

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ И СИГНАЛОВ

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Направление подготовки 03.03.02 Физика
Направленность (профиль)
«Фундаментальная и прикладная физика»

**Ставрополь
2026**

Введение

Дисциплина «Теория электрических цепей и сигналов» относится к дисциплинам профиля «Фундаментальная и прикладная физика», части, формируемой участниками образовательных отношений. Ее освоение происходит в 7,8 семестрах.

Актуальность учебной дисциплины «Теория электрических цепей и сигналов» обусловлена необходимостью формирования у будущих специалистов компетенций, на которых базируется профессиональная деятельность в физике. В современных условиях важнейшим элементом подготовки бакалавров в области физики является формирование у них самостоятельности и культуры научного мышления, способности вести научную и профессиональную деятельность, навыков постановки целей, задач при решении проблемных ситуаций.

Целью освоения дисциплины «Теория электрических цепей и сигналов» является

- формирование профессиональных компетенций бакалавра по направлению подготовки 03.03.02 – Физика (направленность (профиль) Фундаментальная и прикладная физика),
 - теоретическое и экспериментальное исследование колебаний,
 - изучения излучения и распространения радиоволн,
 - изучение законов, принципа действия и возможностей электронных приборов,
 - измерение параметров и характеристик аналоговых и цифровых радиоэлектронных устройств.
- применения полученных знаний и методов для решения естественнонаучных и профессиональных задач.

Основные задачи дисциплины:

- использование в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук;
- приобретение знаний о методах научного познания, о современной физической картине мира, об основах фундаментальных физических теорий;
- развитие основных умений и навыков у студентов в составлении, в сборке и налаживании простейших электро- и радиотехнических цепей и схем,
- развитие способностей применения на практике базовых общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований,
- знакомство студентов с современным уровнем электронной техники, в выборе и использовании оборудования и приборов для решения практических задач.
- понимание получаемой информации и представление результатов физических исследований
- умение выстраивать и реализовывать перспективные линии интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате изучения дисциплины «Теория электрических цепей и сигналов»

- ПК-1. Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.

ПК-3. Понимает логику проектной деятельности и способен, используя междисциплинарные и фундаментальные знания, осуществлять планирование и разработку этапов проектной деятельности, а также достигать поставленных целей при решении задач в области медицинской физики.

ПК-4. Способен проводить целенаправленную систематическую работу в области проектно-технологической деятельности

Знать;

- средства и методы анализа экспериментальных данных, основы анализа базовых устройств для решения профессиональных задач

- методы применения результатов научных исследований в инновационной деятельности;
- методы инженерно-технологической деятельности; основные организации и планирования физических исследований

Уметь:

- читать электрические схемы, использовать современную измерительную аппаратуру, применять основные методы расчета электрических цепей
- использовать в профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
- проводить физические исследования по заданной тематике
- обрабатывать полученные результаты научных исследований на современном уровне

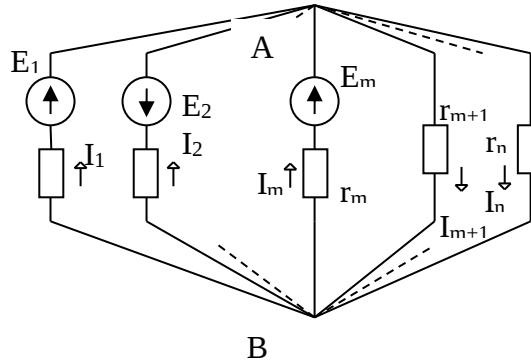
Владеть:

- основными навыками изучения различных явлений и процессов,
- методами физического эксперимента с использованием современной измерительной аппаратуры для решения профессиональных задач
- навыком работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий

Тема 1. Основные определения и законы электрических цепей

Параллельное соединение активных ветвей. Метод узлового напряжения

Если параллельно присоединены активные генераторные ветви, то общий ток I потребителя складывается из двух токов ветвей I_1 и I_2 . В реальных цепях дополнительные источники питания подключаются параллельно в том случае, когда ток потребителей может превысить величину номинального тока уже работающих источников.



(рис.1)

Узловое напряжение U_{AB} , равно:

$$U_{AB} = \frac{g_1 E_1 - g_2 E_2 + \dots + g_m E_m}{g_1 + g_2 + \dots + g_n},$$

или

$$U_{AB} = \frac{\sum_{k=1}^{k=m} g_k E_k}{\sum_{k=1}^{k=n} g_k}$$

Эквивалентные соединения сопротивлений в звезду и треугольник

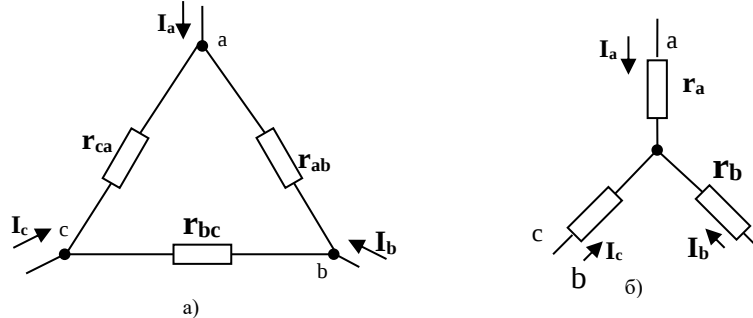


рис.3

Расчетные формулы эквивалентного перехода соединений сопротивлений из треугольника в звезду:

$$r_a = \frac{r_{ab} r_{ca}}{r_{ab} + r_{bc} + r_{ca}},$$

$$r_b = \frac{r_{bc} r_{ab}}{r_{ab} + r_{bc} + r_{ca}},$$

$$r_c = \frac{r_{ca} r_{bc}}{r_{ab} + r_{bc} + r_{ca}}.$$

Расчетные формулы эквивалентного перехода соединений сопротивлений из звезды в треугольник:

$$\left. \begin{aligned} r_{ab} &= r_a + r_b + \frac{r_a r_b}{r_c} \\ r_{bc} &= r_b + r_c + \frac{r_b r_c}{r_a} \\ r_{ca} &= r_c + r_a + \frac{r_c r_a}{r_b} \end{aligned} \right\}$$

Применение законов Кирхгофа для расчета электрических цепей.

Законы Кирхгофа используют для нахождения токов в ветвях схемы. Обозначим число всех ветвей схемы b , число ветвей, содержащих источники тока – b_{UT} и число узлов y . В каждой ветви схемы течет свой ток. Число неизвестных токов $b - b_{UT}$. Сначала надо произвольно выбрать положительное направление токов в ветвях; положительное направление обхода контуров для составления уравнений по второму закону Кирхгофа.

Чтобы получить линейно независимые уравнения, по первому закону Кирхгофа составляют уравнения, число которых равно числу узлов без единицы, то есть $y-1$.

По второму закону Кирхгофа составим уравнения, число которых равно числу ветвей без источников тока ($b - b_{UT}$), за вычетом уравнений, составленных по первому закону Кирхгофа, то есть $(b - b_{UT}) - (y-1) = b - b_{UT} - y + 1$.

