

# Физические принципы электроники

## Варианты курсовых работ

(2020 – 2021 уч. год)

Курсовая работа состоит из двух частей:

1. Теоретический раздел, в котором подробно рассматриваются теоретические вопросы темы курсового проектирования с выводом формул, примерами. Перечень вопросов для рассмотрения в теоретической части, данный в условии варианта, является примерным – Вы можете и должны его расширить. Тема, которую необходимо осветить в теоретическом разделе курсовой работы одинакова для всех вариантов внутри блока вариантов.  
Раздел курсовой должен быть написан самостоятельно – копии рассматриваться не будут, возможна также проверка через систему «Антиплагиат» с целью проверки копирования чужих материалов без Вашей творческой переработки их.
2. Подробное, с пояснениями решение задачи.

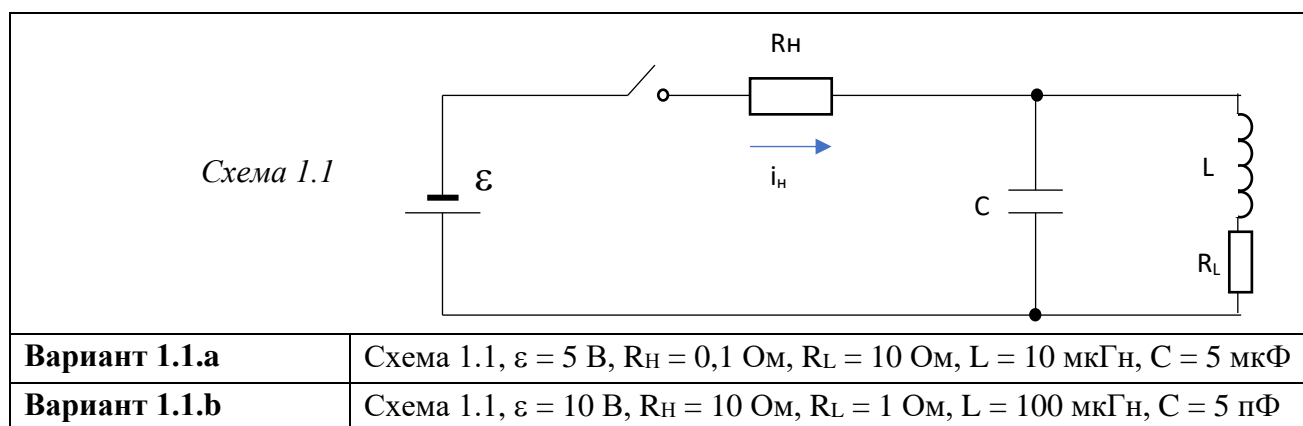
**Название БЛОКА вариантов является темой курсовой работы для всех входящих в блок вариантов.**

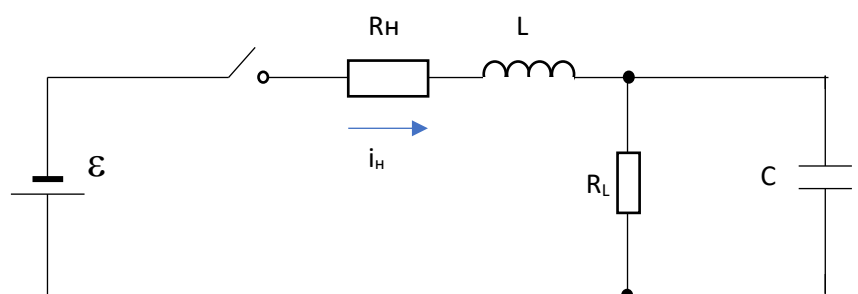
**Блок 1.** «Переходные процессы в электрических цепях».

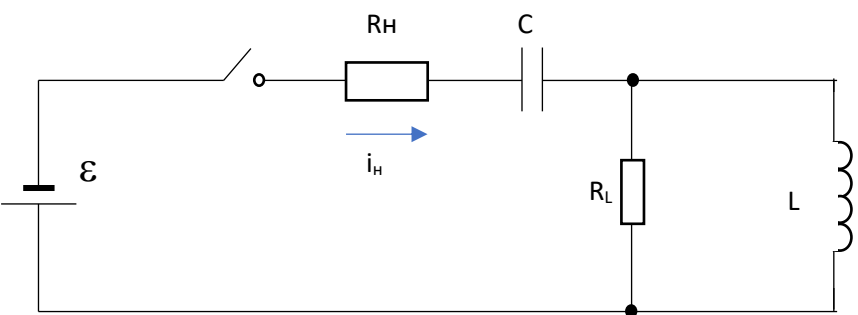
*\*При решении задач данного Блока, использовать только классический метод с составлением и решением дифференциальных уравнений.*

