

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИПР

\_\_\_\_\_ А. Ю. Дмитриев

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

## **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

Методические указания, контрольные и тестовые задания по рабочей программе для студентов  
заочной формы обучения по направлениям

21.05.02 «Прикладная геология», 21.05.03 «Технологии геологической разведки»,

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Института природных ресурсов

*Составители*

**Н.М. Малышенко, В.И. Курец**

| направление                   | 21.05.02 |          | 21.05.03 |          | 21.03.01 |          |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Семестр</b>                | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| Кредиты                       | -        | 3        | -        | 3        | -        | 3        |
| Лекции, часов                 | 2        | 10       | 2        | 10       | 2        | 12       |
| Лабораторные занятия, часов   | -        | 8        | -        | 8        | -        | 8        |
| Контрольная работа            | -        | 1        | -        | 1        | -        | 1        |
| Самостоятельная работа, часов | -        | 90       | -        | 108      | -        | 61       |
| Формы контроля                | -        | зачет    | -        | экзамен  | -        | зачет    |

Издательство  
Томского политехнического университета  
2015

УДК 621.3 + 621.38(075.8)

ББК 31.2. + 32.85.я73

К93

**Курец В.И.**

К93 **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА:** методические указания, контрольные и тестовые задания для студентов заочной формы обучения по направлениям 21.05.02 «Прикладная геология», 21.05.03 «Технологии геологической разведки», 21.03.01 «Нефтегазовое дело» Института природных ресурсов /Н. М. Малышенко, В. И. Курец. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 68 с.

**УДК 621.3 + 621.38(075.8)**

**ББК 31.2. + 32.85.я73**

Методические указания контрольные и тестовые задания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры электрических сетей и электротехники «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Зав. кафедрой ЭСиЭ

доцент, кандидат техн. наук \_\_\_\_\_ А.В.Прохоров

#### **Аннотация**

Методические указания и индивидуальные задания по дисциплине «Электротехника» предназначены для студентов заочной формы обучения по направлениям 21.05.02 «Прикладная геология», 21.05.03 «Технологии геологической разведки», 21.03.01 «Нефтегазовое дело» Института природных ресурсов.

Приведено содержание основных тем дисциплины, указаны перечень лабораторных работ и темы практических занятий. Приведены варианты индивидуальных домашних заданий. Даны методические указания по их выполнению.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование электротехнических знаний, позволяющих специалисту достаточно четко представлять физические процессы, происходящие в электрических и магнитных цепях, понимать назначение, выполняемые функции и возможности электрооборудования и электронной техники, знать свойства электроизмерительных приборов, кроме того, уметь разбираться в электрических схемах, представленных в инструкциях и технических паспортах.

Задачей изучения дисциплины студентами неэлектротехнических специальностей является овладение основами методами расчета электрических цепей, теоретическими и практическими знаниями по выбору электрооборудования и электронных приборов для осуществления технологического процесса.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Электротехника» относится к базовой части профессионального цикла подготовки студентов по направлениям 21.05.02 «Прикладная геология», 21.05.03 «Технологии геологической разведки», 21.03.01 «Нефтегазовое дело». Дисциплина реализуется на базе кафедры Электрические сети и электротехника (ЭСиЭ) Энергетического института Томского политехнического университета.

Указанная дисциплина является одной из базовых; имеет как самостоятельное значение, так и является основой для ряда специальных дисциплин.

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо:

знать:

основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления, функций комплексных переменных; методы численного решения алгебраических и дифференциальных уравнений; основные физические явления и законы электротехники;

уметь:

применять методы математического анализа, компьютерную технику и информационные технологии при решении инженерных задач; выявлять физическую сущность явлений и процессов в различных устройствах;

владеть:

инструментарием при решении математических и физических задач в области электротехники.

Дисциплине «Электротехника» предшествует освоение дисциплин: «Математика 1.1,2.1» Б8.1, Б8.2; «Физика 1.1, 2.1» Б11.1, Б11.2; «Информатика 1.1» Б9.

