	11	2	2	-	7
Тема 4. Теорія проходження сигналів скрізь електричні кола та перехідні процеси у електричних колах.	18	4	4	-	10
Модульний контроль	4	-	2	-	2
Разом за змістовним модулем 3	75	16	20	-	39
<b>Змістовний модуль 4. Аналогова схемотехніка</b>					
Тема 1. Джерела вторинного живлення.	18	4	4	-	10
Тема 2. Електронні підсилювачі.	22	6	6	-	10
Тема 3. Генератори гармонічних коливань.	18	4	4	-	10
Тема 4. Імпульсні генератори.	13	2	4	-	7
Модульний контроль	4	-	2	-	2
Разом за змістовним модулем 4	75	16	20	-	39
Індивідуальне завдання - розрахункова робота	15	-	-	-	15
<b>Усього годин за 4 семестр</b>	<b>165</b>	<b>32</b>	<b>40</b>	<b>-</b>	<b>93</b>
<b>Усього годин</b>	<b>435</b>	<b>96</b>	<b>104</b>	<b>-</b>	<b>235</b>

### 5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття навчальним планом непередбачені.

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Семестр 3</b>		
<b>Змістовний модуль 1</b>		
1	Вивчення властивостей діелектриків в залежності від впливу зовнішніх факторів.	2
2	Розрахувати кут діелектричних втрат і діелектричну проникність діелектриків в залежності від впливу зовнішніх факторів.	2
3	Розрахувати питомий опір і максимальну величину струму між провідниками.	2
4	Визначити ємність ізоляції каоксиального кабелю між зовнішнім і внутрішнім провідниками, а також діелектричні і питомі втрати.	2
5	Вивчення контактних явищ і терморушійної сили в металах, проаналізувати сфери застосування цих явищ в техніці.	2
6	Визначити максимально допустимий струм олова при переході в надпровідниковий стан при відсутності магнітного поля.	2
7	Розрахунок параметрів плоского конденсатора в залежності від впливу матеріалу діелектрика.	2
8	Визначити максимальну напругу, яку можна прикласти до резистору з різних резистивних матерів при температурах $T_1$ і $T_2$ .	2
9	Біосумісність матеріалів з тканинами організму при імплантації.	2
10	Визначити рухливість основних носіїв заряду (дірок) у пластинці кремнію з заданими геометричними, магнітними і електричними характеристиками.	2
11	Загальна характеристика середовищ по механізму їхнього впливу на фізико-механічні властивості металів.	2
12	Визначення контактної різниці потенціалів для напівпровідникового матеріалу з власною концентрацією носіїв зарядів на р-п переході.	2
13	Визначити залежність діелектричної проникності пористого поліхлорвінілу від його густини і побудувати графік цієї залежності.	2
14	Розрахувати та побудувати для магнітотвердого матеріалу залежність магнітної індукції від питомої магнітної енергії при заданій залежності $B = B(H)$ .	2
15	Розрахувати та побудувати залежність $\mu = \mu(H)$ для не дротового матеріалу, якщо задана характеристика намагнічування $B = B(H)$ .	2
16	Модульний контроль 1	2
<b>Змістовний модуль 2</b>		
17	Визначення коефіцієнту напруги недротових резисторів за вольт амперною характеристикою.	2
18	Розрахунок власної ємності та індуктивності резисторів.	2
19	Визначення температурного коефіцієнту опору терморезистора	2
20	Оцінювання кутової залежності ємності змінного конденсатора.	2
21	Визначення коефіцієнта девіації ємності змінного конденсатора.	2
22	Розрахунок температурного коефіцієнту ємності змінного конденсатора	2
23	Розрахунок індуктивності одношарової циліндричної котушки.	2
24	Оцінювання впливу властивостей сердечника на параметри котушки індуктивності.	2

