

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

Кафедра інформаційно-комунікаційних технологій  
ім. О.О. Зеленського (№ 504)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Керівник проектної групи/  
Голова НМК

  
(підпис)

М.С. Зряхов  
(ініціали та прізвище)

«29» серпня 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Теорія електричних кіл та мікроелектроніка»

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія», 125 «Кібербезпека»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Програмовані мобільні системи та інтернет речей»,

(найменування освітньої програми)

«Комп'ютерні системи та мережі», «Системне програмування», «Безпека  
інформаційних і комунікаційних систем»

**Форма навчання: денна**

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

**Харків 2019 рік**

Робоча програма «Теорія електричних кіл та мікроелектроніка»

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю

123 «Комп'ютерна інженерія», 125 «Кібербезпека»

освітньою програмою «Програмовні мобільні системи та інтернет речей», «Комп'ютерні системи та мережі», «Системне програмування», «Безпека інформаційних і комунікаційних систем»

« 5 » червня 2019 р., – 14 с.

Розробник: Хуторненко С.В., доцент, к.т.н., доцент

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



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри  
інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського

(назва кафедри)

Протокол № 1 від 29 серпня 2019 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

В.В. Лукін

(ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 3,5	<p style="text-align: center;"><b>Галузь знань</b>  <u>12 «Інформаційні технології»</u>  <small>(шифр і найменування)</small></p> <p style="text-align: center;"><b>Спеціальність</b>  <u>123 «Комп'ютерна інженерія», 125 «Кібербезпека»</u>  <small>(код і найменування)</small></p> <p style="text-align: center;"><b>Освітня програма</b>  <u>«Програмовані мобільні системи та інтернет речей», «Комп'ютерні системи та мережі», «Системне програмування», «Безпека інформаційних і комунікаційних систем»</u>  <small>(найменування)</small></p> <p style="text-align: center;"><b>Рівень вищої освіти:</b>                      перший (бакалаврський)</p>	Цикл природничо-наукової (фундаментальної) підготовки
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 3		2019/2020
Індивідуальне завдання <u>Розрахунково-графічна робота</u> <small>(назва)</small>		<b>Семестр</b>  _2_-й
Загальна кількість годин – 48/105 <i>кількість годин аудиторних занять* / загальна кількість годин</i>		<b>Лекції*</b>  _32_ годин
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,5 самостійної роботи студента – 3		<b>Практичні, семінарські*</b>  _ _ _ годин
		<b>Лабораторні*</b>  _16_ годин
	<b>Самостійна робота</b>  _57_ годин	
	<b>Вид контролю</b> модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 48 / 57 годин.

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

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** набуття компетенцій студентами з розв'язання задач, що виникають у інженерній практиці при розробці цифрових електронних пристроїв та комп'ютерних мереж.

**Завдання:** набуття студентами загальних уявлень про роботу електричного кола при дії постійного та змінного струму, передачі імпульсів через RC та LC ланцюги, роботи напівпровідникових електронних компонентів та структури цифрових інтегральних схем основних типів логіки та уявлень о мікроелектронній структурі напівпровідникових мікросхем.

**Результати навчання:** у результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- основні закони електричного кола при дії постійного та змінного струму;
- параметри передачі імпульсів через RC та LC ланцюги;
- роботу напівпровідникових електронних компонентів та їх основні параметри;
- структури цифрових інтегральних схем основних типів логіки;
- мікроелектронні структури напівпровідникових мікросхем;
- основних електронних компонент з використанням персональних комп'ютерів;

**вміти:**

- розраховувати електричне коло при дії постійного та змінного струму;
- користуватися методиками інженерного розрахунку електричного кола та схем з застосуванням основних електронних компонент з використанням персональних комп'ютерів та довідковою літературою з радіокомпонентів, що використовуються;
- користуватися вивченим матеріалом під час проектування.

**мати уявлення:**

- про мікроелектронні структури напівпровідникових мікросхем.

**Міждисциплінарні зв'язки:**

забезпечуючи дисципліни: вища математика, фізика;

забезпечувані дисципліни: комп'ютерна електроніка, комп'ютерна схемотехніка, комп'ютерні мережі, периферійні пристрої.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Модуль 1.

##### **Змістовний модуль 1. Теорія електричних кіл**

Тема 1. Основні поняття та визначання навчальної дисципліни “Теорія електричних кіл та мікроелектроніка”.