Содержание разделов дисциплины «Электротехника 1.3» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно: «Математика 3.1», «Физика 3.1».

«Электротехника» непосредственно связана с дисциплинами естественнонаучного и математического модуля (физика, математика, информатика) и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

При изучении дисциплины «Электротехника» студенты должны знать: разделы математики: элементы теории функций комплексной переменной; уметь: решать уравнения в матричной форме, дифференциальные и интегральные уравнения.

Студенты должны успешно освоить разделы физики «Электричество и магнетизм: электростатика и магнитостатика в вакууме и веществе, электрический ток, уравнение непрерывности, уравнения Максвелла, электромагнитное поле» и «Физика колебаний и волн: гармонический колебания, свободные и вынужденные колебания».

Из курса информатики студенты должны приобрести навыки работы в таких программах как Word, Excel, PowerPoint, MathCad, Labview, EWB, Multisim. Знать вычислительные методы решения: систем линейных уравнений с вещественными и комплексными коэффициентами; дифференциальных уравнений 1-го и 2-го порядков; операций с матрицами и иметь простейшие навыки работы на компьютере и в сети Интернет.

### 3. Результаты освоения дисциплины

В процессе освоения дисциплины с учетом требований ФГОС 3+, критериев АИОР, согласованных с требованиями международных стандартов *URACE* и *FEANI*, а также заинтересованных работодателей планируются следующие компетенции:

| Код направления ФГОС | Наименование направления          | Набор компетенций из ФГОС  |
|----------------------|-----------------------------------|--|
| 21.05.02             | Прикладная геология               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);</li> <li>- способность планировать и выполнять аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать результаты исследований и делать выводы (ПК-14);</li> <li>- способность подготавливать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций (ПК-16);</li> <li>- способность организовывать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации и нормировании труда, готовность быть лидером (ПК-18).</li> </ul> |
| 21.05.03             | Технология геологической разведки | <ul style="list-style-type: none"> <li>- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);</li> <li>- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физикоматематический аппарат (ПСК-1.1).</li> </ul>   |

|          |                   |   |
|----------|-------------------|---|
| 21.03.01 | Нефтегазовое дело | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цели и выбирать пути ее достижения (ОК-1);</li> <li>- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-2);</li> <li>- планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в т.ч. с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать выводы (ПК-18);</li> <li>- использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-19).</li> </ul> |
|----------|-------------------|---|

## 2. Содержание теоретического раздела дисциплины

### 2.1. Электрические цепи

#### *2.1.1. Электрические цепи постоянного тока*

**2.1.1.1.** Электрические устройства постоянного тока и применение их в геологоразведочных работах. Элементы электрических цепей, их условные графические обозначения. Источники и приемники электрической энергии. Схемы замещения электротехнических устройств постоянного тока. Источники ЭДС и тока, резистивные элементы, их свойства и характеристики. Режимы работы источников постоянного тока. Рекомендуемая литература: [1, с.8 – 23], [4, с.10-14, 24-25], [5, с.13-16], [6, с.4-6, 9-15, 35-36], [8, с.169-172].

**2.1.1.2.** Топологические понятия теории электрических цепей. Неразветвленные и разветвленные электрические цепи с одним источником электрической энергии. Условные положительные направления электрических величин на схемах электрических цепей. Рекомендуемая литература: [1, с.24-25], [4, с.17-19], [5, с.16-22], [6, с.7-8].

**2.1.1.3.** Определение эквивалентных сопротивлений неразветвленных и разветвленных пассивных электрических схем. Взаимное преобразование схем соединений треугольником и звездой пассивных элементов. Анализ линейных электрических цепей с одним источником электрической энергии методом эквивалентных преобразований. Рекомендуемая литература: [1, с.27-35], [4, с.25-35, 40-41], [5, с.25-28, 36-44], [6, с.21-24].

