

Задания и методические указания
к расчетно-графической работе по дисциплине
«Теоретические основы электротехника»
для студентов заочного отделения

Задание и методические указания для расчетно-графической работы.

Вариант, подлежащий выполнению, определяется последней цифрой шифра студента. Например, ваш шифр – 3487. Это значит, что номер варианта контрольной работы – 7. Данные для решения задачи 1 берем из табл. 1. Данные для решения задачи 2 берем из табл. 2.

Оформление работы. Расчетно-графическая работа оформляется в отдельной тетради в клетку с обязательными полями и содержит следующие составные части:

- титульный лист (см. прилож. 1);
- условия задач и их решение;
- список использованной литературы.

При выполнении работы необходимо:

- переписать условие задачи, записать «Дано», вычертить схему, выписать необходимые формулы, произвести расчеты, указывая размерность величин, и записать «ответ».

Ответы и расчеты выполняют чернилами; схемы, графики и диаграммы вычерчивают по линейке карандашом.

Оформленная работа сдается на проверку преподавателю. Незачетная контрольная работа возвращается студенту на доработку и после исправления недочетов вновь сдается на проверку.

Примечание: Алгоритм решения задач и пример решения даны в настоящих указаниях.

Задание к задаче № 1.

Для схемы № ... определить эквивалентное сопротивление цепи, токи и напряжения в каждом резисторе. Данные для расчетов по своей схеме взять в табл. 1.

Таблица 1.

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номер схемы	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Задаваемая величина	$U = 5$ В	$I_1 =$ 2А	$U_2 =$ 15 В	$U = 5$ В	$I_6 =$ 2А	$U_1 =$ 4 В	$I_4 =$ 2А	$U_3 =$ 10 В	$U_5 =$ 12 В	$I_1 =$ 2А

Схемы к задаче 1.

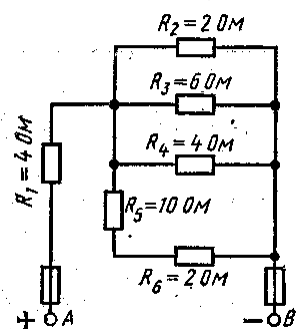


Схема 1.

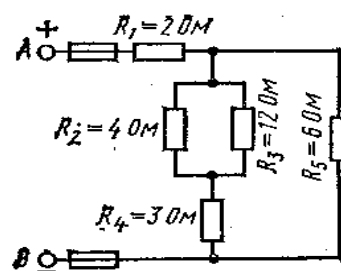


Схема 2.

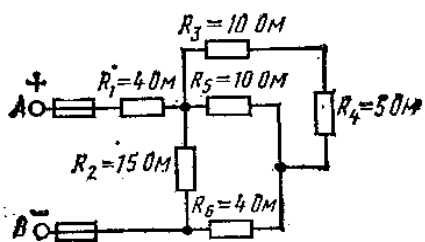


Схема 3.

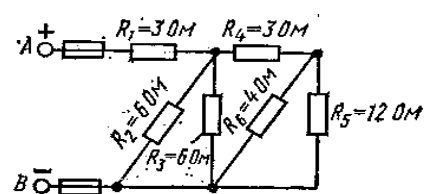


Схема 4.

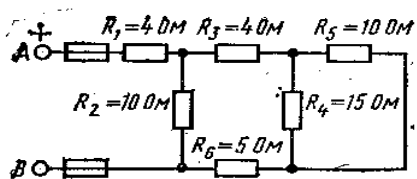


Схема 5.

Задание для задачи № 2.

Для схемы № ... найти: полное сопротивление, ток; активную, реактивную и полную мощности, $\cos \varphi$, $\sin \varphi$, построить в масштабе векторную диаграмму напряжений, если известно следующие данные: (данные брать из табл. 2).

Таблица 2.