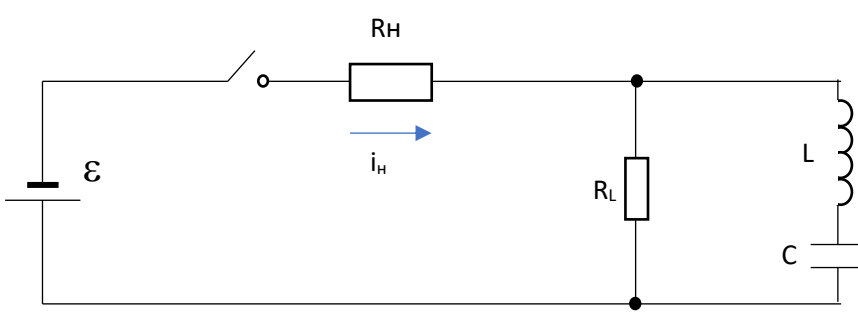
**Теория:** Определение переходных процессов. Коммутация. Законы коммутации. Начальные условия. Переходные процессы в цепи с индуктивным и резистивным элементами. Переходные процессы в цепи с ёмкостным и резистивным элементами. Колебательные переходные процессы. Изменение формы сигнала из-за влияния переходных процессов в цепи.

**Задача:** В указанной на схеме электрической цепи в нулевой момент времени замыкают ключ. Определить временную зависимость силы тока через сопротивление нагрузки  $i_H(t)$  и построить ее график.



<p>Схема 1.2</p> 	
<b>Вариант 1.2.a</b>	Схема 1.2, $\varepsilon = 10 \text{ В}$ , $R_H = 10 \text{ Ом}$ , $R_L = 2 \text{ Ом}$ , $L = 100 \text{ мкГн}$ , $C = 5 \text{ пФ}$
<b>Вариант 1.2.b</b>	Схема 1.2, $\varepsilon = 5 \text{ В}$ , $R_H = 0,1 \text{ Ом}$ , $R_L = 10 \text{ Ом}$ , $L = 10 \text{ мкГн}$ , $C = 5 \text{ мкФ}$

<p>Схема 1.3</p> 	
<b>Вариант 1.3.a</b>	Схема 1.3, $\varepsilon = 5 \text{ В}$ , $R_H = 0,1 \text{ Ом}$ , $R_L = 10 \text{ Ом}$ , $L = 10 \text{ мкГн}$ , $C = 5 \text{ мкФ}$
<b>Вариант 1.3.b</b>	Схема 1.3, $\varepsilon = 10 \text{ В}$ , $R_H = 10 \text{ Ом}$ , $R_L = 3 \text{ Ом}$ , $L = 100 \text{ мкГн}$ , $C = 5 \text{ пФ}$

<p>Схема 1.4</p> 	
<b>Вариант 1.4.a</b>	Схема 1.4, $\varepsilon = 10 \text{ В}$ , $R_H = 0,5 \text{ Ом}$ , $R_L = 4 \text{ Ом}$ , $L = 100 \text{ мкГн}$ , $C = 5 \text{ пФ}$
<b>Вариант 1.4.b</b>	Схема 1.4, $\varepsilon = 5 \text{ В}$ , $R_H = 1 \text{ Ом}$ , $R_L = 10 \text{ Ом}$ , $L = 10 \text{ мкГн}$ , $C = 5 \text{ мкФ}$

## **Блок 2.** «Фокусирующие системы электронно-лучевых приборов».

*\*В условиях задач данного Блока, используется представление вектора как матрицы-строки:*

$$\vec{A} \equiv \mathbf{A} = (A_x, A_y, A_z).$$

**Теория:** Электростатические фокусирующие системы. Магнитная фокусировка. Принцип действия и устройство электронно-лучевых трубок. Электронный микроскоп.

**Задача:** В область пространства с отличными от нуля постоянными электрическим и магнитным полями со скоростью  $\vec{v}$  влетает частица зарядом  $q$ . Определить зависимость  $x(t)$  и  $z(t)$ , построить параметрически заданную кривую  $z(x)$ .

