

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 2


(підпис)

М. С. Зряхов
(ініціали та прізвище)

«30» 08 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЗАГАЛЬНО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ**

ЕЛЕМЕНТНА БАЗА РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

(код та найменування спеціальності)

Освітні програми: «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»,

(найменування освітньої програми)

«Радіоелектронні комп'ютеризовані засоби»,

«Інформаційні мережі зв'язку»,

«Технології та засоби телекомунікацій»

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2019 рік

Робоча програма «Елементна база радіоелектроніки»

(назва дисципліни)


для студентів за спеціальністю: 172 «Телекомунікації та радіотехніка», освітніми програмами: «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси», «Радіоелектронні апарати та засоби», «Інформаційні мережі зв'язку», «Технології та засоби телекомунікацій»

«28» серпня 2019 р., - 11 с.

Розробники: Олійник В.П. професор кафедри №502, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Бондар В.В. асистент кафедри №504
(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 «28» серпня 2019 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

О. В. Висоцька
(ініціали та прізвище)

Програму розглянуто на засіданні кафедри №504
Інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського
(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29» серпня 2019 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

(В.В. Лукін)
(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 – 6	<p style="text-align: center;">Галузь знань <u>17 «Електроніка та телекомунікації»</u> (шифр і назва)</p> <p style="text-align: center;">Спеціальність <u>172 «Телекомунікації та радіотехніка»</u> (код та найменування)</p> <p style="text-align: center;">Освітня програма <u>«Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси», «Радіоелектронні комп'ютеризовані засоби», «Інформаційні мережі зв'язку», «Технології та засоби телекомунікацій»</u> (найменування)</p> <p style="text-align: center;">Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Цикл професійної підготовки
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2019/ 2020
		Семестр
		3-й
Загальна кількість годин – 80/180		Лекції*
		48 годин
		Практичні, семінарські*
		Лабораторні*
		32 годин
	Самостійна робота	
	100 годин	
	Вид контролю	
	Модульний контроль, іспит	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 6,25		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 80/100.

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

2. Мета й завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – Метою викладання навчальної дисципліни «Елементна база радіоелектроніки» є вивчення структури, функціональних можливостей сучасної елементної бази радіоелектроніки та її використання для побудови радіоелектронної апаратури.

Завдання - вивчення принципів функціонування елементів в електричних колах, їх конструкції, характеристики, параметри, еквівалентні схеми, специфіка використання в радіоелектронній апаратурі.

Результати навчання: у результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- фізичні процеси, на яких побудовані ті чи інші елементи радіоелектроніки, принципи їх дії і структурні особливості, устрій, основні характеристики і параметри;
- області ефективного застосування елементів в радіоелектронній апаратурі;
- вплив зовнішніх факторів і деградаційних процесів на параметри елементів та їх надійність;
- основні положення технології виробництва радіокомпонентів, що виготовляються галузевими підприємствами;

вміти:

- обирати та обґрунтовувати застосування тих чи інших радіоелектронних компонентів;
- проводити розрахунки основних технічних характеристик елементів;
- обирати методи захисту елементів від дії зовнішніх факторів, та методи підвищення їх функціональної здатності, перевіряти працездатність елементів та визначати їх характеристики.

Міждисциплінарні зв'язки: «Фізика», «Компоненти елементної бази радіоелектроніки», «Цифрова схемотехніка», «Конструювання та технологія радіоелектронних засобів».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Загальна структура елементної бази радіоелектроніки та пасивні електрорадіоелементи.

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни та загальна структура елементної бази радіоелектроніки.

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Основні етапи розвитку елементної бази радіоелектроніки. Загальна структура елементної бази радіоелектронної 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. Маркування резисторів. Типи резисторів постійного опору. 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, маркування конденсаторів. 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, швидкість перестройки ємності. 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 осередком, 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.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2. Активні елементи радіоелектроніки.

ТЕМА 1. Основи фізики напівпровідників та електронно-діркових переходів.

Напівпровідникові матеріали у електроніці. Власний та домішковий напівпровідники, структура та енергетична діаграма, механізм генерації носіїв заряду, умова електричної нейтральності. Електричні заряди: концентрація, рухливість. Температурні і частотні властивості напівпровідника (ширина забороненої зони, рухливість носія заряду). Процеси термогенерації, рекомбінації, умова термодинамічної рівноваги зарядів. Дифузія та дрейф як два основних механізми електропровідності. Щільність струмів, вплив матеріалу і типу напівпровідника. Поняття електричного переходу, види переходів. Електронно-дірковий перехід (р/n-перехід), фізичні процеси, структура, контактна різниця потенціалів, вплив температури, матеріалу і ступеню легування. Основна властивість переходу – однобічна провідність, пряме та зворотне зміщення. Вольт-амперна характеристика (ВАХ) ідеалізованого переходу. Статичний та динамічний опір, графічний та аналітичний методи їх розрахунку. Реальний перехід та його властивості. ВАХ реальних р/n-переходів, вплив температури і матеріалу напівпровідника, порогова напруга. Компоненти зворотного струму. Параметри, що визначають температурну залежність ВАХ: температура подвоєння, температурний коефіцієнт напруги (ТКН).

