

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Самарский государственный  
технический университет»  
Филиал в г. Сызрань**

---

Кафедра электротехники, информатики  
и компьютерных технологий

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к самостоятельной работе  
по выполнению РГР по курсам  
«Электротехника и электроника»,  
«Общая электротехника и электроника»,  
«Электроника»  
для студентов неэлектротехнических специальностей

Сызрань

2014

УДК 621.313.

*Расчетно-графическая работа по курсам «Электротехника» и «Электроника» /*  
Метод. указ. к самостоятельной работе / Самар. гос. тех. ун-т; филиал в г. Сызрань,  
сост. П.Ю. Грачев. Самара - Сызрань, 2014. 14 с.

Даны задачи расчетно-графической работы по курсам «Электротехника» и «Электроника» с вариантами исходных данных. Приведены контрольные вопросы для освоения тем необходимых при решении представленных задач. Приведены методические указания по решению и оформлению задач.

Рассчитаны на студентов не электротехнических специальностей заочной и дистанционной формы обучения.

Ил. 5. Библиогр. 3.

*Расчетно-графические работы по курсам «Электротехника» и «Электроника»*

Составитель *ГРАЧЕВ Павел Юрьевич*

Редактор  
Технический редактор

Подписано в печать 09.12.10.  
Формат 60x84. 1/16 Бумага офсетная.  
Печать офсетная.  
Усл. п. л. 0,86. Усл. кр.-отг. 0,86. Уч.-изд. л. 0,81.  
Тираж 100 экз. С.- .

---

Государственное образовательное учреждение  
Высшего профессионального образования  
«Самарский государственный технический университет»  
443100. г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:**

1. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. – М: Энергоатомиздат. 2010г.
2. Электротехника и основы электроники / Под ред. О.П. Глудкина, Б.П. Соколова. - М.: Высшая школа. 1993.
3. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 672с.

**Задача 1.** Для разветвленной цепи (рис.1, табл.1), используя метод эквивалентных преобразований, принцип суперпозиции, закон Ома и законы Кирхгофа, определить токи во всех ветвях.

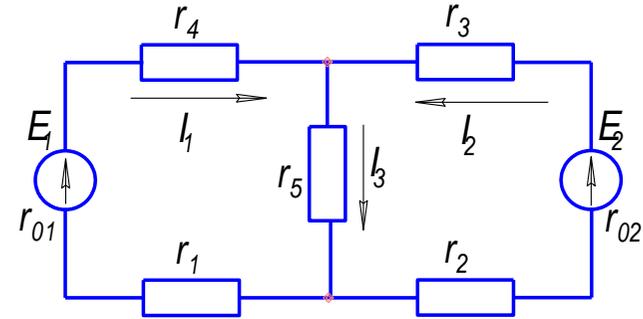


Рисунок - 1

Таблица - 1

Величин a	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$E_1, B$	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
$E_2, B$	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
$r_{01}, Ом$	0,1	0,1	0,1 1	0,12	0,15	0,15	0,18	0,18	0,2	0,2
$r_{02}, Ом$	0,15	0,15	0,2	0,22	0,25	0,25	0,3	0,3	0,35	0,35
$r_1, Ом$	2	4	6	5	7	8	9	10	11	12
$r_2, Ом$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$r_3, Ом$	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
$r_4, Ом$	4	8	12	10	14	16	18	20	22	24
$r_5, Ом$	2	4	6	5	7	8	9	10	11	12

**Задача 2.** В цепь переменного тока частотой 50 Гц (рис.2, табл. 2) включена катушка, обладающая активным сопротивлением  $r$  и индуктивным сопротивлением  $X_L$ . К цепи приложено напряжение  $u = U_m \sin \omega t$ . Определить показания измерительных приборов, включенных в цепь, а также реактивную и полную мощности цепи.

Построить схему замещения цепи для комплексных значений, треугольник сопротивлений и векторную диаграмму тока и напряжений. Определить коэффициент мощности.