<b>Вариант 2.1</b>	$B = 100 \text{ мТл}$ , $E = 5 \text{ кВ/м}$ , $v = 700 \text{ км/с}$ , $m = 9 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ , $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $\mathbf{E} = (E, 0, 0)$ ; $\mathbf{B} = (0, B, 0)$ , $\mathbf{v} = (0, 0, v)$
<b>Вариант 2.2</b>	$B = 100 \text{ мТл}$ , $E = 10 \text{ кВ/м}$ , $v = 700 \text{ км/с}$ , $m = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ , $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

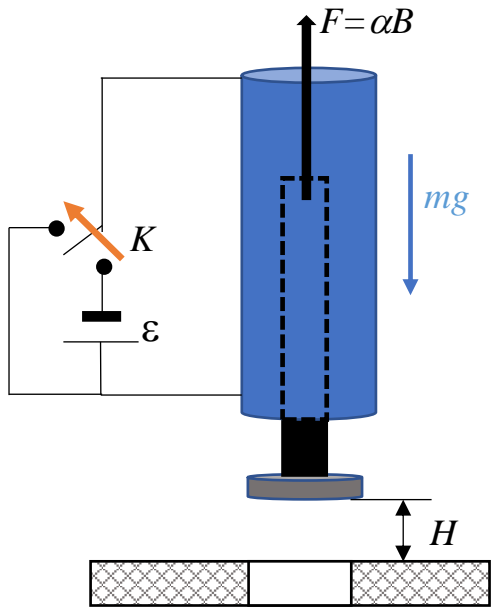
	$\mathbf{E} = (E, 0, 0); \mathbf{B} = (0, B, 0), \mathbf{v} = (0,0,v)$
<b>Вариант 2.3</b>	$B = 100 \text{ мТл}, E = 20 \text{ кВ/м}, v = 700 \text{ км/с}, m = 9 \cdot 10^{-31} \text{ кг}, q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $\mathbf{E} = (0, E, 0); \mathbf{B} = (B, 0, 0), \mathbf{v} = (0,v,0)$
<b>Вариант 2.4</b>	$B = 100 \text{ мТл}, E = 5 \text{ кВ/м}, v = 700 \text{ км/с}, m = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}, q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $\mathbf{E} = (0, E, 0); \mathbf{B} = (B, 0, 0), \mathbf{v} = (0,v,0)$
<b>Вариант 2.5</b>	$B = 100 \text{ мТл}, E = 10 \text{ кВ/м}, v = 700 \text{ км/с}, m = 9 \cdot 10^{-31} \text{ кг}, q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $\mathbf{E} = (E, 0, 0); \mathbf{B} = (0, B, 0), \mathbf{v} = (v,0,0)$
<b>Вариант 2.6</b>	$B = 100 \text{ мТл}, E = 20 \text{ кВ/м}, v = 700 \text{ км/с}, m = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}, q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $\mathbf{E} = (E, 0, 0); \mathbf{B} = (0, B, 0), \mathbf{v} = (v,0,0)$
<b>Вариант 2.7</b>	$B = 100 \text{ мТл}, E = 5 \text{ кВ/м}, v = 700 \text{ км/с}, m = 9 \cdot 10^{-31} \text{ кг}, q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $\mathbf{E} = (0, E, 0); \mathbf{B} = (B, 0, 0), \mathbf{v} = (v,v,v)$
<b>Вариант 2.8</b>	$B = 100 \text{ мТл}, E = 10 \text{ кВ/м}, v = 700 \text{ км/с}, m = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}, q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $\mathbf{E} = (0, E, 0); \mathbf{B} = (B, 0, 0), \mathbf{v} = (0,0,v)$
<b>Вариант 2.9</b>	$B = 100 \text{ мТл}, E = 20 \text{ кВ/м}, v = 50 \text{ км/с}, m = 9 \cdot 10^{-31} \text{ кг}, q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $\mathbf{E} = (E, 0, 0); \mathbf{B} = (0, B, 0), \mathbf{v} = (v,v,v)$
<b>Вариант 2.10</b>	$B = 100 \text{ мТл}, E = 5 \text{ кВ/м}, v = 50 \text{ км/с}, m = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}, q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $\mathbf{E} = (E, 0, 0); \mathbf{B} = (0, B, 0), \mathbf{v} = (0,0,v)$
<b>Вариант 2.11</b>	$B = 100 \text{ мТл}, E = 10 \text{ кВ/м}, v = 50 \text{ км/с}, m = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}, q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $\mathbf{E} = (0, E, 0); \mathbf{B} = (B, 0, 0), \mathbf{v} = (0,0,v)$
<b>Вариант 2.12</b>	$B = 100 \text{ мТл}, E = 20 \text{ кВ/м}, v = 50 \text{ км/с}, m = 9 \cdot 10^{-31} \text{ кг}, q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $\mathbf{E} = (0, E, 0); \mathbf{B} = (B, 0, 0), \mathbf{v} = (0,0,v)$