**2.1.1.4.** Законы Кирхгофа. Метод непосредственного применения законов Кирхгофа для анализа электрического состояния линейных электрических цепей. Рекомендуемая литература: [1, с.26, 36-40], [4, с. 41-42], [5, с.23-25, 44-47], [6, с.5-21].

**2.1.1.5.** Практические методы анализа электрического состояния разветвленных электрических цепей с одним и несколькими источниками электрической энергии, методы: контурных токов, узлового напряжения, эквивалентного источника (эквивалентного активного двухполюсника). Расчеты сложных

электрических цепей с помощью математической программы MATCFD. Рекомендуемая литература: [1, с.40-49, 259-269], [4, с.42-48], [5, с.47-55], [6, с.24-28, 31-35].

**2.1.1.6.** Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов. Графический метод анализа простейших нелинейных цепей. Понятие статического и динамического сопротивлений. Применение метода эквивалентного активного двухполюсника для анализа нелинейных цепей. Рекомендуемая литература: [1, с.50-57], [4, с.50-56].

### **2.1.2. Линейные однофазные электрические цепи синусоидального тока**

**2.1.2.1.** Особенности электромагнитных процессов в цепях переменного тока. Простейший генератор синусоидальной ЭДС. Способы представления электрических величин – синусоидальных функций: временными диаграммами, средними и действующими значениями, векторами, комплексными числами. Основные параметры, характеризующие синусоидальную функцию. Рекомендуемая литература: [1, с.59-61, 67-77], [4, с.60 – 69, 106 - 111], [5, с.57-66], [6, с.37-38, 45-53].

**2.1.2.2.** Электротехнические устройства синусоидального тока. Идеальные элементы цепи переменного тока: резистивный, индуктивный, емкостный. Схемы замещения. Рекомендуемая литература: [1, с.62-66], [4, с.70-84], [5, с.66-74], [6, с.38-45].

**2.1.2.3.** Анализ электрического состояния простейших электрических цепей с идеальными элементами: резистивным, индуктивным, емкостным. Условные положительные направления синусоидальных величин на схемах электрических цепей. Уравнения электрического состояния цепей синусоидального тока. Запись уравнений для мгновенных и комплексных величин. Рекомендуемая литература: [1, с.82-93], [4, с. 70-78], [5, с.78 - 83], [6, с.53-57].

**2.1.2.4.** Уравнения электрических состояний цепей с последовательным соединением элементов. Активное, реактивное и полное сопротивления двухполюсника. Векторные диаграммы на комплексной плоскости. Фазовые соотношения между токами и напряжениями. Рекомендуемая литература: [1, с.93-98], [4, с.79-86], [5, с. 83 - 92], [6, с.57-61, 65-77].

**2.1.2.5.** Параллельное соединение элементов. Уравнения электрического состояния. Активная, реактивная, полная проводимости. Векторные диаграммы на комплексной плоскости. Фазовые соотношения между токами и напряжениями. Рекомендуемая литература: [1, с.103-106], [4, с.95 - 99], [5, с.92 -100], [6, с.77-82].

**2.1.2.6.** Резонансные явления, условия возникновения и практическое значение. Рекомендуемая литература: [1, с.98-103, 106-112], [4, с.90 –95, 100 - 104], [5, с.116 - 123], [6, с.88 – 94].

**2.1.2.7.** Понятие об анализе электрического состояния разветвленных цепей с одним источником питания. Активная, реактивная и полная мощности.

Рекомендуемая литература: [1, с.113-125, 272-277], [4, с.86-89, 95 – 100, 112 - 119], [5, с.103 - 114], [6, с.83 – 86].

**2.1.2.8.** Коэффициент мощности. Техничко-экономическое значение повышения коэффициента мощности и способы компенсации реактивной мощности. Рекомендуемая литература: [1, с.125-130], [4, с.145 - 148], [5, с. 114 - 116], [6, с. 87-88].