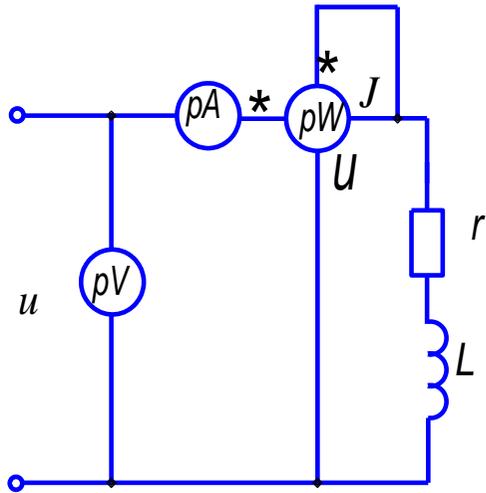


Рисунок - 2

Таблица - 2

Величина	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$r, \text{Ом}$	3	4	5	3,6	6,34	6	9	8	10	8,3
$\tilde{Q}_L, \text{Ом}$	4	3	3,32	6	4,9	6,7	8,34	6	6,65	10
$U_m, \text{В}$	282	141	282	141	282	141	282	141	282	141

**Задача 3.** К трехфазному источнику  $A, B, C$  переменного тока с симметричным линейным напряжением  $U_{\text{Л}}$  подключены потребители, фазы которых соединены по схеме «звезда» и включают активные сопротивления  $r_a = r_b = r_c = r$  и индуктивные сопротивления  $X_a = X_b = X_c = X$  (рис. 3, табл. 3). Определить фазные и линейные токи, активную мощность всей цепи и каждой фазы и отдельности.

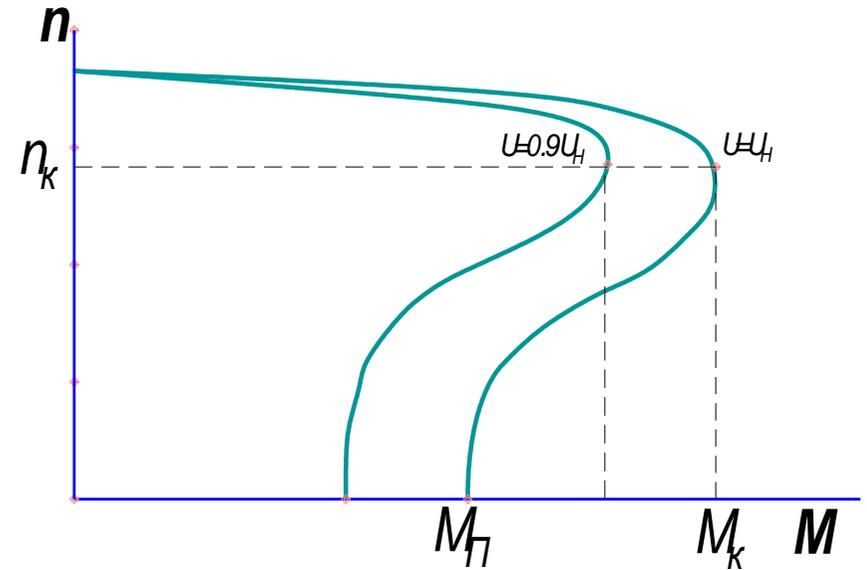


Рисунок - 6

### К задаче 5

1. При построении схемы начала и концы фаз обмоток высшего и низшего напряжений трансформатора обозначить в соответствии со стандартом. Осветительные электроприёмники обозначить эквивалентными элементами нагрузки.

2. Для определения первичного тока трансформатора рассчитать фазное напряжение первичной обмотки и мощность фазы этой обмотки, полагая нагрузку равномерной, а ток холостого хода трансформатора близким к нулю.

3. Для определения фазного тока вторичной обмотки трансформатора воспользоваться выражением для мощности трёхфазной равномерной нагрузки, записанным через линейные ток и напряжение.

### К задаче 6

1. Схему подключения электродвигателя к сети можно изобразить в виде блок-схемы, пояснив аппаратуру управления и защиты. Возможно представление принципиальной схемы с автоматическим выключателем и магнитным пускателем (3).

2. Механические характеристики строить по вычисленным значениям номинального, максимального и пускового момента (в Нм), считая, что критическое скольжение  $S_k = \frac{n_1 - n_k}{n_1} = 0,13$ , соответствует максимальному

моменту. Здесь:  $n_k$  – частота вращения ротора двигателя.