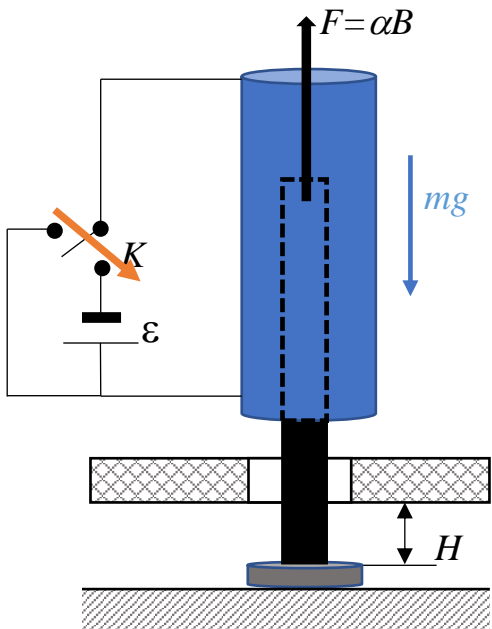
### **Блок 3.** «Микроэлектромеханические системы в электронике».

*\*При решении задач данного Блока, соленоид считать «бесконечно длинным» с длиной много больше длины перемещения штока  $H$ , изменением вытягивающей силы при перемещении пренебречь.*

**Теория:** Обзор и принципы работы микромеханических систем. MEMS-акселерометры, гироскопы и другие МЭМС-устройства. Рассмотреть подробно с формулами одно из устройств. Области применения МЭМС.

**Задача:** В указанной на схеме цепи в нулевой момент времени замыкают (или размыкают, соответственно) ключ. Определить время срабатывания клапана, построить график зависимости величины перемещения штока от времени. Обмотка соленоида плотностью  $n$  витков на метр имеет общее сопротивление  $R$ . Масса штока вместе с клапаном –  $m$ . Размеры соленоида: длина  $l$  в 10 раз больше длины перемещения штока  $H$ , а диаметр в 2 раза меньше длины перемещения штока  $H$ .

<p>Схема 3.1</p>	
<p><b>Вариант 3.1.а</b></p>	<p>Схема 3.1  <math>\varepsilon = 5 \text{ В}</math>, <math>m = 0,05 \text{ кг}</math>, <math>R = 0,1 \text{ Ом}</math>, <math>n = 10^3 \text{ м}^{-1}</math>, <math>\alpha = 100 \text{ Н/Тл}</math>, <math>H = 0,15 \text{ м}</math></p>
<p><b>Вариант 3.1.б</b></p>	<p>Схема 3.1  <math>\varepsilon = 10 \text{ В}</math>, <math>m = 1 \text{ кг}</math>, <math>R = 200 \text{ Ом}</math>, <math>n = 8 \cdot 10^3 \text{ м}^{-1}</math>, <math>\alpha = 3 \cdot 10^4 \text{ Н/Тл}</math>, <math>H = 0,1 \text{ м}</math></p>
<p><b>Вариант 3.1.с</b></p>	<p>Схема 3.1  <math>\varepsilon = 10 \text{ В}</math>, <math>m = 0,1 \text{ кг}</math>, <math>R = 100 \text{ Ом}</math>, <math>n = 8 \cdot 10^3 \text{ м}^{-1}</math>, <math>\alpha = 5 \cdot 10^3 \text{ Н/Тл}</math>, <math>H = 0,07 \text{ м}</math></p>