Составляя уравнения по второму закону Кирхгофа, следует охватить все ветви схемы, исключая лишь ветви с источником тока.

При записи линейно независимых уравнений по второму закону Кирхгофа стремятся, чтобы в каждый новый контур, для которого составляют уравнения, входила хотя бы одна новая ветвь, не вошедшая в предыдущие контуры. Такие контуры называются независимыми.

Требование, чтобы в каждый новый контур входила хотя бы одна новая ветвь, является достаточным, но не необходимым условием, а поэтому его не всегда выполняют. В таких случаях часть уравнений по второму закону Кирхгофа составляют для контуров, все ветви которых уже вошли в предыдущие контуры.

Для проверки правильности расчетов используют энергетические условия:

$$\sum_{\kappa=1}^n E_{\kappa} I_{\kappa} = \sum_{\kappa=1}^n I_{\kappa}^2 r_{\kappa}.$$

Если у какого-либо из источников энергии действительное направление тока противоположно направлению ЭДС, то мощность такого источника следует считать отрицательной, он является приемником энергии (например, заряженный аккумулятор).

Совместное решение системы уравнений, составленных на основании двух законов Кирхгофа, часто требует больших затрат времени. В частности, если в схеме один источник ЭДС, то схему рассчитывают по закону Ома.

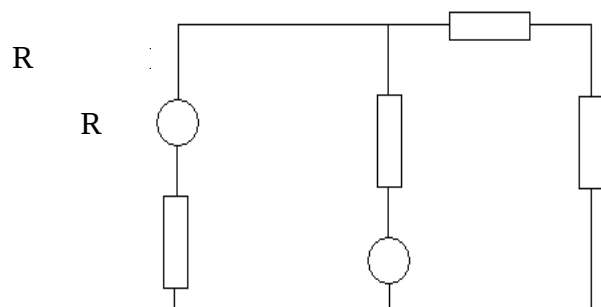
Методические рекомендации по решению задач

Пример 1.

В электрической цепи (см. рис.6) $E_1=80$ В, $E_2=64$ В, $R_1=6$ Ом, $R_2=4$ Ом, $R_3=3$ Ом, $R_4=1$ Ом. Найти I_1 , I_2 , I_3 .

а





Решение.

В схеме ветвей $b=3$, $b_{UT}=0$, число узлов $y=2$. По первому закону Кирхгофа можно составить только одно уравнение: $y-1=2-1=1$.

$$I_1 + I_2 = I_3.$$

Число уравнений по второму закону Кирхгофа равно:

$$b - b_{UT} - (y - 1) = 3 - 0 - (2 - 1) = 2, \quad (a)$$

$$\begin{cases} E_1 + E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2 & \text{для контура } R_1 E_1 R_2 E_2 \\ -E_2 = I_2 R_2 + I_3 (R_3 + R_4) & \text{для контура } E_2 R_2 R_3 R_4 \end{cases} \quad (б)$$

(в)

Совместное решение уравнений (а) – (б) дает:

$$3I_1 - 2I_2 = 72 \quad 4I_1 = 56$$

$$I_1 + 2I_2 = -16$$

$$I_1 = 14A, \quad I_2 = -15A, \quad I_3 = -1A.$$

Проверка:

$$E_1 I_1 + E_2 I_2 = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 (R_3 + R_4)$$

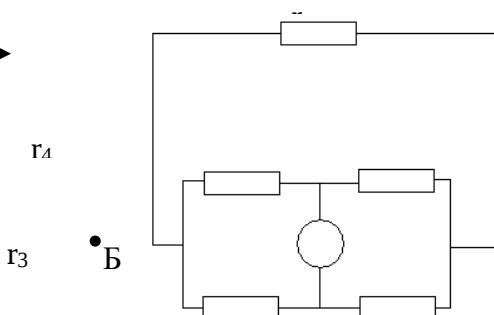
$$80 \cdot 14 + 64 \cdot 15 = 14^2 \cdot 6 + 15^2 \cdot 4 + 1$$

$$1120 + 960 = 1176 + 900 + 4 = 1180 + 900 = 2080$$

$$2080 = 2080.$$

Пример 2.

В электрической цепи (см. рис.8,а) $r=8$ Ом, $r_1=20$ Ом, $r_2=5$ Ом, $r_3=10$ Ом, $r_4=40$ Ом, $E=25$ В, определить ток в ветви с сопротивлением r .



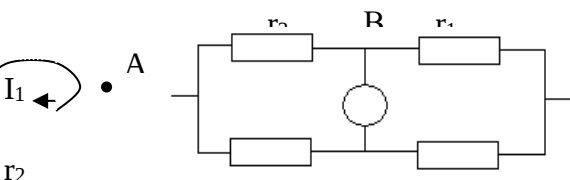
Решение.

1) определим U_{AB} при отсоединенном сопротивлении r (см. рис.8,б), то есть напряжение холостого хода, равное ЭДС E_0 эквивалентного генератора:

$$U_{AB} = E_0.$$

$$\text{Ток в ветви ВАГ равен: } I_{1x} = \frac{E}{r_1 + r_2} = 1A.$$

$$\text{Ток в ветви ВБГ равен: } I_{2x} = \frac{E}{r_3 + r_4} = 0.5A.$$



Приняв потенциал точки В равным нулю $\varphi_B = 0$, определим разность потенциалов между токами А и Б ($\varphi_A - \varphi_B$) в режиме холостого хода:

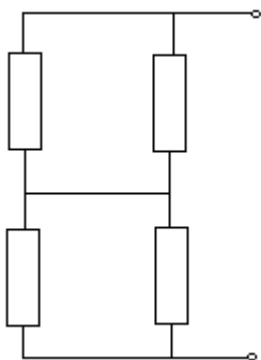
$$\varphi_B - \varphi_A = I_{1x} r_1 = 20B, \quad \varphi_A = -20B$$

$$\varphi_B - \varphi_B = I_{2x} r_3 = 5B, \quad \varphi_B = -5B$$

$$\varphi_A - \varphi_B = -20 + 5 = -15B.$$

Для определения сопротивления r_0 эквивалентного генератора примем, что ЭДС $E=0$, то есть точки В и Г закорочены (рис.8,в).

•А
•Г
Г₄
•Б
с.8,в



Сопротивление между точками А и Б найдем как последовательное соединение двух пар, параллельно соединенных сопротивлений (r_1, r_2) и (r_3, r_4):

$$r_0 = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} + \frac{r_3 r_4}{r_3 + r_4} = 4 + 8 = 12 \text{ Ом}.$$

Ток в ветви с сопротивлением r равен:

$$I = \frac{E_0}{r + r_0} = \frac{-15}{20} = -0.75 \text{ А}.$$

Знак “-” указывает на то, что ток I имеет направление, противоположное выбранному на рис.8,а.

Тема 2. Цепи при гармоническом воздействии

Тема 2. Цепи при гармоническом воздействии

Расчет цепи с последовательным соединением индуктивности, емкости и активного сопротивления.