Номер варианта	Номер схемы	R_1 Ом	R_2 Ом	X_{L1} Ом	X_{L2} Ом	X_{C1} Ом	X_{C2} Ом	Дополнительный параметр
1	6	4	4	4	-	10	-	$I = 4 \text{ A}$
2	7	6	2	6	-	-	-	$P_{R1} = 54 \text{ Вт}$
3	8	4	4	3	3	-	-	$S = 360 \text{ В А}$
4	9	8	-	12	-	4	2	$P = 200 \text{ Вт}$
5	10	6	-	8	4	4	-	$P = 54 \text{ Вт}$
6	6	4	2	12	-	4	-	$P = 400 \text{ Вт}$
7	7	8	4	16	-	-	-	$S = 20 \text{ В А}$
8	8	6	10	8	4	-	-	$P = 160 \text{ Вт}$
9	9	12	-	4	-	12	8	$I = 4 \text{ A}$
10	10	4	-	8	4	9	-	$Q = 48 \text{ вар}$

Схемы к задаче 2.

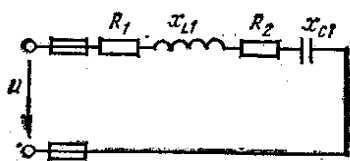


Схема 6.

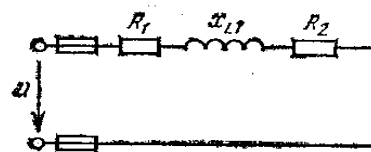


Схема 7.

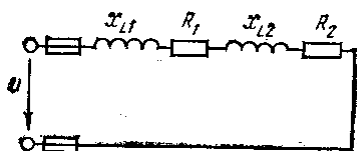


Схема 8.

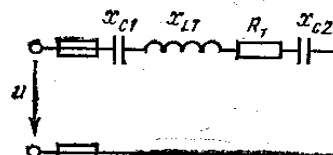


Схема 9.

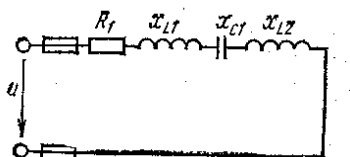


Схема 10.

Методические указания для решения задачи № 1.

Решение этой задачи требует знания закона Ома для всей цепи и ее участков, первого закона Кирхгофа и методики определения эквивалентного сопротивления цепи при смешанном соединении резисторов. Пред решением задачи № 1 рекомендуется изучить теоретический материал темы 1.2. «Электрические цепи постоянного тока».

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА.

1. Зарисовать в тетрадь схему и записать данные для расчета.
2. Определить в схеме места, в которых сопротивления включены последовательно или параллельно, упростить их по формулам:

Последовательное соединение: $R_x = R_1 + R_2$, /Ом/.

Параллельное соединение: $R_x = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$, /Ом/.

Если в схеме больше упрощать нечего, то рисуем обновленную схему и в ней вновь находим параллельные или последовательные соединения.

4. Таким же образом сворачивать схему до конца, вычислить $R_{\text{экв}}$.

Примечание: эквивалентным сопротивлением называется одно сопротивление, которым можно заменить всю схему.

5. Исходя из своих данных, определить силу тока и напряжение в каждом сопротивлении:

$$I = \frac{U}{R}; \text{ /А/} \quad U = I \cdot R; \text{ /В/}.$$

Номера токов и напряжений должны соответствовать номерам сопротивлений.

6. Записать ответ в виде таблицы. (Количество токов и напряжений равно количеству сопротивлений в схеме).

Пример решения задачи № 1.

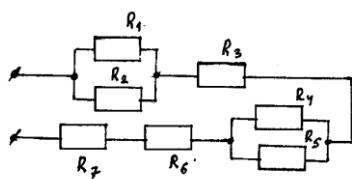


рис 1.

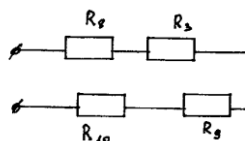


рис 2.

Задача 1. Для схемы, приведенной на рис. 1, определить: эквивалентное сопротивление цепи, токи и напряжения на каждом сопротивлении, если известно:

$R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$, $R_4 = 6 \text{ Ом}$, $R_5 = 6 \text{ Ом}$, $R_6 = 1 \text{ Ом}$, $R_7 = 3 \text{ Ом}$, $I_1 = 2 \text{ А}$.