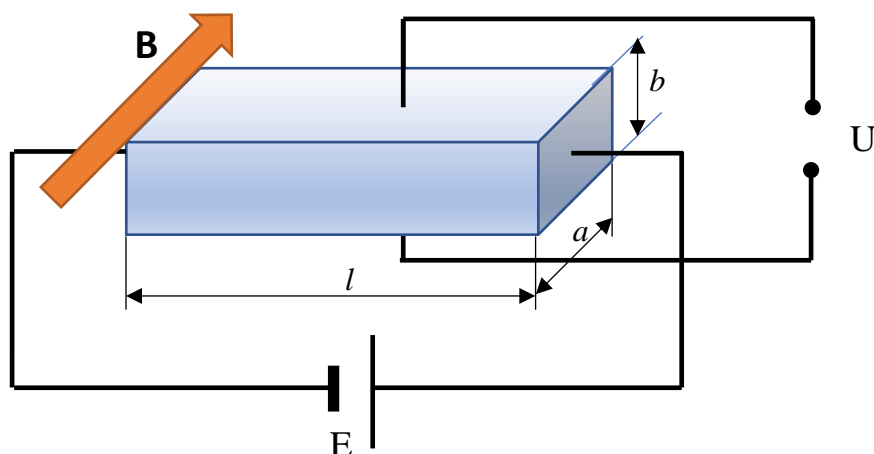
<p>Схема 3.2</p>	
<p><b>Вариант 3.2.а</b></p>	<p>Схема 3.2  <math>\varepsilon = 10 \text{ В}</math>, <math>m = 0,1 \text{ кг}</math>, <math>R = 100 \text{ Ом}</math>, <math>n = 8 \cdot 10^3 \text{ м}^{-1}</math>, <math>\alpha = 5 \cdot 10^3 \text{ Н/Тл}</math>, <math>H = 0,07 \text{ м}</math></p>
<p><b>Вариант 3.2.б</b></p>	<p>Схема 3.2  <math>\varepsilon = 5 \text{ В}</math>, <math>m = 0,05 \text{ кг}</math>, <math>R = 0,1 \text{ Ом}</math>, <math>n = 10^3 \text{ м}^{-1}</math>, <math>\alpha = 100 \text{ Н/Тл}</math>, <math>H = 0,05 \text{ м}</math></p>
<p><b>Вариант 3.2.с</b></p>	<p>Схема 3.2  <math>\varepsilon = 10 \text{ В}</math>, <math>m = 1 \text{ кг}</math>, <math>R = 200 \text{ Ом}</math>, <math>n = 8 \cdot 10^3 \text{ м}^{-1}</math>, <math>\alpha = 3 \cdot 10^4 \text{ Н/Тл}</math>, <math>H = 0,2 \text{ м}</math></p>

**Блок 4.** «Определение параметров полупроводников».

*\*При решении задач данного Блока, обязателен вывод уравнений с пояснениями.*

**Теория:** Металлы – диэлектрики – полупроводники. Собственные и примесные полупроводники, типы носителей заряда. Собственная и примесная проводимости. Эффект Холла в полупроводниках. Методы определения параметров полупроводниковых материалов. Выпрямляющий p-n переход. Гетеропереходы.

**Задача:** Определить холловское напряжение  $U$ .



Вариант 4.1	$E = 5 \text{ В}, l = 1 \text{ см}, a = 5 \text{ мм}, b = 300 \text{ мкм}, B = 70 \text{ мТл}$ $\mu_e = 0,14 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}, \mu_d = 0,05 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}, n_e = n_d.$
Вариант 4.2	$E = 5 \text{ В}, l = 1 \text{ см}, a = 5 \text{ мм}, b = 250 \text{ мкм}, B = 70 \text{ мТл}$ $\mu_e = 0,39 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}, \mu_d = 0,19 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}, n_e/n_d = 10^{-10}$
Вариант 4.3	$E = 5 \text{ В}, l = 1 \text{ см}, a = 5 \text{ мм}, b = 200 \text{ мкм}, B = 70 \text{ мТл}$ $\mu_e = 0,39 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}, \mu_d = 0,19 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}, n_e/n_d = 10^9$
Вариант 4.4	$E = 5 \text{ В}, l = 1 \text{ см}, a = 5 \text{ мм}, b = 250 \text{ мкм}, B = 70 \text{ мТл}$ $\mu_e = 0,39 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}, \mu_d = 0,19 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}, n_e = n_d.$
Вариант 4.5	$E = 5 \text{ В}, l = 1 \text{ см}, a = 5 \text{ мм}, b = 350 \text{ мкм}, B = 70 \text{ мТл}$ $\mu_e = 0,14 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}, \mu_d = 0,05 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}, n_e/n_d = 10^9$
Вариант 4.6	$E = 5 \text{ В}, l = 1 \text{ см}, a = 5 \text{ мм}, b = 200 \text{ мкм}, B = 70 \text{ мТл}$ $\mu_e = 0,14 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}, \mu_d = 0,05 \text{ м}^2/\text{В}\cdot\text{с}, n_e/n_d = 10^{-10}$