Пример построения механических характеристик приведён на рисунке 6.

3. Частоту вращения двигателя можно определить по графикам механических характеристик.

4. Сделать вывод о возможности работы асинхронного двигателя с заданной перегрузкой при номинальном и пониженном напряжениях.

Обозначить комплексные значения токов ветвей цепи. Построить векторную диаграмму токов и напряжений

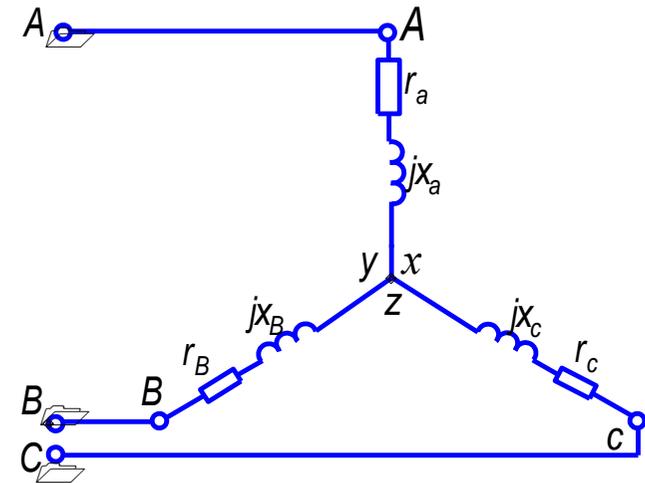


Рисунок - 3

Таблица - 3

Величина	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_E, B$	127	220	380	127	220	380	127	220	380	127
$r, Ом$	4	8	10	3,7	12	24	2	15,6	24	5
$\bar{O}_L, Ом$	6	6	10	8	6	12	4	7	6,8	9

**Задача 4.** Для заданного типа неуправляемого выпрямителя зарисовать схему соединения диодов выпрямителя. Построить в масштабе временные диаграммы мгновенных значений выпрямленного напряжения и его переменной составляющей. Обозначить величину постоянной составляющей и амплитуду пульсаций (амплитуду переменной составляющей) этого напряжения. Определить для режима холостого хода постоянную составляющую (среднее значение) напряжения на выходе, амплитуду пульсаций и коэффициент пульсаций.

Входное напряжение  $U$  соответствует номерам вариантов, приведенных в табл. 4.

Обозначения выпрямителей:  $A$  - однофазный однополупериодный;  $B$  - однофазный двухполупериодный с выводом средней точки трансформатора;  $B$  - однофазный мостовой;  $\Gamma$  - трехфазный с нейтральным выводом;  $D$  - трехфазный мостовой.

Таблица - 4

Величина	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U, B$	5	6,3	10	12,6	48	100	127	220	250	380
Тип выпрямителя	$A$	$B$	$B$	$\Gamma$	$D$	$A$	$B$	$B$	$\Gamma$	$D$

**Задача 5.** К трёхфазному трансформатору напряжением  $U_1/U_2$  подключены осветительные электроприёмники ( $\cos \varphi = 1$ ) общей мощностью  $P$ . Трансформатор соединен по схеме  $Y/Y-0$ . КПД трансформатора обозначен  $\eta$ . Нарисовать схему трансформатора. Пользуясь данными табл.5, определить первичный и вторичный токи трансформатора.

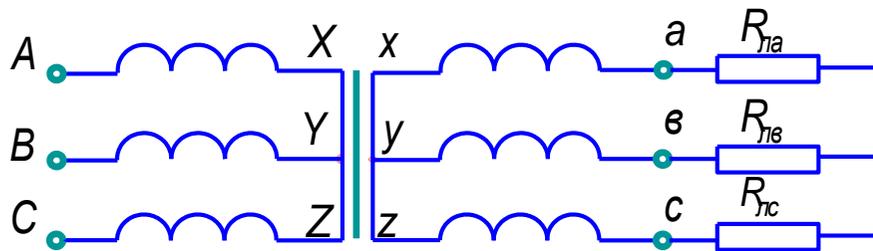


Рисунок - 4

#### К задаче 4

1. Для определения постоянной составляющей выпрямленного напряжения использовать формулу:

$$U_d = K_B \cdot U_1$$

где  $U_1$  – действующее значение фазного напряжения на входе выпрямителя;

$K_B$  – коэффициент выпрямления заданного типа выпрямителя (можно принять  $K_B = 0,4$  для однофазных выпрямителей  $A$  и  $B$ ;  $K_B = 0,8$  для однофазного мостового выпрямителя  $B$ ;  $K_B = 1,17$  для трёхфазного выпрямителя с нейтральным выводом -  $\Gamma$ ;  $K_B = 2,34$  для трёхфазного мостового выпрямителя).