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Теорія електричних кіл та мікроелектроніка». Основні етапи розвитку, короткий історичний огляд. Характеристики електричного колу: електричний струм, електродвигуча сила, напруга, потужність. Одиниці виміру. Активні та пасивні елементи ланцюга, основні закони електричного кола. Ідеалізовані активні елементи схеми: генератори напруги та струму. Поняття електричної схеми, вузол, гілка, контур. Паралельне та послідовне з'єднання елементів, розрахунок еквівалентного опору. Подільники струму та напруги, основні розрахункові формули. Основні закони електричних кіл: Ому, Кірхгофа, Джоуля-Ленца.

Тема 2. Електричне лінійне коло постійного струму і методи його розрахунку.

Електричне коло постійного струму. Перетворення електричних кіл. Методи розрахунків: на основі законів Кірхгофа, контурних струмів, вузлових напруг, вузлових потенціалів, суперпозиції, еквівалентного генератора, принцип взаємності, баланс потужностей. Вирішення задач.

Тема 3. Електричне лінійне коло однофазного змінного струму і методи його розрахунку.

Електричне коло змінного струму, основні співвідношення. Значення змінних струмів і напруг. Представлення змінних токів і напруг комплексними числами. Метод комплексних амплітуд. Векторні діаграми напруга – струм. З'єднання RLC – елементів. Баланс потужностей. Методи розрахунків. Вирішення задач.

Тема 4. Електричне лінійне коло однофазного змінного струму з індуктивно пов'язаними елементами і методи його розрахунку.

Основні співвідношення. Методи розрахунків. З'єднання елементів. Трансформатор без стрижня. Вирішення задач.

Тема 5. Сигнали та їх основні параметри у електричному лінійному колі.

Періодичні та неперіодичні сигнали. Аналогові та імпульсні сигнали. Цифровий сигнал. Еквівалентність аналогового та дискретного зображення сигналів (теорема відліків). Основні параметри періодичних сигналів: «геометричні» (період, частота, амплітуда, тривалість імпульсу, шпаруватість, коефіцієнт заповнення), енергетичні (миттєва потужність, енергія, середня потужність), постійна складова. Спектр періодичного сигналу. Поняття ортогонального базису. Параметри одиночного імпульсу. Розкладення періодичної несінусоїдальної функції у ряд Фур'є. Методика розрахунку електричного лінійного кола.

Тема 6. RC-коло при імпульсному збудженні.

Основні властивості RC-кола у режимі перемикання. Аналіз перехідного процесу розряду ємності: диференційне рівняння, епюри струмів та напруг. Аналіз перехідного процесу заряду ємності: диференційне рівняння, епюри струмів та напруг. Особливості перехідного процесу, його параметри: стала часу, тривалість процесу (формули розрахунку). Диференціюючі та інтегруючі кола. Ідеальні та реальні кола. Математичний опис та фізичні процеси при обробці прямокутного імпульсу. Ефекти скорочення та розширення імпульсу.

Тема 7. Чотирьохполосники і електричні фільтри.

Класифікація, основні характеристики чотирьохполосників. Режими холостого ходу і короткого замикання. Первинні параметри чотирьохполосника. Вторинні параметри чотирьохполосника. Основні поняття о електричних фільтрах.

Тема 8. Аналіз перехідних процесів у електричному лінійному колі.

Виникнення перехідних процесів, закони комутації. Методи розрахунку електричного кола при комутації: класичний, накладання (інтеграл Дюамеля), операторний. Перехідні процеси у RLC ланцюгах. . Вирішення задач.

Модульний контроль

## **Змістовий модуль 2. Мікроелектронні компоненти.**

Тема 1. Електронно-дірковий перехід та випрямляючі діоди.

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.

Тема 2. Діоди, що працюють у режимі перемикавання.

Причини, що обмежують швидкодію діодів. Особливості перехідних процесів при перемиканні р/n-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.

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

Тунельні діоди (Єзакі), обернений діод. Призначення, маркування, схемотехнічне позначення. Особливості реалізації тунельного ефекту, ВАХ-ки діодів, обґрунтування, основні параметри. Режими тунельного діоду: підсилення, генерування, перемикавання та умови їх реалізації. Особливості та застосування обернених діодів.

Р-і-n-діоди, структура, фізичні процеси. Особливості роботи у режимах перемикавання та резистивного діоду, що регулюється. Основні параметри.