В электронной цепи с последовательным соединением активного сопротивления R , индуктивностью L и емкостью C полное сопротивление схемы Z можно рассчитать по формулам:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \frac{U}{I} = \frac{S}{I^2} = \frac{R}{\cos \varphi} = \frac{X_L - X_C}{\sin \varphi} \quad [\text{Ом}]$$

Подводимое напряжение

$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_L + \dot{U}_C = \dot{U}_R + j(U_L - U_C)$$

$$\dot{U} = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = ZI = \frac{S}{I} \quad [\text{В}]$$

Напряжение на отдельных участках цепи:

$$U_R = RI = U \cos \varphi, U_L = X_L I, U_C = X_C I$$

Коэффициент мощности:

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{U_R}{U} = \frac{P}{S}$$

Активная мощность:

$$P = U_R I = RI^2 = \frac{U_R^2}{R} = S \cos \varphi = \sqrt{S^2 - (Q_L - Q_C)^2} \quad [\text{Вт}]$$

Реактивная мощность:

$$Q_L = X_L I^2 = U_L I = \frac{U_L^2}{X_L} \quad [\text{ВАр}]$$

$$Q_C = X_C I^2 = U_C I = \frac{U_C^2}{X_C} \quad [BAp]$$

Полная мощность:

$$S = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2} = UI = ZI^2 = \frac{U^2}{Z} = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{Q_L - Q_C}{\sin \varphi} \quad [BA]$$

Пример 1.

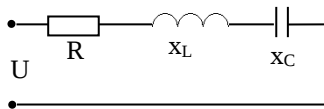


рис.1

В неразветвленной электрической цепи (рис. 1) $R = 20 \text{ Ом}$, $x_L = 300 \text{ Ом}$, $x_C = 252 \text{ Ом}$, $U = 260 \text{ В}$. Определить I , z , $\cos \varphi$, U_R , U_L , U_C , S , P , Q_L , Q_C .

Решение.

1. $z = \sqrt{R^2 + (x_L - x_C)^2} = \sqrt{20^2 - (300 - 252)^2} = 52 \text{ Ом}$
2. $I = \frac{U}{z} = \frac{260}{52} = 5 \text{ А}$
3. $\cos \varphi = \frac{R}{z} = \frac{20}{52} = \frac{5}{13}$
4. $U_R = IR = 5 \cdot 20 = 100 \text{ В}$
5. $U_L = Ix_L = 5 \cdot 300 = 1500 \text{ В}$
6. $U_C = Ix_C = 5 \cdot 252 = 1260 \text{ В}$
7. $S = UI = 260 \cdot 5 = 1300 \text{ ВА}$
8. $P = RI^2 = 20 \cdot 25 = 500 \text{ Вт}$
9. $Q_L = x_L I^2 = 300 \cdot 25 = 7500 \text{ ВАп}$
10. $Q_C = x_C I^2 = 252 \cdot 25 = 6300 \text{ ВАп}$

Проверка: $S = \frac{Q_L - Q_C}{\sin \varphi} = \frac{(7500 - 6300) \cdot 13}{12} = \frac{1200 \cdot 13}{12} = 1300 \text{ ВА}$

Пример 2.

В неразветвленной электрической цепи (рис.1) $U = 244 \text{ В}$, $I = 4 \text{ А}$, $P = 960 \text{ Вт}$, $Q_L = 700 \text{ ВАп}$. Определить S , z , R , x_L , x_C , Q_C , $\cos \varphi$, U_R , U_L , U_C .

Решение:

1. $S = UI = 244 \cdot 4 = 976 \text{ ВА}$
2. $z = \frac{U}{I} = \frac{244}{4} = 61 \text{ Ом}$
3. $R = \frac{P}{I^2} = \frac{960}{16} = 60 \text{ Ом}$
4. $x_L = \frac{Q_L}{I^2} = \frac{700}{16} = 43,75 \text{ Ом}$
5. $\cos \varphi = \frac{R}{z} = \frac{60}{61}$, $\sin \varphi = \frac{11}{61}$
6. $x_C = \frac{Q_C}{I^2} = \frac{524}{16} = 32,75 \text{ Ом}$
7. $U_R = IR = 60 \cdot 4 = 240 \text{ В}$
8. $U_L = Ix_L = 43,75 \cdot 4 = 175 \text{ В}$
9. $U_C = Ix_C = 32,75 \cdot 4 = 131 \text{ В}$

$$5. Q_C = Q_L - \sqrt{S^2 - P^2} = 700 - \sqrt{976^2 - 960^2} = 524 \text{ Вар}$$

$$10. U_C = I x_C = 32,75 \cdot 4 = 131 \text{ В}$$

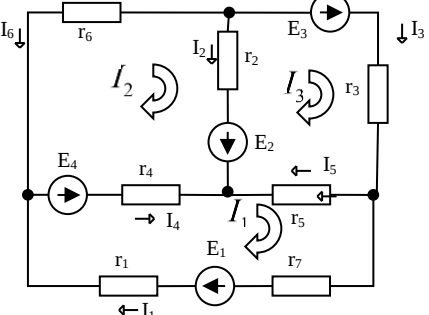
$$\text{Проверка: } U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{240^2 + (175 - 131)^2} = 244 \text{ В}$$

Тема 3. Методы анализа сложных электрических цепей

Метод контурных токов

С помощью законов Кирхгофа можно рассчитать любую схему. Однако в случае сильно разветвленных цепей приходится решать систему с большим числом уравнений, поэтому естественно стремление найти менее трудоемкие методы расчета цепей. Одним из наиболее распространенных является метод контурных токов. Этот метод позволяет уменьшить общее число m совместно решаемых уравнений на $(k-1)$ и свести систему к $m - (k-1)$ уравнениям, составленным по второму закону Кирхгофа.

Для определения контурных токов данной схемы достаточно составить только три уравнения для каждого из контуров:

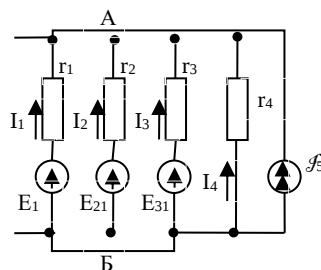


$$\left. \begin{aligned} \text{для контура I :} \\ (r_1 + r_{01} + r_4 + r_5)I_I - r_4 I_{II} - r_5 I_{III} &= E_1 + E_4, \\ \text{для контура II :} \\ (r_2 + r_4 + r_6)I_{II} - r_4 I_I - r_2 I_{III} &= E_2 - E_4, \\ \text{для контура III :} \\ (r_2 + r_3 + r_5)I_{III} - r_5 I_I - r_2 I_{II} &= E_3 - E_2. \end{aligned} \right\}$$

Решая полученную систему уравнений, определим контурные токи, а по ним — действительные токи ветвей.

Метод узлового напряжения.