Додаткові властивості р/n-переходу: інжекція, рекомбінація, екстракція, тунельний та польовий ефекти, бар'єрна та дифузійна ємності, пробої переходів, фотогальванічний ефект - фізичні процеси, параметри, урахування та використання цих властивостей у практиці.

ТЕМА 2. Напівпровідникові діоди.

Випрямляючі діоди. Призначення, маркування, класифікація, основні параметри. ВАХ, порівняння Ge-, Si-, GaAs-діодів. Випрямляючі стовпи, зборки, блоки. Поняття навантажувальної прямої, випрямляючий та детекторний ефекти. Приклади застосування у схемах однопівперіодного та двопівперіодного випрямляча, схемах подвосення напруги.

Опорні діоди. Призначення, класифікація, система маркування, схемотехнічне позначення. Основні параметри та ВАХ-ки, особливості стабілітронів і стабісторів, двоанодних, прецизійних, імпульсних діодів. Простіша схема параметричного стабілізатора напруги. Приклади схем обмежувачів напруги.

Поняття навантажувальної прямої, випрямляючий та детекторний ефекти. Особливості аналізу діодів у схемах постійного, змінного струму, змішаному ланцюгу. Графоаналітичний та приблизно аналітичний методи аналізу схем з діодами.

Електричний перехід Шотки, фізичні процеси, ВАХ, аналітичне обґрунтування. Особливості діодів, функціональне застосування.

Причини, що обмежують швидкодію діодів. Особливості перехідних процесів при перемиканні р/п-переходу, епюри струмів і напруг. Параметри та особливості імпульсних діодів, типи, маркування, імпульсні зборки.

Діоди з накопиченням заряду (ДНЗ), ефекти накопичення та розсмоктування, накопичення зарядів в базі за допомогою гальмуючого поля. Параметри і особливості ДНЗ, застосування як формувача імпульсів та множника частоти.

Варикапний ефект у переході, що зміщений у зворотньому напрямку. Варикапи, призначення, класифікація, маркування, схемотехнічне позначення. Вольт-фарадна характеристика, обґрунтування, робоча ділянка, основні параметри діода. Еквівалентна схема, добротність варикапа. Приклади застосування у підстроюванні коливального кола, інші практичні застосування керованої ємності. Використання варикапного ефекту для множення частоти, варакторні діоди.

Принцип параметричного підсилення. Параметричний діод, особливості.

Особливості реалізації тунельного ефекту у прямо зміщеному переході, вольтамперна характеристика. Тунельні діоди, призначення, маркування, схемотехнічне позначення, основні параметри. Режими тунельного діоду: підсилення, генерування, перемикання та умови їх реалізації.

Тунельний ефект у переході, що зміщений у зворотньому напрямку. Особливості та застосування обернених діодів.

ТЕМА 3. Біполярні транзистори

Класифікація біполярних транзисторів (БТ), схемотехнічне позначення, система маркування, структура БТ, технологічні вимоги, режими роботи за станом р/п-переходів, обґрунтування активної властивості (транзисторного ефекту).

Фізичні процеси у структурі БТ, взаємодія двох р/п-переходів. Колекторний струм як наслідок інжекції, дифузії, екстракції та рекомбінації зарядів. Струмовий принцип керування (базовий струм).

Схема вмикання із спільною базою, спільним колектором, спільним емітером (ССБ, ССК, ССЕ), принцип вибору полярності джерел зміщення у режимах: активному, насичення та відсічки. Струми у БТ, доведення та обґрунтування струмових рівнянь, коефіцієнти передачі струму, складові струмів, крізний струм, обґрунтування неможливості режиму відриву бази. Напрямки струмів та контури складових струмів у ССБ та ССЕ.

Зворотні зв'язки у БТ, сутність ефекту Ерлі, ємності колекторного переходу, об'ємний опір бази як елементи зворотного зв'язку.

Вхідні та вихідні статичні ВАХ у схемах зі спільним емітером та спільною базою, обґрунтування, зона активної роботи, насичення та відсічки, вплив зворотного зв'язку.

Транзистор як активний та перемикаючий елемент схем. Схема із спільним емітером у динамічному режимі, навантажувальна пряма, режим транзистора у постійному струмі (робоча точка).