25	Розрахунок індуктивності екранованої котушки.	2
26	Побудова вольтамперних характеристик випрямних діодів.	2
27	Розрахунок номінального значення напруги лавинного пробую кремнієвого стабілітрону.	2
28	Побудова статичних характеристик біполярного транзистора.	2
29	Визначення параметрів біполярного транзистора за статичними характеристиками.	2
30	Визначення напруги пробую колекторного переходу германієвого транзистора.	2
31	Визначення граничної частоти для польового транзистора з ізольованим затвором.	2
32	Модульний контроль 2	2
<b>Усього годин за 3 семестр</b>		<b>64</b>
<b>Семестр 4</b>		
№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Змістовний модуль 3</b>		
1	Дослідження послідовного та паралельного з'єднання елементів кола.	2
2	Дослідження законів Кірхгофа у електричних колах постійного струму	2
3	Дослідження лінійних електричних кіл постійного струму засобами Multisim	2
4	Дослідження лінійних електричних кіл синусоїдного струму	2
5	Дослідження послідовного та паралельного увімкнення елементів R, L, C	2
6	Дослідження параметрів нелінійних електричних кіл постійного струму	2
7	Дослідження комплексної передатної функції електричного кола.	2
8	Дослідження перехідних процесів у електричних колах	2
9	Дослідження спектральних діаграм періодичних сигналів.	2
10	Модульний контроль 3	2
<b>Змістовний модуль 4</b>		
11	Розрахунок двопівперіодних випрямлячів змінного струму.	2
12	Розрахунок параметричного стабілізатора напруги.	2
13	Підсилювач напруги на біполярному транзисторі.	2
14	Підсилювачі сигналів на операційних підсилювачах.	2
15	Функціональні схеми на операційних підсилювачах.	2
16	Схеми автогенераторів на LC- елементах.	2
18	Визначення частоти коливань RC-автогенераторів.	2
19	Визначення характеристик імпульсів мультівібратора.	2
20	Формування імпульсів на одновібраторі	2
21	Модульний контроль 4	2
<b>Усього годин за 4 семестр</b>		<b>40</b>
<b>Усього годин</b>		<b>104</b>

### 7. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені навчальним планом.

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Семестр 3</b>		
1	Конструкційні матеріали в пристроях біомедичної електроніки..	6

2	Загальні відомості про будову матеріалів. Взаємодія матеріалів біомедичної електроніки біологічними тканинами.	8
3	Електричні характеристики радіо матеріалів, вимоги до їх біосумісності	8
4	Механічні, теплові та фізико-хімічні характеристики радіоматеріалів.	8
5	Провідникові матеріали для компонентів елементної бази електроніки.	8
6	Напівпровідникові матеріали для компонентів елементної бази електроніки.	8
7	Діелектричні матеріали для компонентів елементної бази електроніки. Використання діелектриків для побудови імплантатів.	8
8	Магнітні матеріали для компонентів елементної бази. Особливості використання елементної бази в засобах біомедичної електроніки	8
9	Втрати енергії в електрорадіоелементах.	6
10	Резистори. SMD- резистори.	8
11	Конденсатори. MEMS- технології та MEMS-конденсатори.	8
12	Індуктивні компоненти. Трансформатори. Спотворення сигналів в трансформаторах.	8
13	Елементи комутації. Електромагнітні реле.	8
14	Напівпровідникові діоди. Спектральні характеристики фото- і світло діодів.	8
15	Біполярні транзистори і тиристри. Робота транзистора у режимі підсилювача (схема з загальною базою, схема з загальним колектором).	8
16	Польові транзистори. Польові транзистори з ізольованим затвором, устрій та принцип дії.	8
17	Підготовка до модульного контролю (Модуль 1)	2
18	Підготовка до модульного контролю (Модуль 2)	2
19	Виконання розрахунково - графічної роботи	14
	<b>Усього годин за 3 семестр</b>	<b>142</b>
	<b>Семестр 4</b>	
1	Ідеальне та реальне джерело напруги. Ідеальне та реальне джерело струму.	10
2	Умови точного резонансу струмів. Вплив опору джерела та навантаження на характеристики паралельного контуру.	10
3	Алгоритм визначення комплексної передатної функції з використанням ЕОМ.	7
4	Демодуляція сигналів. Ідеальні електричні фільтри. Фільтри першого порядку. Фільтр нижніх частот. Фільтр верхніх частот. Фільтри другого порядку.	10
5	Поширені схемні рішення для помножувачів напруги.	10
6	Каскадні підсилювачі напруги з резистивно-ємнісним зв'язком. Підсилювачі потужності.	10
7	Автогенератори з кварцовою стабілізацією частоти коливань.	10
8	Побудова генераторів лінійно-змінної напруги.	7
9	Підготовка до модульного контролю (Модуль 3)	2
10	Підготовка до модульного контролю (Модуль 4)	2
11	Виконання розрахунково - графічної роботи	15
	<b>Усього годин за 4 семестр</b>	<b>93</b>
	<b>Усього годин</b>	<b>235</b>

## 9. Індивідуальні завдання

### Семестр 3

Розрахунково-графічна робота за темою «Опис параметрів електрорадіоелементів за фрагментом схеми електричної принципової».

### Семестр 4

Розрахунково-графічна робота за темою «Застосування методів рівнянь Кірхгофа та контурних струмів».