Метод узлового напряжения дает возможность более просто определить токи в цепи с двумя узлами. Выберем положительное направление токов от узла Б к узлу А. Определим разность потенциалов между узлами А и Б, которая называется узловым напряжением.



$$U = U_{AB} = \frac{E_1 g_1 + E_2 g_2 + E_3 g_3 + I_5}{g_1 + g_2 + g_3 + g_4}$$

$$\text{Или в общем случае: } U = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i g_i) + \sum_{k=1}^m I_k}{\sum g_k}$$

Если какая-либо ЭДС имеет противоположное направление, то она войдет в последнюю формулу со знаком минус: $I_n = (E_n - U_{AB})g_n$.

Метод наложения

Расчет электрических цепей методом наложения основывается на общем физическом принципе независимости действия сил в линейных системах. При помощи этого метода расчет сложной цепи с несколькими э. д. с. сводят к расчету нескольких цепей с одним источником питания. Ток в любой ветви рассматривается как результат наложения токов, получающихся от отдельных э. д. с., действующих независимо друг от друга.

Для определения токов схемы рис.5 этим методом вначале полагают, что в цепи действует только э. д. с. E_1 . При этом все сопротивления, включая и внутренние сопротивления источников, остаются неизменными. Определение частичных токов $I_1, I_2, \dots, I_6$ отдельных ветвей от э. д. с. E_1 сводится к расчету схемы рис. 5, а. Далее повторяют расчет поочередно для всех других э. д. с. схемы рис. 5 (в данном случае для э. д. с. E_2 по схеме рис. 5, б) и определяют следующие частичные токи: $I'_1, I''_2, \dots, I''_6$.

Алгебраическое суммирование частичных токов дает значение действительных токов ветвей, условно положительные направления которых должны быть предварительно нанесены на исходную схему (см. рис. 5).

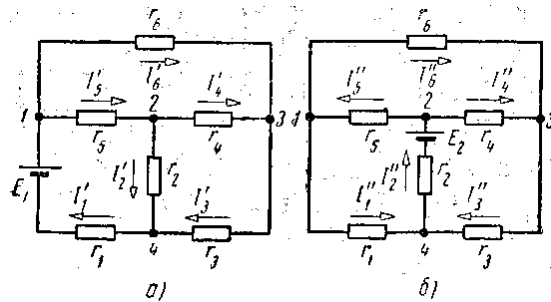


рис.5

Учитывая направления частичных и результирующих токов, получим:

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= I'_1 - I''_1, \\ I_2 &= -I'_2 + I''_2, \\ &\dots\dots\dots \\ I_a &= -I'_a - I''_a. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Число слагаемых в системе уравнений (7) равно числу э. д. с. схемы.

Метод наложения часто используется в промежуточных доказательствах. Для практических же расчетов он применяется редко; так как при частичных токах, близких по величине и различных по направлению, расчет может привести к недопустимо большим погрешностям.

Следует обратить внимание, что метод наложения неприменим к расчету мощностей, так как значения последних пропорциональны квадратам токов.

Тема 4. Четырехполюсники, фильтры, длинные линии

Определение четырехполюсника.

Четырехполюсником называется электрическая цепь с двумя парами зажимов (полюсами) mn и pq .

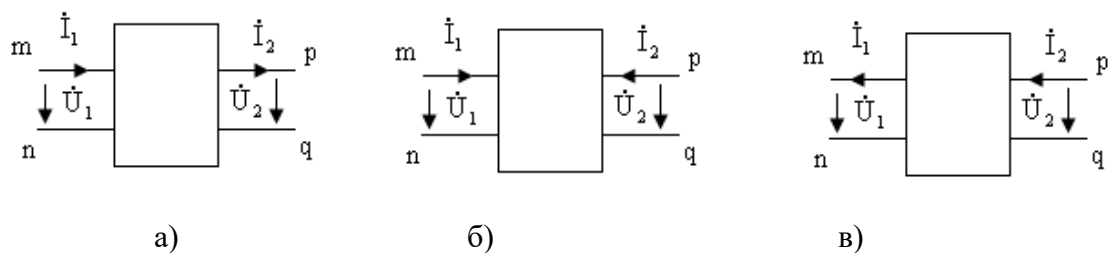


Рис.1

§2. Шесть форм записи уравнений четырехполюсника.

Четырехполюсник характеризуется входным и выходным токами и напряжениями. Любые две величины можно взять за функции, а две другие – за аргумент.

$$A\text{-форма} \quad \dot{U}_1 = A\dot{U}_2 + B\dot{I}_2 \quad (1)$$

$$\dot{I}_1 = C\dot{U}_2 + D\dot{I}_2 \quad (2)$$

$$Y\text{-форма} \quad \dot{I}_1 = Y_{11}\dot{U}_1 + Y_{12}\dot{U}_2 \quad (3)$$

$$\dot{I}_2 = Y_{21}\dot{U}_1 + Y_{22}\dot{U}_2 \quad (4)$$

$$Z\text{-форма} \quad \dot{U}_1 = Z_{11}\dot{I}_1 + Z_{12}\dot{I}_2 \quad (5)$$

$$\dot{U}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 + Z_{22}\dot{I}_2 \quad (6)$$

$$H\text{- форма} \quad \dot{U}_1 = H_{11}\dot{I}_1 + H_{12}\dot{U}_2 \quad (7)$$

$$\dot{I}_2 = H_{21}\dot{I}_1 + H_{22}\dot{U}_2 \quad (8)$$

$$G\text{-форма} \quad \dot{I}_1 = G_{11}\dot{U}_1 + G_{12}\dot{I}_2 \quad (9)$$

$$\dot{U}_2 = G_{21}\dot{U}_1 + G_{22}\dot{I}_2 \quad (10)$$

$$B\text{-форма} \quad \dot{U}_2 = B_{11}\dot{U}_1 + B_{12}\dot{I}_1 \quad (11)$$

$$\dot{I}_2 = B_{21}\dot{U}_1 + B_{22}\dot{I}_1 \quad (12)$$

Попарная инверсия форм Y и Z , A и B , H и G .

Для A -формы положительное направление токов и напряжения соответствует рис.1а, для Y -, Z -, H -, G -форм – рис.1б, B -форме – рис.1в.

Назначение и типы фильтров.

Электрические фильтры – четырехполюсники, включаемые между источником питания и нагрузкой, предназначенные для пропускания к нагрузке тока одних частот и задерживать или пропускать, но с большим затуханием, токи других частот.

Диапазон частот, пропускаемых фильтром без затухания, называется полосой прозрачности; диапазон частот, пропускаемых с затуханием – полосой затухания.

Тема 5. Сигналы и их спектры

Спектральное представление периодических сигналов.

При передаче информации на расстояние используются различные виды радиотехнических сигналов, т.е. сигналов, относящихся к радиодиапазону. Всякий радиосигнал можно представить функцией времени $x = x(t)$. Каждый класс сигналов имеет свои особенности и специфические методы описания.

Реальные радиосигналы сложны по структуре и конкретны, а описывающие их математические модели абстрактны. Любое аналитическое описание реального сигнала является его упрощением. Важной характеристикой сигнала сообщения является его структура. Анализ периодических сигналов и радиотехнических цепей производится не только временным способом, но и спектральным.