Тема 3. Біполярні транзистори. Принцип дії, статичний режим.

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

Фізичні процеси у структурі БТ, взаємодія двох р/n-переходів. Колекторний струм як наслідок інжекції, дифузії, екстракції та рекомбінації зарядів. Струмовий принцип керування (базовий струм). Основні струмові рівняння транзистора. 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. Особливості роботи БТ (схема ССЕ) у режимі великого сигналу. Причини інерційності та їх виявлення. Фізичні перехідні процеси при включенні та виключенні БТ, стала часу, час включення та виключення.

Тема 4. Польові транзистори.

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

МОН-транзистори з вбудованим та індуктованим 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.

Динамічний режим, навантажувальна пряма, вибір робочої точки. Витіковий повторювач.

Еквівалентна схема МОН- транзистора. Причини інерційності та їх виявлення. Фізичні перехідні процеси при включенні та виключенні ПТ, стала часу, час включення та виключення. КМОН- транзистор, принцип, особливості.

Модульний контроль

### **Змістовий модуль 3. Мікроелектронні елементи цифрових інтегральних схем**

Тема 1. Логічні сигнали та елементи у цифровий електроніці.

Поняття цифрового пристрою та цифрового сигналу. Принципи функціонування цифрових пристроїв. Способи представлення та обробки кодових слів: послідовне та паралельне. Основні типи цифрових пристроїв: комбінаційні та послідовні.

Тема 2. Логічні елементи ТТЛ.

Батагоємітерний транзистор, як функціональний елемент транзисторної логіки. Базові варіанти схем ТТЛ. Статичні та динамічні параметри.

Тема 3. Логічні елементи ЕЗЛ.

Базові варіанти схем ЕЗЛ. Статичні та динамічні параметри.

Тема 4. Логічні елементи на МОН- транзисторах.

Особливості елементів, основні переваги. Різновиди елементів. Логічні елементи на КМОН- транзисторах, принципи реалізації.

Тема 5. Основні процеси мікроелектроніки.

Основні поняття, термінологія. Класифікація й основні процеси мікроелектроніки: підготовчі процеси, епітаксія, окислення, травлення, легірування, іонна імплантація, ізолювання.

Тема 6. Структура напівпровідникових транзисторів та мікросхем.

Структура біполярних транзисторів та біполярних інтегральних мікросхем. Структура польових транзисторів та польових інтегральних мікросхем.

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. Теорія електричних кіл</b>					
Тема 1. Основні поняття та визначення навчальної дисципліни “Теорія електричних кіл та мікроелектроніка”.	2	1	–	–	1
Тема 2. Електричне лінійне коло постійного струму і методи його розрахунку.	12	4	–	4	4
Тема 3. Електричне лінійне коло однофазного змінного струму і методи його розрахунку.	10	4	–	-	6
Тема 4. Електричне лінійне коло однофазного змінного струму з індуктивно пов’язаними елементами і методи його розрахунку.	3	2	–	–	1
Тема 5. Сигнали та їх основні параметри у електричному лінійному колі.	2	0,5	–	–	1,5
Тема 6. RC- коло при імпульсному збудженні.	5	0,5	–	3	1,5
Тема 7. Чотирьохполосники і електричні фільтри.	5	4	–	–	1
Тема 8. Аналіз перехідних процесів у електричному лінійному колі.	7	4	–	–	3
<b>Модульний контроль</b>	1			1	-
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>47</b>	<b>20</b>	<b>–</b>	<b>8</b>	<b>19</b>
<b>Змістовний модуль 2. Мікроелектронні компоненти</b>					
Тема 1. Електронно-дірковий перехід та випрямляючі діоди.	4	2	–	-	2
Тема 2. Діоди, що працюють у режимі перемикачання.	5	2	–	-	3
Тема 3. Біполярні транзистори. Принцип дії, статичний режим.	7	2	–	4	1
Тема 4. Польові транзистори.	7	2	–	3	2
<b>Модульний контроль</b>	1			1	-
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Змістовний модуль 3. Мікроелектронні елементи цифрових інтегральних схем</b>					
Тема 1. Логічні сигнали та елементи у цифровий електроніці.	1	0,5	–	–	0,5
Тема 2. Логічні елементи ТТЛ.	1,5	0,5	–	–	1
Тема 3. Логічні елементи ЕЗЛ.	1	0,5	–	–	0,5
Тема 4. Логічні елементи на МОН -	1,5	0,5	–	–	1



Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
транзисторах.					
Тема 5. Основні процеси мікроелектроніки.	2	0,5	–	–	1,5
Тема 6. Структура напівпровідникових транзисторів та мікросхем.	2	0,5	–	–	1,5
<b>Модульний контроль</b>	1	1			-
Разом за змістовним модулем 3	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>
<b>Усього годин</b>	<b>81</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>33</b>
<b>Модуль 2</b>					
Індивідуальне завдання	<b>24</b>	–	–	–	<b>24</b>
<b>Контрольний захід</b>					
<b>Усього годин</b>	<b>105</b>	<b>32</b>	–	<b>16</b>	<b>57</b>

### 5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	не передбачені навчальним планом	
	<b>Разом</b>	

### 6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	не передбачені навчальним планом	
	<b>Разом</b>	

### 7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження лінійного електричного кола постійного струму	4
2	Дослідження процесів передавання прямокутних імпульсів крізь RC- ланцюг	3
3	Модульний контроль	1
4	Дослідження біполярних транзисторів	4
5	Дослідження польових транзисторів з керуючим р-п переходом	3
3	Модульний контроль	1
	<b>Разом</b>	<b>16</b>

## 8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні поняття та визначання навчальної дисципліни “Теорія електричних кіл та мікроелектроніка”.	1
2	Електричне лінійне коло постійного струму і методи його розрахунку.	4
3	Електричне лінійне коло однофазного змінного струму і методи його розрахунку.	6
4	Електричне лінійне коло однофазного змінного струму з індуктивно пов’язаними елементами і методи його розрахунку.	1
5	Сигнали та їх основні параметри у електричному лінійному колі.	1,5
6	РС- коло при імпульсному збудженні.	1,5
7	Чотирьохполюсники і електричні фільтри.	1
8	Аналіз перехідних процесів у електричному лінійному колі.	3
9	Електронно-дірковий перехід та випрямляючі діоди.	2
10	Діоди, що працюють у режимі перемикання.	3
11	Біполярні транзистори. Принцип дії, статичний режим.	1
12	Польові транзистори.	2
13	Логічні сигнали та елементи у цифровий електроніці.	0,5
14	Логічні елементи ТТЛ.	1
15	Логічні елементи ЕЗЛ.	0,5
16	Логічні елементи на МОН - транзисторах.	1
17	Основні процеси мікроелектроніки.	1,5
18	Структура напівпровідникових транзисторів та мікросхем.	1,5
19	Виконання РГР	24
	<b>Разом</b>	<b>48</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічна робота

## 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, індивідуальні консультації, самостійна робота студентів за матеріалами кафедри.

## 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, розрахунково-графічне завдання, контроль у вигляді заліку.

## 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...0,5	10	0...5
Виконання і захист лабораторних робіт	6...10	2	12...20
Модульний контроль	10...15	1	10...15
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...0,5	4	0...2
Виконання і захист лабораторних робіт	6...10	2	12...20
Модульний контроль	5...10	1	5...10
<b>Змістовний модуль 3</b>			
Робота на лекціях	0...0,5	2	0...1
Модульний контроль	5...7	1	5...7
Виконання і захист РГР	16...20	1	16...20
<b>Усього за семестр</b>			<b>60...100</b>

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

Білет для іспиту складається з чотирьох практичних задач, максимальна кількість балів за задачу 25.

### 12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки - знати:

- основні закони електричного кола при дії постійного та змінного струму;
- параметри передачі імпульсів через RC та LC ланцюги;
- роботу напівпровідникових електронних компонентів та їх основні параметри;
- структури цифрових інтегральних схем основних типів логіки;
- мікроелектронні структури напівпровідникових мікросхем;
- основних електронних компонент з використанням персональних комп'ютерів;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки - вміти:

- розраховувати електричне коло при дії постійного та змінного струму;

- користуватися методиками інженерного розрахунку електричного кола та схем з застосуванням основних електронних компонент з використанням персональних комп'ютерів та довідковою літературою з радіокомпонентів, що використовуються;
- користуватися вивченим матеріалом під час проектування.