### **2.1.3. *Трехфазные цепи***

**2.1.3.1.** Элементы трехфазных цепей. Принцип действия трехфазного генератора. Способы изображения симметричной системы ЭДС. Рекомендуемая литература: [1, с.150 - 152], [4, с.123 - 126], [5, с.124 - 127], [6, с.104 - 106].

**2.1.3.2.** Способы соединения фаз трехфазного источника питания. Трехпроводные и четырехпроводные цепи. Фазные и линейные напряжения. Условно-положительные направления электрических величин в трехфазной цепи. Классификация и способы включения приемников в трехфазную цепь. Рекомендуемая литература: [1, с.153 - 157], [4, с.127 - 131], [5, с.127 - 131], [6, с.106 - 112].

**2.1.3.3.** Соединение элементов трехфазной цепи звездой и треугольником. Соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами при симметричных и несимметричных режимах работы. Рекомендуемая литература: [1, с.157 – 166], [4, с.131 - 143], [5, с.132 - 148], [6, с.117 – 123].

**2.1.3.4.** Мощность трехфазной цепи. Коэффициент мощности симметричных трехфазных приемников и способы его повышения. Рекомендуемая литература: [1, с.169 - 172], [4, с.145 - 148], [5, с.148 - 150], [6, с.112].

**2.1.3.5.** Техника безопасности при эксплуатации трехфазных установок. Рекомендуемая литература: [1, с.173 – 174], [5, с.150 - 153], [6, с.528 – 530].

### **2.1.4. *Переходные процессы***

**2.1.4.1.** Причины возникновения переходных процессов в электрических цепях. Дифференциальные уравнения электрического состояния цепей и методы их решения. Законы коммутации и их использование для определения начальных условий переходных процессов. Установившиеся и свободные составляющие электрических токов и напряжений. Влияние параметров цепи на длительность переходного процесса. Постоянная времени. Рекомендуемая литература: [1, с.176 - 178], [4, с.149 - 152], [5, с.169 - 172], [6, с. 132 - 135].

**2.1.4.2.** Описания переходного процесса в цепи с последовательным соединением конденсатора и резистора. Рекомендуемая литература: [1, с.179 – 185], [4, с.166 – 169], [5, с.178 – 182], [6, с.140 – 143].

**2.1.4.3.** Описание переходного процесса в цепи, содержащей индуктивную катушку и резистор, включенной на постоянное напряжение. Возникновение перенапряжений и дугового разряда на контактах выключателя при размыкании цепи с индуктивной катушкой и резистором. Способы и средства ограни-

чения перенапряжения. Рекомендуемая литература: [1, с.186 – 191], [4, с.152 - 156], [5, с.172 - 176], [6, с.135 -140].

**2.1.4.4.** Понятие о переходных процессах в цепи, содержащей индуктивную катушку и резистор при включении на синусоидальное напряжение. Рекомендуемая литература: [1, с.192 – 194], [4, с.160 - 161], [5, с.176 - 178], [6, с.149 - 151].

### **2.1.5. Периодические несинусоидальные напряжения и токи в электрических цепях**

**2.1.5.1.** Причины возникновения периодических несинусоидальных ЭДС, токов и напряжений. Способы представления периодических несинусоидальных величин. Максимальные, средние и действующие значения напряжений и токов, мощность цепи несинусоидального тока. Рекомендуемая литература: [1, с.200 - 205], [4, с. 175 -182], [5, с.156 -162], [6, с.123 - 128].

**2.1.5.2.** Анализ линейных электрических цепей с источниками несинусоидальных ЭДС. Влияние индуктивных и емкостных элементов цепи на форму временных диаграмм мгновенных значений токов и напряжений в цепях с источниками несинусоидальных ЭДС. Рекомендуемая литература: [1, с.206 – 212], [4, с.182 - 188], [5, с.162 - 167].