Спектральный метод заключается в том, что любые колебания сложной формы заменяется суммой конечного или бесконечного числа синусоидальных колебаний с соответствующими амплитудами, частотами фазами. Эта идея принадлежит французскому физику и математику Жану Б. Фурье (1768-1830). Спектр изображается посредством двух спектрограмм. Амплитудно-частотный спектр изображается в виде вертикальных

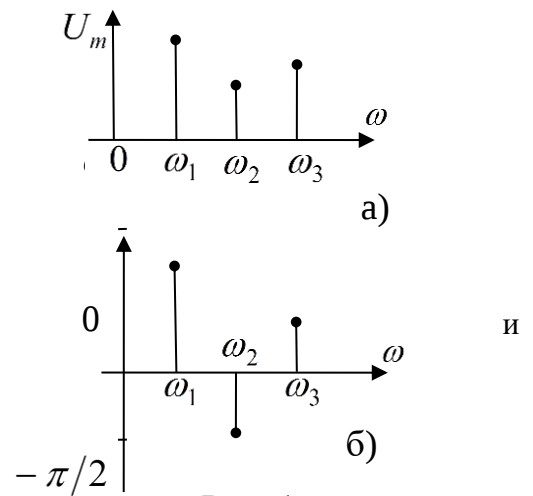


Рис. 1

отрезков амплитуды, отнесенной к соответствующим значениям частоты (рис 1,а), которые откладывается по оси абсцисс. В фазо-частотном спектре (рис 1,б) подобные отрезки изображают начальные фазы гармоник. Спектральные характеристики позволяют выявить изменение сигнала по преобразованию спектра данной цепью.

Сигналы можно классифицировать по разным признакам. Одним из таких признаков является периодичность. Периодическим называется сигнал удовлетворяющий тождеству $u(t) = u(t + kT)$ где T постоянный промежуток времени, называемый периодом.

Периодический сигнал, заданный в интервале значений t от $-\infty$ до ∞ можно представить в виде суммы гармонических колебаний, описываемой рядом Фурье в комплексной форме:

$$u(t) = \sum_{-\infty}^{\infty} C_k e^{j\omega_k t}, \quad (1)$$

где $C_k e^{j\omega_k t}$ - слагаемые ряда, представляют гармонические колебания отдельных слагаемых - гармоник

Коэффициент

$$C_k = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} u(t) e^{j\omega_k t} dt \quad (2)$$

является комплексной величиной, определяющей амплитуду и фазу k -й гармоники основной

частоты

$$f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{1}{T}.$$

Из соотношения (1) видно, что спектральное представление периодического сигнала с комплексной формой ряда Фурье (рис. 2,а) содержит как положительные, так и отрицательные частоты. Отрицательные частоты в природе не существует, это не физическое понятие, а математическая абстракция. Они появляются как следствие формального представления гармонических колебаний комплексной формой.

Периодический сигнал можно представить рядом Фурье в вещественной форме:

$$u(t) = C_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos k\omega_1 t + b_k \sin k\omega_1 t)$$

или в тригонометрической форме:

$$u(t) = C_0 + \sum_{k=1}^n C_k \cos(k\omega_1 t - \psi_k)$$

В этих соотношениях имеются следующие компоненты сигнала:

C_0 – постоянная составляющая

$$C_0 = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} u(t) dt$$

a_k – амплитуда косинусоидальных составляющих

$$a_k = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} u(t) \cos k\omega_1 t dt$$

b_k – амплитуда синусоидальных составляющих

$$b_k = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} u(t) \sin k\omega_1 t dt$$

C_k – амплитуда k -й гармоники

$$C_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$$

ψ_k – начальная фаза,

$$\operatorname{tg} \psi_k = \frac{b_k}{a_k}$$

В тригонометрической форме записи ряда Фурье (3) понятие «отрицательная частота» теряет смысл (рис. 2,б).

Спектр периодического сигнала принято называть линейчатый или дискретный, так как он состоит из отдельных линий, высота которых равна амплитуде C_k соответствующих гармоник. Из всех видов спектров наиболее информативен амплитудный, поскольку с его помощью можно оценить количественное содержание тех или иных гармоник в частотном составе анализируемого сигнала.

При практических расчетах спектров периодических сигналов ограничиваются суммированием конечного числа слагаемых, от которого зависит точность аппроксимации исходного сигнала. Таким образом, сигналы практически представляются функциями с ограниченным спектром. Интервал по шкале частот, в котором размещается ограниченный спектр, называется шириной спектра. Ограничения спектра производят исходя из допустимого искажения сигнала.

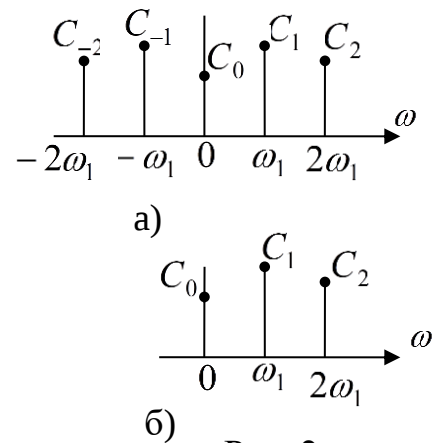


Рис. 2

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Теория электрических цепей и сигналов»

Самостоятельная работа проводится в виде собеседования и проверки лабораторных занятий. Основной целью этих видов самостоятельной работы является улучшение профессиональной подготовки специалистов высшей квалификации, направленное на формирование действенной системы фундаментальных и профессиональных знаний, умений и навыков, которые они могли бы свободно и самостоятельно применять в практической деятельности.

В ходе организации самостоятельной работы решаются следующие задачи:

- углублять и расширять их профессиональные знания;
- формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- развивать познавательные способности будущих специалистов.

В ходе постановки целей и задач необходимо учитывать, что их выполнение направлено не только на формирование общеучебных умений и навыков, но и определяется рамками данной предметной области.

При самостоятельной работе над лекционным курсом используются записи лекций, учебники и учебные пособия, в которых содержится соответствующий теоретический материал. На контролируемую самостоятельную работу студентов отводится примерно 33% времени, отводимого на изучение каждой дисциплины, куда входит самостоятельное конспектирование и изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям, а затем собеседование с ведущим преподавателем курса по изученным темам (коллоквиумы).

Для успешной работы над курсом «Теория электрических цепей и сигналов» необходимо выполнить задания для самостоятельной работы. Для этого предназначены настоящие рекомендации к самостоятельным работам. Для каждого задания сформулирована цель и даны методические рекомендации по выполнению, представлен список литературы, необходимой для выполнения самостоятельной работы.

Текущая аттестация студентов проводится преподавателем, ведущим лекционные и лабораторные занятия по дисциплине. К практическому занятию студент должен подготовить ответы на вопросы, выполнить задания по теме занятия. Максимальное количество баллов студент получает, если он активно участвует в работе, владеет материалом, умеет логично и четко излагать мысли, творчески подходит к решению основных вопросов темы, показывает самостоятельность мышления.

Основанием для снижения оценки являются:

- слабое знание темы и основной терминологии;
- пассивность участия в групповой работе;
- отсутствие умения применить теоретические знания для решения практических задач;
- несвоевременность предоставления выполненных работ.