Решение:

1. Сначала находим эквивалентное сопротивление. Для этого выясним, какие сопротивления включены параллельно или последовательно, (см. рис. 1). Из схемы видно, что сопротивления R_1 и R_2 включены параллельно, следовательно, их можно заменить на одно R , присвоим ему № 8.

$$R_8 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4 \cdot 4}{4 + 4} = 2 \text{ Ом}.$$

2. Сопротивления R_4 и R_5 включены тоже параллельно друг другу, заменяем их на R_9 , которое находим по формуле:

$$R_9 = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = 3 \text{ Ом.}$$

Сопротивления R_7 и R_6 включены последовательно, поэтому заменяем их на R_{10} , которое вычисляем по формуле: $R_{10} = R_7 + R_6 = 1 + 3 = 4 \text{ Ом.}$

3. Переходим к рис. 2. На этой схеме все сопротивления включены последовательно, поэтому в результате их сложения получится одно сопротивление, которое и будет являться эквивалентным:

$$R_{\text{эkv}} = R_8 + R_3 + R_{10} + R_9 = 2 + 1 + 3 + 4 = 10 \text{ Ом}$$

4. **Находим токи и напряжения.**

Известен ток $I_1 = 2 \text{ А}$. Отсюда по закону Ома находим напряжение $U_1 = I_1 \cdot R_1 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ В}$. Сопротивления R_1 параллельно R_2 , поэтому $U_1 = U_2 = 8 \text{ В}$.

$$\text{Отсюда } I_2 = U_2 / R_2 = 8 / 4 = 2 \text{ А.}$$

$$\text{Ток в ветви } R_1 R_2 \text{ находим по закону Кирхгофа: } I_3 = I_1 + I_2 = 4 \text{ А.}$$

5. **Рассмотрим рис. 2.** Здесь R_1 последовательно включено с R_8 , R_9 , R_{10} . Поэтому токи в них одинаковы, т. е. $I_3 = I_8 = I_{10} = 4 \text{ А}$. Причем R_{10} получилось из R_7 и R_6 , включенных последовательно, значит, токи $I_{10} = I_7 = I_6 = 4 \text{ А}$.

$$\text{Отсюда } U_7 = I_7 \cdot R_7 = 4 \cdot 3 = 12 \text{ В.}$$

$$U_6 = I_6 \cdot R_6 = 3 \cdot 1 = 3 \text{ В.}$$

Сопротивление R_9 получилось из R_4 и R_5 , включенных параллельно, значит, напряжения на них будут одинаковы: $U_4 = U_5 = U_9 = I_9 \cdot R_9 = 12 \text{ В}$.

$$\text{Отсюда находим токи: } I_4 = U_4 / R_4 = 12 / 4 = 2 \text{ А, } I_5 = U_5 / R_5 = 12 / 6 = 2 \text{ А.}$$

Ответ: $R_{\text{эkv}} = 10 \text{ Ом}$, $I_1 = 2 \text{ А}$, $I_2 = 2 \text{ А}$, $I_3 = 4 \text{ А}$, $I_4 = 2 \text{ А}$, $I_5 = 2 \text{ А}$, $I_6 = 4 \text{ А}$, $I_7 = 4 \text{ А}$.

$$U_1 = 8 \text{ В, } U_2 = 8 \text{ В, } U_3 = 4 \text{ В, } U_4 = 12 \text{ В, } U_5 = 12 \text{ В, } U_6 = 6 \text{ В, } U_7 = 12 \text{ В.}$$

Методические указания для решения задачи № 2.

Эта задача относится к теме «Однофазная электрическая цепь».

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ:

1. *Зарисовать в тетрадь схему и записать данные для расчета.*

2. *Находим полное сопротивление цепи.*

$$\text{Выписать формулу полного сопротивления: } Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad - \text{ (исходная формула.)}$$

Эту формулу нужно привести в соответствие со своей схемой, следуя указаниям:

- если одно из этих сопротивлений в схеме отсутствует, то брать его за ноль;

- если каких-то сопротивлений два, то при их подставке в формулу складывают; причем X_L всегда берут с «плюсом», а X_C - с «минусом»/

Отдельно находим **реактивное сопротивление**: $X = X_L - X_C$ (брать все X из схемы)

3. **Находим ток.** Если ток дан, то переходим к напряжениям (см. п. 4). Если ток неизвестен, то следует использовать одну из предложенных формул, учитывая свои данные.