Перехідна динамічна характеристика, обґрунтування, зони режимів. Нелінійні спотворення сигналу, графіки струмів та напруг у ССЕ, інверсія фази сигналу. БТ як лінійний чотириполосник, принцип лінеаризації ВАХ транзистора, система h-параметрів, методика визначення, лінійна модель БТ. Дорівнюючий аналіз h-параметрів у різних схемах вмикання.

Особливості роботи БТ у режимі великого сигналу. Перехідні процеси при перемиканні транзистора, часові параметри. Основні параметри БТ: граничнодопустимі, статичні, динамічні. Частотні властивості БТ, причини інерційності та їх виявлення. Параметри, що визначають частотні властивості, взаємозв'язок частотних параметрів. Температурна нестабільність параметрів.

Конструктивно-технологічні особливості біполярних транзисторів. Методи підвищення потужності та швидкодії. Потужні НВЧ-транзистори. Особливості та параметри малосигнальних транзисторів типу BISS (Breakthrough In Small Signal).

Моделі транзисторів. Нелінійна статична модель Еберса-Молла, обґрунтування моделі, аналітичне подання. Нелінійна динамічна модель, параметри.

Лінійна динамічна модель як лінеаризований варіант нелінійної моделі. Лінійні динамічні моделі схем ССЕ, ССК. Еквівалентна П-схема (Джаколетто). Приклади складання еквівалентних схем підсилювальних каскадів: ССЕ, ССК, емітерного повторювача на складеному транзисторі.

Складені транзистори (схеми Дарлінгтона, Шіклаї), поняття комплементарної пари, двотактний комплементарний повторювач напруги.

ТЕМА 4. Перемикачі струму транзисторного типу

Тиристор як струмовий ключ, класифікація, маркування, схемотехнічне позначення. Структура диністора, недоліки БТ, на яких ґрунтується робота диністора. Фізичні процеси відкритого та закритого стану диністора, взаємодія трьох р/n-переходів під впливом позитивного зворотного зв'язку при перемиканні приладу, струмові співвідношення відкритого та закритого диністорів. ВАХ диністора, обґрунтування, основні параметри, навантажувальна пряма та перемикання приладу. Двотранзисторна модель тиристора. Способи вимикання тиристорів.

Керовані тиристори, класифікація. Пускова характеристика. Схеми керування за анодом та катодом. Фазовий принцип керування. Застосування у схемах керування потужністю, релаксаційних генераторах, ключових схемах. Симетричний тиристор, тиристор-діод.

ТЕМА 5. Польові транзистори

Польові транзистори, класифікація, особливості, структура. Сутність польового принципу керування.

ПТ з керуючим р/n-переходом, структура, схемотехнічне позначення. Фізичні процеси в структурі у режимах провідності та насичення, дія внутрішнього негативного зворотного зв'язку. Принцип вибору полярності джерел живлення. Статичні стокові та стоко-затворні ВАХ, зони основних режимів роботи, параметри крутості і вихідного динамічного опору. Динамічний режим, навантажувальна пряма, вибір робочої точки. Витіковий повторювач.

МОН-транзистори з вбудованим та індукованим каналом як реалізація нормально відкритого та нормально закритого транзисторів. Структура, принцип керування, схемотехнічне позначення, режими роботи (збагачення, збіднення). Принцип вибору полярності джерел живлення, ВАХ-ки.

Аналітичне подання ВАХ польових транзисторів. Аналіз крутості ВАХ-ик в активному та омичному режимах, порівняння підсилювальних властивостей ПТ і БТ. Основні параметри польових транзисторів, фізичний зміст та практичне урахування. ПТ як активний та ключовий елемент схем, транзистор у режимі керованого резистора.

Принцип живлення ПТ від одного джерела у режимах збагачення та збіднення. ПТ як нелінійне навантаження, КМОН-транзистори, приклади застосування у схемах інверторів.

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
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Загальна структура елементної бази радіоелектроніки та пасивні електрорадіоелементи.					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни та загальна структура елементної бази радіоелектроніки.	3	1	-	-	2
Тема 2. Резистори.	24	6	-	6	12
Тема 3. Конденсатори	24	6	-	6	12
Тема 4. Індуктивні компоненти	22	6	-	4	12
Тема 5. Елементи комутації.	14	4	-	-	10
Модульний контроль	3	1	-	-	2
Разом за змістовним модулем 1	90	24	-	16	50
Змістовний модуль 2. Активні елементи радіоелектроніки.					
Тема 1. Основи фізики напівпровідників та електронно-діркових переходів.	5	3	-	-	2
Тема 2. Напівпровідникові діоди.	24	6	-	6	12
Тема 3. Біполярні транзистори.	24	6	-	6	12
Тема 4. Перемикачі струму транзисторного типу.	14	4	-	-	10
Тема 5. Польові транзистори.	20	4	-	4	12
Модульний контроль	3	1	-	-	2
Разом за змістовним модулем 2	90	24	-	16	50
Усього годин	180	48	-	32	100

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття навчальним планом непередбачені.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття навчальним планом непередбачені.