Необходимо ознакомиться с обязательным минимумом содержания основной образовательной программы по изучаемой дисциплине. Далее необходимо изучить рабочую программу дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем дисциплины лекционного курса, взаимосвязь тем лекций с лабораторными занятиями, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности.

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студента).

Самостоятельная работа студента является важным видом учебной и научной деятельности студента. Федеральным государственным образовательным стандартом предусматривается значительный объем времени из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу.

В связи с этим, обучение включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому самостоятельная работа должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования – подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности.

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

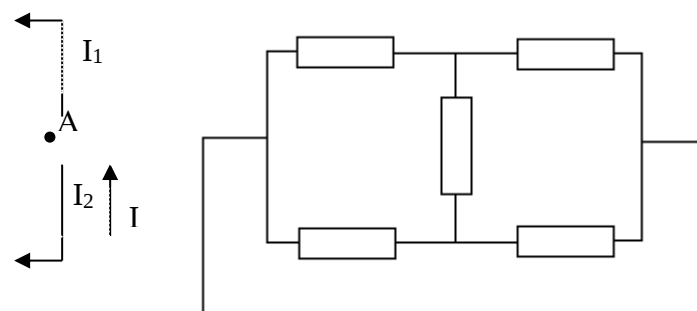
Задания для самостоятельной работы

Тема 1. Основные определения и законы электрических цепей

1. Решить задачу

Переход от треугольника к звезде (схема неуравновешенного 4-х плечного моста)

В электрической цепи (см. рис.1) $E=4,4\text{В}$, $r_1=20\text{ Ом}$, $r_2=60\text{ Ом}$, $r_3=120\text{ Ом}$, $r_4=8\text{ Ом}$, $r_5=44\text{ Ом}$. Найти I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , I_5 .



r_4 Б r_5

Контрольные вопросы для самопроверки.

1. Дать определение электрической цепи. Какие её составные части? Охарактеризовать их.
2. Какие базовые элементы цепей вы знаете? Охарактеризовать их.
3. Какие цепи называются линейными? Свойства линейных цепей, привести примеры.
4. Какие цепи называются нелинейными? Свойства нелинейных цепей, привести примеры.
5. Идеальные и реальные источники тока и напряжения.
6. Зависимые и независимые источники тока и напряжения.
7. Что называется электрической цепью? Топологические элементы.
8. Запишите уравнения соединений для узла и замкнутого контура.
9. Сформулируйте и запишите принцип суперпозиции.
10. Какими способами можно представить гармоническое колебание?

ГА

Тема 2. Цепи при гармоническом воздействии

Задания для работы на занятии

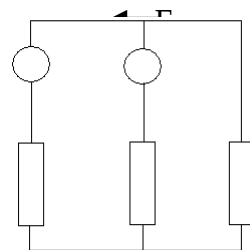
1. В электрической цепи (рис. 1) $R=48\text{ Ом}$, $X_L=100\text{ Ом}$, $X_C=36\text{ Ом}$, $S=320\text{ ВА}$. Определить z , I , Q_L , Q_C , P , $\cos\varphi$, U , U_R , U_L , U_C . Построить векторную диаграмму.
2. В электрической цепи (рис. 1) $Q_C=360\text{ ВАр}$, $I=1\text{ А}$, $U=390\text{ В}$, $R=150\text{ Ом}$. Определить X_L , X_C , Z , Q_L , Q_C , P , S , $\cos\varphi$, U_R , U_L , U_C . Построить векторную диаграмму.
3. В электрической цепи (рис. 1) $Q_L=480\text{ ВАр}$, $Q_C=240\text{ ВАр}$, $S=260\text{ ВА}$, $U=130\text{ В}$. Определить R , X_L , X_C , Z , I , Q , P , $\cos\varphi$, U_R , U_L , U_C . Построить векторную диаграмму.
4. В электрической цепи (рис. 1) $U=160\text{ В}$, $R=48\text{ Ом}$, $X_L=100\text{ Ом}$, $X_C=100\text{ Ом}$. Определить Z , I , P , Q_L , Q_C , Q , S , $\cos\varphi$. Построить векторную диаграмму.
5. В электрической цепи (рис. 1) $U=200\text{ В}$, $X_L=X_C=R=100\text{ Ом}$. Определить I , P , Q_L , Q_C , S , $\cos\varphi$, U_Z , U_L , U_C , Z . Построить векторную диаграмму.
6. В электрической цепи (рис. 1) $U_L=360\text{ В}$, $U_C=20\text{ В}$, $U_R=30\text{ В}$, $I=2\text{ А}$. Определить Z , U , R , X_L , X_C , P , Q_L , Q_C , Q , S , $\cos\varphi$. Построить векторную диаграмму.
7. В электрической цепи (рис. 1) $U=360\text{ В}$, $P=640\text{ Вт}$, $I=4\text{ А}$, $Q_C=1440\text{ ВАр}$. Определить R , X_L , X_C , Z , Q_L , Q_C , Q , S , $\cos\varphi$, U_L , U_C , U_R . Построить векторную диаграмму.
8. В электрической цепи (рис. 1) $U_R=126\text{ В}$, $X_L=400\text{ Ом}$, $Z=300\text{ Ом}$, $I=0,7\text{ А}$. Определить R , X_C , P , Q_L , Q_C , Q , S , $\cos\varphi$, U , U_L , U_C . Построить векторную диаграмму.

9. В электрической цепи (рис. 1) $U=260$ В, $U_C=240$ В, $R=100$ Ом, $I=1$ А. Определить X_L , X_C , P , Q_L , Q_C , Q , S , $\cos \varphi$, U_L . Построить векторную диаграмму.
10. В электрической цепи (рис. 1) $Q_L=800$ ВАр, $Q=640$ ВАр, $R=120$ Ом, $U=400$ В, Определить I , X_L , X_C , Z , Q_C , S , $\cos \varphi$, U_L , U_R , U_C . Построить векторную диаграмму.
11. В электрической цепи (рис. 1) $U=400$ В, $Z=200$ Ом, $P=480$ Вт, $Q_C=160$ ВАр. Определить I , R , X_L , X_C , S , $\cos \varphi$, U_R , U_L , U_C .
12. В электрической цепи (рис. 1) $R=15$ Ом, $X_C=30$ Ом, $X_L=50$ Ом, $U=200$ В. Определить I , Z , Q_L , Q_C , Q , S , $\cos \varphi$, U_R , U_L , U_C . Построить векторную диаграмму.
13. В электрической цепи (рис. 1) $U=400$ В, $I=16$ А, $R=15$ Ом, $Q_L=12800$ ВАр. Определить X_L , X_C , Z , Q_C , Q , S , $\cos \varphi$, U_R , U_L , U_C . Построить векторную диаграмму.
14. В электрической цепи (рис. 1) $I=8$ А, $P=960$ Вт, $U_L=240$ В, $\cos \varphi=0,6$. Определить R , X_L , X_C , Z , U , U_R , U_C , Q_L , Q_C , Q , S . Построить векторную диаграмму.
15. В электрической цепи (рис. 1) $Z=80$ Ом, $\cos \varphi=0,6$, $I=2$ А, $Q_C=144$ ВАр. Определить R , X_L , X_C , X , U , U_R , U_L , Q_L , Q , U_C , P , S . Построить векторную диаграмму.
16. В электрической цепи (рис. 1) $Z=200$ Ом, $S=800$ Ва, $\cos \varphi=0,6$, $U_C=80$ В. Определить I , U , R , X_L , X_C , X , P , Q_L , Q_C , U_R , U_L .