ПРИМЕЧАНИЕ: если данные для расчета тока имеют индекс, то в расчетную формулу подставляют соответствующее сопротивление. Если индекса нет, значит надо брать суммарное соответствующее сопротивление.

$$I = \sqrt{P/R}; \quad I = \sqrt{S/Z}; \quad I = \sqrt{Q/X}; \quad I = U/Z; \quad I = U_R/R; \quad I = U_X/X.$$

4. **Находим напряжения:** $U_R = I \cdot R$; $U_L = I \cdot X_L$; $U = I \cdot Z$; $U_C = I \cdot X_C$.

5. Находим $\cos \varphi = R / Z$ /брать все R в сумме/
 $\sin \varphi = X / Z$ /брать реактивное сопротивление из п. 2/

6. Находим мощности:

Активная: $P = I U \cos \varphi$, /Вт/
 Реактивная: $Q = I U \sin \varphi$, /вар/
 Полная: $S = I U$, /ВА/

7. Переходим к векторной диаграмме

а/ Уравнение: (векторно сложить в порядке схемы соответствующие напряжения):

$$U = U_{..} + U_{..} + U_{..} + \dots$$

б/ выбрать масштаб, т.е. поделить все значения напряжений на одно число, чтобы результат деления было удобно строить в сантиметрах.

$$\begin{array}{l} U_{..} = \dots \text{ В} \\ U_{..} = \dots \text{ В} \\ U_{..} = \dots \text{ В} \\ I = \dots \text{ А} \end{array}$$

в/ строим векторную диаграмму по масштабу и в соответствии с уравнением.

ПРИМЕЧАНИЕ: первым всегда строят ток I;

Вектор U_R всегда идет параллельно току;

Вектор U_L перпендикулярно току вверх;

U_C перпендикулярно току вниз;

Итоговый вектор U соединяет начало первого вектора с концом последнего.

Проверка: длина вектора U в сантиметрах, измеренная по линейке, должна совпадать с расчетной величиной в пункте 7(б).

Пример решения задачи № 2.

Для схемы, приведенной на рис 3, найти: полное сопротивление, ток; активную, реактивную и полную мощности, $\cos \varphi$, $\sin \varphi$, построить в масштабе векторную диаграмму напряжений, если

известно:

$R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $X_L = 12 \text{ Ом}$, $X_C = 6 \text{ Ом}$, $Q = 150 \text{ вар}$.

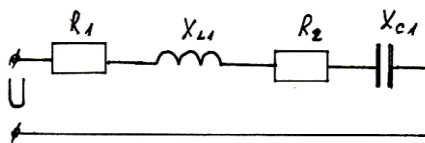


рис 3.

Решение:

1. Находим полное сопротивление цепи.

Выписать формулу полного сопротивления: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ - (исходная формула.)

В схеме есть два активных сопротивления (R_1 и R_2), поэтому при подставке в формулу их складывают:

$$Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(2 + 6)^2 + (12 - 6)^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = \sqrt{64 + 36} = \sqrt{100} = 10 \text{ Ом.}$$

Отдельно находим реактивное сопротивление: $X = X_L - X_C = 12 - 6 = 6 \text{ Ом}$.

2. **Находим ток.**

Дано: $Q = 150$ вар, поэтому выбираем формулу:

$$I = \sqrt{Q/X} = \sqrt{\frac{150}{6}} = \sqrt{25} = 5 \text{ A.}$$

3. **Находим напряжения:**

$$U_{R1} = I \cdot R_1 = 5 \cdot 2 = 10 \text{ В}; \quad U_{R2} = I \cdot R_2 = 5 \cdot 6 = 30 \text{ В};$$

$$U_L = I \cdot X_L = 5 \cdot 12 = 60 \text{ В}; \quad U_C = I \cdot X_C = 5 \cdot 6 = 30 \text{ В}; \quad U = I \cdot Z = 5 \cdot 10 = 50 \text{ В}.$$

4. **Находим** $\cos \varphi = R/Z = (R_1 + R_2)/Z = (2 + 6)/10 = 0,8$;
 $\sin \varphi = X/Z = (12 - 6)/10 = 0,6$.