#### 10. Методи навчання

Студентоцентроване навчання. Навчання за допомогою пояснювально-ілюстративного матеріалу (лекція), практичного матеріалу (практичних занять, розрахунково-графічних робіт); робота з навчально-методичною літературою (самостійне опрацювання заданих розділів). Технологія змішаного та дистанційного навчання.

#### 11. Методи контролю

Письмове опитування при проведенні модульного контролю, усне опитування при проведенні практичних занять та захисті графічно-розрахункової роботи. Підсумковий контроль - іспит.

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

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

#### Семестр 3

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...0,5	16	0...8
Виконання і захист практичних робіт	0...1	15	0...15
Модульний контроль	0...20	1	0...20
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...0,5	16	0...8
Виконання і захист практичних робіт	0...1	15	0...15
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Виконання і захист розрахунково-графічної роботи	0...14	1	0...14
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

#### Семестр 4

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...3	9	0...27
Модульний контроль	0...10	1	0...10
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист практичних робіт	0...3	9	0...27
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Виконання і захист розрахунково-графічної роботи	0...10	1	0...10
<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;
- структура сучасної елементної бази електроніки, принципи , функціонування, устрій, основні характеристики і параметри;
- методи аналізу та розрахунку електричних кіл і сигналів;
- схемотехнічна будова типових елементів аналогової електроніки;
- 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;
- обирати елементну базу електроніки відповідно до задач побудови пристрою;
- перевіряти працездатність елементів та визначати їх характеристики;
- проводити розрахунки основних параметрів електричних ланцюгів і сигналів;
- застосовувати типові схемотехнічні рішення;
- використовувати теоретичні та практичні підходи до створення медичного електронного обладнання;
- визначати відповідність властивостей матеріалів і електрорадіоелементів вимогам біологічної сумісності при розробці пристроїв медичного призначення.

## 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Виконати завдання модульних контролів. Виконати та захистити розрахунково-графічну роботу. Засвоїти термінологію, принцип дії, основні характеристики, класифікацію радіоелементів за групами, компонентів елементної бази електроніки. Проводити розрахунки електричних кіл та сигналів, обирати типові схемні рішення для побудови пристроїв. Обґрунтовувати застосування біосумісних матеріалів. Вміти давати опис та аналіз елементів за принциповою схемою електричною.

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

**Відмінно (90-100).** Захистити всі практичні роботи та розрахунково-графічну роботу 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, складових елементної бази електроніки, електричних кіл і сигналів, схемо технічних рішень.

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.

4. Бармін В.І., Бих А.І., Олександров Ю.М., О.І. Чурилов. Лінійні електричні кола в прикладах та задачах: Навч. Посібник до практичних занять. – Харків: ХНУРЕ, 2011. – 241 с.

5. Теорія кіл та електричних сигналів: навч. посібник до лаб. практикуму /В. З. Комков, З. Т. Лукашева, С. А. Агаркова, І. М. Зянчуріна ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосміч. унів. ім. М.Є.Жуковського, Харківський авіац. ін-т. - Х.- Нац. аерокосмічний ун-т "ХАІ", 2007. - 39 с.

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Електрорадіоматеріали. Навч. посіб. [Текст] / В. В. Лишук. – Луцьк. 2016. -324 с.

2. 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.

3. Олійник В. П. Елементна база радіоелектроніки [Електронний ресурс] : навч. посіб. / В. П. Олійник. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2022. – 91 с. [Рукопис] Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/>

4. Основи теорії кіл, сигналів та процесів в системах технічного захисту інформації: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Ч.1. / Ю.О. Коваль, І.О. Милютченко, А.М. Олейніков, В.М. Шокало та ін; за заг. редакцією В.М. Шокала. – Харків: НТМТ, 2011. – 544 с.

5. Болюх В. Ф., Данько В. Г. Основи електроніки і мікропроцесорної техніки: Навч. посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – 257 с.

6. 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.

### Допоміжна

1. 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.
2. Матеріалознавство радіоелектронних засобів та елементна база радіоелектронної апаратури: Конспект лекцій [Текст] / С. М. Лобанова - Дніпро, 2017. - 51 с.
3. Матвійків М.Д. Елементна база електронних апаратів: підруч. / М.Д. Матвійків, В.М. Когут, О.М. Матвійків. – 2–ге вид. – Л.: Вид-во Львів. Політехн., 2007. – 428 с.
4. Основи електроніки: функціональні елементи та їх застосування. Підручник для студентів неелектротехнічних спеціальностей вищих навчальних закладів. / П. Г. Стахів, В. І. Коруд, О. Є. Гамола. – Львів: : «Новий Світ–2000»; «Магнолія плюс». –2003. – 208 с.

### 15. Інформаційні ресурси

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