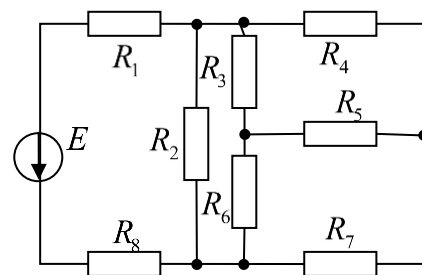
Тема 3. Методы анализа сложных электрических цепей

Задания для самостоятельной работы

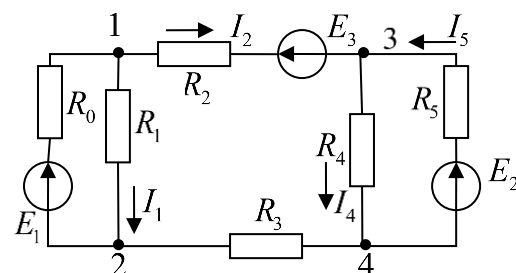
1. В электрической цепи (см. рис.6) $E_1=18$ В, $E_2=21$ В, $R_1=3$ Ом, $R_2=9$ Ом, $R_3=6$ Ом. Найти I_1 .



2. Для электрической цепи постоянного тока определить эквивалентное сопротивление $R_{эк}$ и общий ток I в цепи, а также падение напряжения ΔU на резисторах R_1, R_2, R_8 . Параметры схемы: $R_1=5$ Ом, $R_2=4$ Ом, $R_3=20$ Ом, $R_4=30$ Ом, $R_5=50$ Ом, $R_6=100$ Ом, $R_7=5$ Ом, $R_8=1,8$ Ом, $E=50$ В.



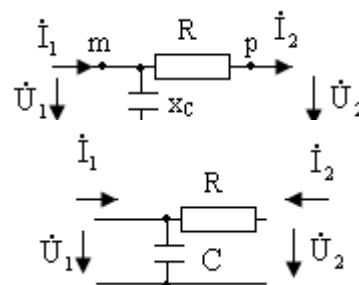
3. Определить общий ток I и токи $I_1 - I_5$ в ветвях электрической цепи с параметрами: $E_1=32$ В, $E_2=120$ В, $E_3=10$ В, $R_0=2$ Ом, $R_1=10$ Ом, $R_2=4$ Ом, $R_3=6$ Ом, $R_4=5$ Ом, $R_5=8$ Ом.



4. В условиях задачи (3) определить общий ток I и токи I_1 - I_5 в ветвях цепи, если $E_3 = 0$ (рис.1). В условиях задачи (3) определить общий ток I и токи в I_1 - I_5 в ветвях цепи, если $E_2 = 0$.

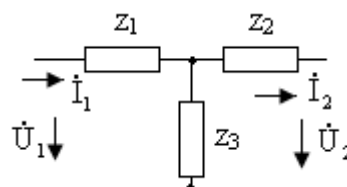
Тема 4.Четырехполюсники, фильтры, длинные линии

1. Определить А-параметры четырехполюсника
 - а) используя законы Кирхгофа
 - б) при режимах холостого хода и короткого замыкания



2. Рассчитать Z-, Y-, H-, G- и B-параметры для четырехполюсника

3. Определить А-, Z-, H- параметры четырехполюсника



Контрольные вопросы для самопроверки

1. Запишите схему уравнений, определяющих Y-параметры, постройте схему замещения, представляющую транзистор как четырехполюсник. В каком режиме определяются Y-параметры, как создать этот режим?
2. Запишите систему уравнений, определяющих H-параметры, постройте схему замещения, представляющую транзистор как четырехполюсник. В каком режиме определяются H-параметры?
3. Установите связь между Y- и H-параметрами.
4. Установите связь между Z- и H-параметрами.

Тема 5.Сигналы и их спектры

Контрольные вопросы для самопроверки.

1. В чем суть метода спектрального представления периодического сигнала.
2. Запишите формулу коэффициентов для тригонометрического ряда Фурье.
3. Запишите формулу коэффициентов для показательного ряда Фурье.

4. Запишите формулу коэффициентов для алгебраического ряда Фурье.
5. Какие сигналы имеют линейчатый спектр.
6. Какой спектр имеют непрерывные сигналы.
7. Какой вид должен иметь сигнал, все синусоидальные коэффициенты Фурье которого равны нулю?
8. Что такое амплитудно-частотная характеристика четырехполюсника.
9. Что такое фазо-частотная характеристика четырехполюсника.
10. Общий принцип нахождения прошедшего через четырехполюсник сигнала с заданными АЧХ и ФЧХ четырехполюсника, зная зависимость сигнала от времени.

Литература

1. Воронцов В.И. Краткое руководство по радиофизике. Гриф УМО по классическому образованию. КД Университет, 2007.
2. Щука А.А. Электроника. – БВХ - Петербург, 2007. -752с.
3. Нефедов В.И., Сигов А.С. Основы радиоэлектроники и связи. – М.: Высшая школа, 2009. -735с.

14.1.2. Дополнительная литература:

1. Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. – 448с.
2. Шелухин О.И. Радиоэлектронные средства бытового назначения. Учебник. – М: Академия, 2008. – 480с.
3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Гриф МОРФ. – М: Высшая школа, 2005. – 462с.
4. Хотунцев Ю.М., Лобарев А.С. Основы радиоэлектроники. – М.: Агар, 1998. – 288 с.
5. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника. – М.: Высшая школа, 1991 – 622 с.

14.1.3. Методическая литература

1. Рекус Г.Г. Лабораторный практикум по основам электроники и промышленной электроники. - М. Высшая школа, 2007. – 255с.
2. Кульгина Л.М Электроника и схематехника: учебное пособие – Ставрополь : Издательство СГУ, 2011. - 268с

14.1.4. Интернет - ресурсы

1. Audio Hi-Fi <http://www.audiohi-fi.narod.ru/>
2. Сайт любителей радио <http://manimaks.ru/>
3. Сайт по ламповой технике <http://www.radiolamp.ru/links/2.shtml>
4. Портал «Радиотехник» <http://shema.org.ua/>
5. Портал для радиолюбителей <http://www.radioman-portal.ru/>

14.2. Материально – техническое обеспечение

- персональный компьютер;
- лабораторные стенды;
- вторичные источники питания;
- электро-измерительные приборы;
- электронные приборы;
- мультимедийные учебно-методические материалы.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Теория электрических цепей и сигналов

**Методические указания для обучающихся по организации и проведению
самостоятельной работы**

Направление подготовки 03.03.02 Физика
Направленность (профиль)
«Фундаментальная и прикладная физика»

**Ставрополь
2026**

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студента).