5. **Находим мощности:**

Активная: $P = I \cdot U \cdot \cos \varphi = 5 \cdot 10 \cdot 0,8 = 40 \text{ Вт/}$

Реактивная: $Q = I \cdot U \cdot \sin \varphi = 5 \cdot 10 \cdot 0,6 = 30 \text{ вар/}$

Полная: $S = I \cdot U = 5 \cdot 10 = 50 \text{ ВА/}$

6. **Переходим к векторной диаграмме**

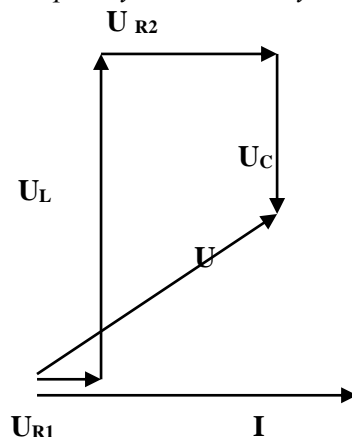
а/ Уравнение: (векторно сложить в порядке схемы соответствующие напряжения):

$$\vec{U} = \vec{U}_{R1} + \vec{U}_L + \vec{U}_{R2} + \vec{U}_C$$

б/ выбрать масштаб, т.е. поделить все значения напряжений на одно число, чтобы результат деления было удобно строить в сантиметрах.

$U_{R1} = 10 \text{ В}$		1 см
$U_L = 60 \text{ В}$		6 см
$U_{R2} = 30 \text{ В}$: 10	3 см
$U_C = 30 \text{ В}$		3 см
$U = 50 \text{ В}$		5 см
<hr/>		
$I = 5 \text{ А}$: 1	5 см

в/ строим векторную диаграмму по масштабу и в соответствии с уравнением.



Описание: первым строят ток I , горизонтально, длиной 5 см.;

2. Вектор U_{R1} идет параллельно току, длиной 1 см;

3. Вектор U_L перпендикулярно току вверх, от конца вектора U_{R1} , длиной 6 см;

4. Вектор U_{R2} идет параллельно току, от конца вектора U_L , длиной 3 см;

5. U_C перпендикулярно току вниз, от конца вектора U_{R2} , длиной 3 см.

6. Итоговый вектор U соединяет начало первого вектора U_{R1} с концом последнего U_C .

Проверка: длина вектора U в сантиметрах, измеренная по линейке, равна 5 см, что совпадает с расчетной величиной в пункте 6 (б).

Список литературы для выполнения контрольной работы.

1. Зайцев В.Е, Нестерова Т.А. Электротехника. Электроснабжение, электрооборудование строительных площадок. М.: 2001.
2. Воробьев А. В. Электротехника и электрооборудование строительных процессов. М.: 1995.
3. Евдокимов Ф. Е. Общая электротехника. М.: 1990.
4. Зайцев В.Е., Нестерова Т. А. “Задания на лабораторные работы по электротехнике и электронике”. Смоленск, 1996.
5. Китаев В.Е. Электротехника с основами промышленной электроники. М.: 1980.

Дополнительная:

1. Зайцев В.Е., Нестерова ТА “Методические указания по проектированию системы электроснабжения строительной площадки”. Смоленск, 2002.
2. Кирсанов В. В. Электрификация сельскохозяйственного производства. М.: 1980.

Пример оформления титульного листа контрольной работы

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»

ПЕРМСКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

-филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ПИЖТ УрГУПС)

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»**

**СТУДЕНТА ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ГР. С0 –2
СПЕЦИАЛЬНОСТЬ № 270103**

ФАМИЛИЯ, ИМЯ. ОТЧЕСТВО

ШИФР

ДОМАШНИЙ АДРЕС:

ИНДЕКС: 614000
Г. ПЕРМЬ,
УЛ
ДОМ.....КВ.....

ПЕРМЬ 20...