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Експериментально-розрахункове визначення характеристик недротових резисторів.	6
2	Визначення основних параметрів конденсатору змінної ємності.	6
3	Дослідження впливу елементів конструкції котушки індуктивності на її параметри.	4
4	Дослідження напівпровідникових діодів	6
5	Дослідження біполярних транзисторів.	6
6	Дослідження польових транзисторів.	4
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Загальна структура елементної бази радіоелектроніки.	2
2	Тема 2. Резистори.	12
3	Тема 3. Конденсатори.	12
4	Тема 4. Індуктивні компоненти.	12
5	Тема 5. Елементи комутації.	10
6	Тема 6. Основи фізики напівпровідників та електронно-діркових переходів.	2
7	Тема 7. Напівпровідникові діоди.	12
8	Тема 8. Біполярні транзистори.	12
9	Тема 9. Перемикачі струму транзисторного типу.	10
10	Тема 10. Польові транзистори.	12
11	Підготовка до модульного контролю (Модуль 1)	2
12	Підготовка до модульного контролю (Модуль 2)	2
	Разом	100

9. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання навчальним планом непередбачені.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, 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 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
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	12	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	6,5...10	3	19,5...30
Модульний контроль	10,5...14	1	10,5...14
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	12	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	6,5...10	3	19,5...30
Модульний контроль	10,5...14	1	10,5...14
Усього за семестр			60...100

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:

- фізичні процеси, на яких побудовані ті чи інші елементи радіоелектроніки, принципи їх дії, устрій, основні характеристики і параметри;
- області ефективного застосування елементів в радіоелектронній апаратурі;
- вплив зовнішніх факторів і деградаційних процесів на параметри елементів та їх надійність;
- основні положення технології виробництва радіоелементів;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- обирати та обґрунтовувати застосування тих чи інших елементів в залежності від різновиду радіоелектронної апаратури;
- проводити оціночні розрахунки основних технічних характеристик елементів;
- перевіряти працездатність елементів та визначати їх характеристики;
- визначати функціональні властивості елементів за їх умовним графічним зображенням на принципових схемах електричних.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Засвоїти термінологію, принцип дії, основні характеристики, класифікацію радіоелементів за групами. Вміти давати опис елементів за принциповою схемою електричною.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк, обґрунтувати пояснення та відповіді на запитання. Вміти пояснювати основні фізичні механізми, які лежать в основі роботи радіоелементів.

Відмінно (90-100). Захистити всі лабораторні роботи за найвищим балом. Досконально знати всі теоретичні матеріали та вміти застосовувати їх на практиці. Повно знати основний та додатковий матеріал. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти розраховувати основні кількісні характеристики радіоелементів.

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. 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.
2. Элементная база электронных аппаратов (пассивные элементы) [Текст] /В.П. Олейник, Н.В. Долженков. Учеб. пособие. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2004. – 61 с.
3. Олейник В.П. Проектирование пассивных электрорадиоэлементов несерийного производства: учеб. пособие по курс. проектированию [Текст] / В.П. Олейник, Р.В. Колесник, Н.В. Долженков. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. – 74 с.
4. Барсуков С.Н. Элементная база радиотехники Ч.1. Полупроводниковые диоды [Текст] / С.Н. Барсуков. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2002. – 88 с.
5. Барсуков С.Н. Элементная база радиотехники Ч.2. Биполярные транзисторы. Тиристоры [Текст] / С.Н. Барсуков, А.С. Кравчук. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2005. – 88 с.

14. Рекомендована література Базова

1. 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.
2. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: учеб. пособие [Текст] / К.С. Петров – СПб.: Питер, 2004. - 522 с.
3. Барсуков С.Н. Элементная база радиотехники Ч.1. Полупроводниковые диоды [Текст] / С.Н. Барсуков. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2002. – 88 с.
4. Барсуков С.Н. Элементная база радиотехники Ч.2. Биполярные транзисторы. Тиристоры [Текст] / С.Н. Барсуков, А.С. Кравчук. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2005. – 88 с.

Допоміжна

1. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА: Справ./ Н.Н. Акимов, Е.П. Ващуков, В.А. Прохоренко, Ходоренко. -: Беларусь, 1994. – 591 с.
3. Устройства функциональной микроэлектроники и электрорадиоэлементы: Учеб. пособие по курсовому проектированию/ В.В. Фирсов, Н.В. Долженков. – Харьков: Харьк. авиац. ин-т, 1986. – 56 с.
4. Электронные компоненты и системы. Массовый ежемесячный научно-технический журнал. Издается с мая 1996 г. www.vdmais.kiev.ua.

15. Інформаційні ресурси

Сайти кафедр <http://k502.khai.edu>
<http://k504.khai.edu>