Самостоятельная работа студента является важным видом учебной и научной деятельности студента. Федеральным государственным образовательным стандартом предусматривается значительный объем времени из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу. В связи с этим, обучение включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому самостоятельная работа должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования – подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности.

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Цель самостоятельной работы:

1. Систематизация знаний в области автоматизации физического эксперимента. Изучение современных методов получения и анализа физической информации.
2. Знакомство с литературой, необходимой для получения компетенций.
3. Формирование естественно-научного способа мышления, развитие практических навыков поиска и применения полученной информации.

Исходя из обозначенной цели, основными задачами самостоятельной работы служат:

- Формирование стройной системы знаний в области сбора и анализа физической информации;
- Понимание современных методов автоматизированного сбора и анализа данных с помощью специализированного оборудования;
- Развитие навыка самостоятельного построения систем сбора и анализ данных на основе поставленных перед исследователем задач;
- Формирование способа мышления, направленного на решение практических исследовательских задач;
- Знакомство с опытом других исследователей;

- Формирование индивидуального стиля деятельности, умений и навыков;
- Формирование навыков критического восприятия и оценки источников научной информации;
- Преодоление негативного влияния узкой специализации, несовместимой с потребностями современной жизни, что способствует глубокому творческому изучению избранной темы

Основными формами работы и контроля являются:

Индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков мпо дисциплине.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т. п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков по дисциплине.

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: предоставление устного доклада или письменной работы по практическим задачам автоматизации физического эксперимента.

Для подготовки к выполнению задания следует изучить и проанализировать рекомендованную литературу и на их основании подготовиться к изложению темы.

При проверке задания оцениваются

- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных проблем темы;
- самостоятельность мышления, умение отстаивать свою позицию в ходе последующих дискуссий,
- самостоятельная и выразительная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики задания.

Собеседование по теме лабораторной работы - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Процедура проведения данного оценочного мероприятия по каждой лабораторной работе включает в себя:

- отдельное собеседование по теме работы;
- составление и анализ отчета по лабораторной работе;

Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного заключаются в повышенном уровне сложности тем, более высоких требованиях, необходимых для раскрытия темы.

Для подготовки к каждой теме следует изучить и законспектировать рекомендованные источники и научную литературу и на их основании подготовиться к указанным в методических

материалах вопросам для обсуждения.

При подготовке к ответу предоставляется право пользования указанными конспектами.

При проверке задания, оцениваются:

- активное участие в работе;
- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных вопросов темы;
- самостоятельность мышления,
- полное соответствие конспекта установленным требованиям;
- самостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики

собеседования.

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Структура и содержание реферата

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы и источников;
- приложение.

Титульный лист – это информация о выходных данных вашей работы. Оформление титульного листа аналогично оформлению титульного листа курсовой работы, утвержденное положением «О выполнении и защите курсовых работ СКФУ».

В *содержании* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Формирование раздела должно производиться автоматически средствами текстового редактора.

Введение к работе служит для объяснения актуальности выбранной темы, цели и содержания поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

Содержание основной части должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Разделение на более мелкие компоненты производится в соответствии с творческими представлениями автора. При разделении реферата на главы необходимо придерживаться требования смысловой законченности каждой отдельной главы. В завершении глав приводятся выводы. Все использованные в работе данные должны сопровождаться ссылкой на источник.

Заключение – Это синтез, – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др. Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата.

Объем реферата определяется автором самостоятельно на основе его представлений о том, насколько полно необходимо раскрыть тему. В том случае, если в процессе защиты автор не сможет обоснованно доказать факт раскрытия темы, работа не принимается и отправляется на доработку.

Общие требования к оформлению реферата

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой односортной бумаги формата А4 (210×297 мм) через полтора интервала (кегель – 14) цветом текста черный, шрифт Times New Roman. Поля: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм.

Все необходимые примечания, за исключением ссылок на используемую литературу, оформляются в виде постраничных сносок. Нумерация страниц производится в правом нижнем углу.

В приложение выносятся такая информация, как листинги программ, различные технические сведения, дополнительная информация, которая была использована при подготовке реферата, но по мнению автора не должна быть включена в основную часть работы. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое приложение следует начинать с нового листа.

Критерии оценки самостоятельной работы

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы разработаны с учетом требований ФГОС ВО. Задания, выносимые на самостоятельную работу, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка «**отлично**» выставляется при следующих условиях:

- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в задании, выносимом на самостоятельную работу;
- показано умение грамотно применять полученные теоретические знания при анализе событий действительности;
- показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой;
- материал излагается аргументировано и логически стройно.

Оценка «**хорошо**» выставляется при следующих условиях:

- даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в задании, выносимом на самостоятельную работу;
- показаны достаточно прочные практические навыки;
- даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы;
- показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой;
- показано умение теоретически обосновывать высказываемые положения;
- ответы в основном были краткими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется при следующих условиях.

- даны в основном правильные ответы на все вопросы задания, выносимого на самостоятельную работу, но без должной глубины и обоснования;
- показаны недостаточно прочные практические навыки;
- не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы;
- показаны недостаточные знания основной литературы;
- ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно», когда студент не усвоил основного содержания предмета и слабо знает рекомендованную литературу.

Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

Список литературы, рекомендуемый к использованию в самостоятельной работе

Основная литература:

1. Топографическая анатомия и оперативная хирургия [Электронный ресурс]: учебник / Сергиенко В.И., Петросян Э.А. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970423622.html>
2. Лучевая диагностика и терапия. Общая лучевая диагностика [Электронный ресурс] / Терновой С. К. и др. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970429891.html>
3. Лучевая диагностика [Электронный ресурс] / Труфанов Г.Е. и др. / Под ред. Г.Е. Труфанова. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970425152.html>.

Дополнительная литература:

1. Магнитно-резонансная томография [Электронный ресурс]: учебное пособие / Сеницын В.Е., Устюжанин Д.В. Под ред. С.К. Тернового - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. - (Серия 'Карманные атласы по лучевой диагностике'). - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970408353.html>
2. Лучевая диагностика в стоматологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Васильев А.Ю., Воробьев Ю.И., Серова Н.С. и др. - 2-е изд., доп. и перераб. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970415955.html>
3. Лучевая диагностика [Электронный ресурс]: учебник / Г. Е. Труфанов и др.; под ред. Г. Е. Труфанова. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970434680.html>.

Интернет-ресурсы:

1. NMR information server - <http://spincore.com/nmrinfo/>
2. Quality imaging and exceptional patient care - <http://www.tulsamri.com/>
3. The whole brain atlas - <http://www.med.harvard.edu/AANLIB/home.html>
4. The whole brain atlas - <http://www.med.harvard.edu/AANLIB/home.html>
5. The whole brain atlas - <http://www.med.harvard.edu/AANLIB/home.html>
6. Основы МРТ, Джозеф П. Хорнак - <http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside-r.htm>