**2.1.5.3.** Электрические схемы и принципы работы простейших сглаживающих и резонансных фильтров. Рекомендуемая литература: [1, с.166 – 169], [4, с.188 - 190], [6, с.128 - 132].

## **2.2. Магнитные цепи и электромагнитные устройства**

### **2.2.1. Магнитные цепи**

**2.2.1.1.** Электромагнитные устройства и их применение. Ферромагнитные материалы и их характеристики. Рекомендуемая литература: [1, с.221 - 233], [4, с.192 - 202], [5, с.205 - 213], [6, с. 168 – 175].

**2.2.1.2.** Магнитные цепи постоянных магнитных потоков. Применение закона полного тока для анализа магнитной цепи. Магнитные цепи с воздушным зазором в магнитопроводе. Схемы замещения магнитных цепей. Аналогия методов расчета электрических и магнитных цепей. Применение математической программы MATCAD для расчета магнитных цепей. Рекомендуемая литература: [1, с.234 – 246, 279-281], [4, с.203 - 213, 215 - 218], [5, с. 213 -221], [6, с.175 – 178].

**2.2.1.3.** Магнитные цепи переменных магнитных потоков. Особенности электромагнитных процессов в катушке с магнитопроводом. Мощность потерь в магнитопроводе. График мгновенных значений магнитного потока и тока при синусоидальном напряжении. Анализ электромагнитного состояния катушки с магнитопроводом. Уравнение электрического состояния, схема замещения, векторная диаграмма. Рекомендуемая литература: [1, с.247 - 258], [4, с.223 - 245], [5, с.233 - 243], [6, с.182 - 192].

**2.2.1.4.** Энергия и механические силы в электромагнитных системах. Рекомендуемая литература: [4, с.220 - 222], [6, с.180 – 182].



### **2.2.2. Трансформаторы**

**2.2.2.1.** Назначение и области применения трансформаторов. Устройство и принцип работы однофазного трансформатора в режиме холостого хода. Рекомендуемая литература: [2, с.5 - 12], [4, с.301 - 305], [5, с.295 - 300], [6, с.196 - 200].

**2.2.2.2.** Уравнения электрического и магнитного состояний трансформатора при нагрузке, схема замещения, векторная диаграмма. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Рекомендуемая литература: [2, с.13 - 20], [3, с.308 - 313], [4, с.300 - 308], [5, с.200 - 212].

**2.2.2.3.** Потери энергии в трансформаторе. КПД. Изменение вторичного напряжения трансформатора, внешние характеристики. Рекомендуемая литература: [2, с.21 - 27], [4, с.320 - 321, 329 - 331], [5, с.309 - 317], [6, с.213 - 216].

**2.2.2.4.** Устройство, принцип действия и области применения трехфазных трансформаторов. Типы трансформаторов, применяемых в геологоразведочных работах. Рекомендуемая литература: [2, с.29 - 31], [4, с.322 - 326], [5, с.318 - 327], [6, с.216 - 222], [8, с.221-225].

**2.2.2.5.** Устройство, принцип действия и области применения автотрансформаторов. Рекомендуемая литература: [2, с.32 - 33], [4, с.337 - 342], [5, с.329 - 331], [6, с.222 - 224].

**2.2.2.6.** Измерительные трансформаторы напряжения и тока. Схемы включения, погрешности измерений измерительных трансформаторов. Рекомендуемая литература: [4, с.337 - 342], [5, с.329 - 331], [6, с.230 - 237].

## **2.3. Электрические машины**

### **2.3.1. Машины постоянного тока**

**2.3.1.1.** Устройство и области применения машин постоянного тока. Принцип действия, режимы генератора и двигателя. Формулы ЭДС обмотки якоря и электромагнитного момента. Уравнения электрического состояния. Понятие об искрении на коллекторе. Рекомендуемая литература: [2, с.34 - 46], [4, с.342 - 355], [5, с.332 - 343, 346 - 348], [6, с.377 - 387].