### 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та РГЗ. Знати основні закони електричного кола при дії постійного та змінного струму; параметри передачі імпульсів через RC та LC ланцюги; мати уявлення про роботу напівпровідникових електронних компонентів та їх основні параметри. Вміти проводити розрахунок електричного кола постійного струму; визначити повний опір пасивного ланцюга; застосовувати системи САПР для моделювання електричного кола постійного струму.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи та РГЗ в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Знати основні закони електричного кола при дії постійного та змінного струму та комутації електричного кола; параметри передачі імпульсів через RC та LC ланцюги; застосування та функціонування напівпровідникових електронних компонентів та їх основні параметри. Вміти проводити розрахунок електричного кола постійного та змінного струму; визначити повний опір пасивного ланцюга; застосовувати системи САПР для моделювання електричного кола постійного струму та напівпровідникових електронних компонентів, мати уявлення про мікроелектронні структури напівпровідникових мікросхем.

**Відмінно (90 - 100).** Повно знати основній та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи та РГЗ в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Досконально знати основні закони електричного кола при дії постійного, змінного струму, випадка індуктивного зв'язку елементів та комутації електричного кола; параметри передачі імпульсів через RC та LC ланцюги; застосування та функціонування напівпровідникових електронних компонентів та їх основні параметри. Вміти проводити розрахунок електричного кола постійного та змінного струму; визначити повний опір пасивного ланцюга; застосовувати системи САПР для моделювання електричного кола постійного струму та напівпровідникових електронних компонентів, застосовувати Math CAD для розрахунку електричних ланцюгів постійного та змінного струму з застосуванням матриць та комплексних чисел, мати уявлення про мікроелектронні структури напівпровідникових мікросхем.

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

1. Барсуков С.Н. Элементная база радиоэлектроники. Ч.1. Полупроводниковые диоды. Учебное пособие/ Харьков: ХАИ, 2002. – 88 с.

2. Барсуков С.Н. Элементная база радиоэлектроники. Ч.2. Биполярные транзисторы, тиристоры. Учебное пособие/ Харьков: ХАИ, 2005. – 88 с.

3. Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по курсу «Основы радиоэлектроники» / сост. Барсуков С.Н. - Харьков: ХАИ, 1991. – 52 с.

4. Основи мікроелектроніки [Текст] : навч. посіб. до лаб. практикуму / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Х. : ХАІ, 2010. Ч. 1 / М. Є. Лещенко, І. К. Васильєва, О. М. Замірець, В. Є. Овчаренко. - 2010. - 64 с.

**Вказати електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни, який включає в себе:**

Обов'язкові складові:

- робоча програма дисципліни;
  - конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
  - методичні вказівки та рекомендації для виконання курсових робіт та проектів, розрахункових та розрахунково-графічних робіт, лабораторних та практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
  - тематики індивідуальних завдань;
  - приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;
  - питання, тести для контрольних заходів;
  - каталоги інформаційних ресурсів;
- Додаткові складові НМКД (за необхідністю):
- збірники ситуативних завдань (кейсів);
  - комп'ютерні презентації;
  - ілюстративні матеріали (плакати, таблиці тощо).

<https://library.khai.edu/>

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Теорія електричних кіл і сигналів [Текст] : навч. посіб. / О. В. Осадчук, О. С. Звягін ; Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2016 . Ч. 1. - 2016. - 155 с. : рис. - Бібліогр.: с. 155.

2. Теорія електричних кіл для системотехніків [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. Г. Дейбук ; Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. - Чернівці : Рута, 2011. - 320 с. : рис., табл. - (Комп'ютерна інженерія). - Бібліогр.: с. 319.

3. Основи мікроелектроніки та схемотехніки [Текст] : навч. посіб. / О. П. Соколов, О. Л. Коренівська ; Житомир. держ. технол. ун-т. - Житомир : ЖДТУ, 2013. - 295 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 266.

### **Допоміжна**

1. Твердотільна мікроелектроніка [Текст] : навч. посіб.: У 3 ч. / В. В. Кислюк. - К. : Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка, 2006. Ч. 1 : Елементи мікроелектроніки, 2006. - 96 с.

2. Мікроелектроніка [Текст] : навч. посіб. для студ. вищих навч. закл., що навчаються за напрямом "Електронні апарати": У 3 ч. / М. М. Прищеп, В. П. Погребняк ; ред. М. М. Прищеп. - К. : Вища школа, 2004. Ч. 1: Елементи мікроелектроніки, 2004. - 431 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. <https://library.khai.edu/>
2. <http://www.elibukr.org/uk>