2. При определении амплитуды пульсации напряжения на выходе выпрямителя можно воспользоваться формулой:

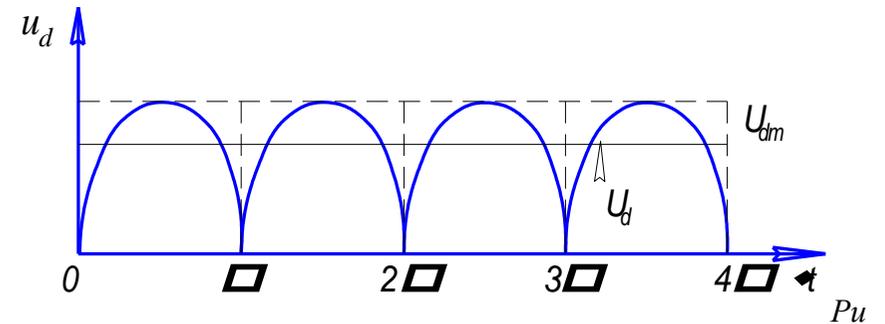
$$U_{dm} = U_m - U_d$$

где  $U_{dm}$  - амплитуда пульсаций;

$U_m$  - максимальное значение напряжения выхода выпрямителя

(Можно принять  $U_m = U \cdot \sqrt{2}$  для схем  $A$ ,  $B$  и  $\Gamma$ ;  $U_m = 0,5 \cdot U \cdot \sqrt{2}$  для схемы  $B$ ;  $U_m = U \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{3}$  для схемы  $D$ ).

3. Пример построения временной диаграммы выпрямленного напряжения (однофазный двухполупериодный выпрямитель) приведён на рисунке 5.



сунк - 5

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### К задаче 1

1. В соответствии с принципом суперпозиции представить цепь в виде двух схем замещения, содержащих по одному источнику ЭДС.

2. Обозначить направление токов в ветвях схем.

3. Используя метод эквивалентных преобразований и закон Ома определить токи источников.

4. Пользуясь вторым правилом Кирхгофа определить напряжения на участках с параллельным соединением элементов.

5. Пользуясь первым правилом Кирхгофа и законом Ома найти токи в ветвях схем (обозначении токов ветвей эквивалентных схем должны отличаться от обозначений токов ветвей исходной схемы).

6. Для определения токов ветвей исходной схемы алгебраически сложить значения рассчитанных токов ветвей эквивалентных схем.

### К задаче 2

1. Определить действующие значения заданного напряжения.

2. Определить действующее значение тока в цепи, соответствующее показаниям амперметра, используя закон Ома для действующих значений.

3. Определить активную мощность цепи, которая соответствует показаниям вольтметра.

### К задаче 3

1. Определить действующие значения фазного напряжения в схеме «звезда».

2. Определить фазный ток, вычислив полное сопротивление фазы потребителя.

3. Определить активную мощность фазы по известному активному сопротивлению.

4. Определить мощность трёхфазного приемника.

5. Найти комплексное значение фазного тока.

6. Построить векторную диаграмму напряжений и токов фаз, с учетом того, что при равномерной нагрузке сдвиг токов и напряжений составляет  $120^\circ$ .

Таблица - 5

Величина	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_1/U_2, B$	6600	10000	6000	10000	6000	10000	6000	10000	6000	10000
	220	220	380	380	660	660	220	220	380	380
$P, кВт$	60	80	120	150	200	250	70	80	45	100
$\eta$	0,8	0,85	0,9	0,8	0,85	0,9	0,8	0,85	0,9	0,8

**Задача 6.** Асинхронный трёхфазный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие номинальные данные:  $P_N$ ,  $n_N$ ; кратность максимального момента  $K_M = M_m/M_N$ ; число пар полюсов  $p = 2$  (табл. 6).