**2.3.1.2.** Классификация машин постоянного тока по способу возбуждения. [2, с.47 - 48].

**2.3.1.3.** Свойства и характеристики генераторов постоянного тока. Рекомендуемая литература: [2, с. 50 - 58], [4, с.355 - 367], [5, с.350 - 358], [6, с.395 - 402].

**2.3.1.4.** Двигатели постоянного тока. Способы возбуждения. Пуск двигателя. В ход. Свойство саморегулирования момента. Механические и рабочие характеристики. Регулирование частоты вращения. Паспортные данные двигателей постоянного тока. Рекомендуемая литература: [2, с.59 - 73], [4, с.367 - 387], [5, с.359 - 376], [6, с.404 - 413].

**2.3.1.5.** Потери мощности и КПД машин постоянного тока. Рекомендуемая литература: [2, с.48 - 50], [4, с.394 - 395], [5, с.349].

### **2.3.2. Асинхронные машины**

**2.3.2.1.** Области применения асинхронных машин. Устройство и принцип работы трехфазного асинхронного двигателя. Режимы генератора и электромагнитного тормоза. Уравнения электрического состояния цепей обмоток статора и ротора. Схема замещения фазы асинхронного двигателя. Рекомендуемая литература: [2, с.85 – 107, 132 - 133], [4, с.401 - 421], [5, с.382 – 397], [6, с.417 – 432, 434 – 437].

**2.3.2.2.** Электромагнитный момент. Механические и рабочие характеристики. Энергетическая диаграмма и КПД двигателя. Паспортные данные. Рекомендуемая литература: [2, с.109 - 120], [4, с. 422 - 433], [5, с.398 – 409], [6, с.439 – 448].

**2.3.2.3.** Пуск в ход трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. Регулирование частоты вращения ротора. Рекомендуемая литература: [2, с.122 – 131], [4, с.433 - 449], [5, с.409 – 416, 419 - 423], [6, с.451 – 460].

**2.3.2.4.** Устройство, принцип действия и применение однофазных и двухфазных асинхронных двигателей. Рекомендуемая литература: [2, с.134 - 136], [4, с.457 - 464], [5, с.424 – 427], [6, с.460 – 464].

### **2.3.3. Синхронные машины**

**2.3.3.1.** Области применения синхронных машин. Устройство трехфазной синхронной машины. Принцип действия генератора и двигателя. Рекомендуемая литература: [2, с.147 – 156, 174 - 175], [4, с.472 - 477], [5, с.427 – 437], [6, с.467 – 471].

**2.3.3.2.** Уравнение электрического состояния цепи обмотки статора генератора и двигателя, схемы замещения, векторные диаграммы. Формула электромагнитного момента и угловые характеристики. Рекомендуемая литература: [2, с.157 – 159, 174 – 177], [4, с.477 - 481, 484 - 489], [6, с.471 – 473, 477 – 478, 483 – 486].

**2.3.3.3.** Автономная работа синхронного генератора. Внешние и регулировочные характеристики. Рекомендуемая литература: [2, с.172 - 173], [4, с.481 - 483].

**2.3.3.4.** Особенности работы синхронного генератора в энергосистеме. Включение генератора на параллельную работу с сетью. Регулирование активной и реактивной мощностей. Рекомендуемая литература: [2, с.160 - 170], [4, с.483 - 484], [5, с.437 – 444], [6, с.475 – 482].

**2.3.3.5.** Работа синхронной машины в режиме двигателя. Пуск двигателей в ход. Саморегулирование вращающего момента. Регулирование реактивной мощности и коэффициента мощности. Рекомендуемая литература: [2, с.178 - 182], [4, с.484 - 493], [5, с.444 – 454], [6, с.486 – 489].