Требуется: 1) Зарисовать схему подключения двигателя к сети; 2) построить механические характеристики  $n = f(M)$  двигателя: а) при номинальном напряжении; б) при пониженном напряжении  $U = 0,9 \cdot U_N$ ; 3) определить номинальное скольжение двигателя; 4) определить частоту вращения двигателя при моменте нагрузки  $M = K \cdot 220 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; а) при номинальном напряжении; б) при пониженном напряжении  $U = 0,9 \cdot U_N$ ; 3) определить возможность пуска двигателя при  $U = 0,9 \cdot U_N$ ; если момент сопротивления производственного механизма, приводимого в действие двигателем,  $M_{с.нач} = K \cdot 170 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; 4) установить возможность работы двигателя при наличии мгновенных перегрузок

$M_{с.м} = K \cdot 400 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Принять кратность пускового момента  $K_{II} = M_{II}/M_N = 1,3$

Таблица - 6

Величина	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_N, кВт$	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45
$n_N, \text{об/мин}$	1450	145	145	145	145	145	145	145	145	145
$K_M = M_m/M_N$	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
$K$	0,3	0,4	0,5	0,8	1	1	1,2	1,2	2	3

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

### **К задаче 1**

1. Объяснить понятия последовательного, параллельного и смешанного соединения элементов.
2. Сформулировать законы Ома и Кирхгофа. Объяснить запись соответствующих уравнений для токов напряжений и ЭДС.
3. Как найти эквивалентные сопротивления участков электрических цепей с последовательным параллельным и смешанным соединением элементов?
4. Пояснить область применения принципа суперпозиции.

### **К задаче 2**

1. Что такое действующие значения переменного тока?
2. Чем отличаются комплексные и полное сопротивление ветви?
3. В каких единицах измеряются активное, реактивное и полное мощности в цепях переменного тока?
4. Что такое угол  $\varphi$  и коэффициент мощности?

### **К задаче 3**

1. Как соединить фазы трёхфазного приемника в схему звезда и треугольник?
2. Определить комплексное значение тока в цепи, пользуясь законом Ома в комплексной форме, и построить векторную диаграмму напряжения и тока источника.
3. Определить коэффициент мощности по рассчитанным значениям активной и полной мощности.
4. Пояснить понятия «равномерная» и «неравномерная» нагрузки.
5. Каковы соотношения между фазными и линейными напряжениями при равномерной нагрузке в схемах звезда и треугольник?
6. Каковы соотношения между фазными и линейными токами при равномерной нагрузке в схемах звезда и треугольник?
7. Что такое «нейтральный провод», в каких случаях он необходим?

### **К задаче 4**

1. Дать определения неуправляемых и управляемых выпрямителей.
2. Пояснить понятия «однополупериодный» и «двухполупериодный» выпрямители.
3. Что такое мостовой выпрямитель и выпрямитель с нейтральным выводом?
4. Что такое постоянная составляющая и переменная составляющая выходного напряжения выпрямителя?
5. Как вычислить коэффициент пульсации выпрямителя, каким образом он характеризует качество выходного напряжения?

### **К задаче 5**

1. Как обозначаются выводы фаз обмоток высшего и низшего напряжения трансформатора?
2. Какие напряжения (фазные или линейные) используются в стандартных обозначениях трансформаторов  $U_1/U_2$ ?
3. Что такое схемы и группы соединения обмоток трансформаторов?

### **К задаче 6**

1. Какой двигатель переменного тока называется асинхронным?
2. С помощью какой аппаратуры управления и защиты электродвигатель подключается к сети?
3. Что такое механические характеристики асинхронных двигателей?
4. Как определяется скольжение асинхронных двигателей?
5. Как зависит электромагнитный момент асинхронного двигателя от фазного напряжения обмотки статора?
6. Возможен ли надежный запуск асинхронного двигателя при равенстве пускового момента и момента сопротивления производственного механизма?
7. Что такое мгновенная перегрузка электродвигателя?