### **3. Содержание практического раздела дисциплины**

**Название, объем, последовательность выполнения практических и лабораторных занятий определяются маршрутом и календарным планом, составленным преподавателем в процессе работы со студентами.**

#### **3.1. Тематика практических занятий**

1. Расчет линейных электрических цепей постоянного тока.
2. Расчет электрических цепей однофазного синусоидального тока.
3. Расчет трехфазных электрических цепей.
4. Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока.
5. Расчет магнитных цепей с постоянной и переменной намагничивающей силой.
6. Расчет параметров и характеристик трехфазного трансформатора.
7. Расчет параметров и характеристик электрических машин постоянного тока.
8. Расчет параметров и характеристик электрических машин переменного тока.

#### **3.2. Перечень лабораторных работ**

1. Исследование линейной электрической цепи постоянного тока методом эквивалентного генератора (активного двухполюсника).
2. Изучение законов Кирхгофа в линейных электрических цепях постоянного тока.
3. Исследование однофазной электрической цепи синусоидального тока с последовательным соединением элементов. Резонанс напряжений.
4. Исследование однофазной электрической цепи синусоидального тока с параллельным соединением элементов. Резонанс токов.
5. Исследование трехфазной цепи при соединении приемников звездой.
6. Исследование трехфазной цепи при соединении приемников треугольником.
7. Исследование нелинейных электрических цепей постоянного тока.
8. Исследование однофазного трансформатора.
9. Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором.
10. Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.
11. Исследование электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
12. Исследование генератора постоянного тока независимого и параллельного возбуждения.
13. Исследование синхронного генератора.

## 4. Контрольные работы

### 4.1. Общие методические указания

Индивидуальные задания выполняются и предоставляются на проверку преподавателю в соответствии с графиком изучения дисциплины.

**Индивидуальное домашнее задание состоит из ряда задач, охватывающих основные разделы курса. Количество и номера задач для выполнения уточняются преподавателем согласно учебному плану направления.**

Приведены примеры решения типовых задач.

К каждой задаче дается таблица с численными данными на 20 вариантов. Номер варианта, выполняемого студентом, определяется по двум последним цифрам учебного шифра студента. Если число, образованное этими цифрами, больше 20, то из него следует вычесть 20 столько раз, чтобы в результате получилось число не превышающее 20. Оно и будет номером варианта.

Контрольную работу следует выполнять в отдельной тетради, на обложке которой указать: фамилию, имя и отчество, домашний адрес, номер учебного шифра, номер контрольной работы и номер варианта.

Задачи, входящие в контрольные работы, весьма разнообразны, поэтому можно предложить такие общие рекомендации к их решению и оформлению:

1. Уяснить содержание задачи, изобразить электрическую схему цепи, выписать заданные и искомые величины.

2. Проанализировать схему электрической цепи, то есть выяснить, сколько ветвей ( $N_v$ ), узлов ( $N_y$ ) и независимых контуров ( $N_k$ ) она содержит и определить возможности ее упрощения.

3. Разметить схему, т.е. обозначить ее узлы, показать заданные и принятые направления ЭДС, напряжений и токов. Индексы токов в ветвях рекомендуется выбирать такими же, как индексы у элементов данной ветви.

4. Выбрать способ решения задачи, если нет рекомендаций в условии. Предварительно ознакомиться с теорией по учебнику и методикой решения подобных задач по сборнику задач.

5. Во избежание ошибки при числовых расчетах все значения величин подставлять в формулы в основных единицах системы СИ (В, А, Ом, Ф, Гн и т.д.), для чего все производные единицы следует перевести в основные, например:  $1 \text{ кВ} = 10^3 \text{ В}$ ;  $1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$ ;  $1 \text{ мГн} = 10^{-3} \text{ Гн}$  и т. д. Проанализировать в процессе решения задачи полученные результаты: реальны ли найденные значения величин (КПД меньше единицы, сопротивление положительно), возможны ли подобные режимы, правильны ли единицы полученных физических величин и др.

6. Проверить правильность полученных результатов каким-либо методом, например, решив задачу другим способом, составить баланс мощностей и т.п.

7. При чистовом оформлении контрольной работы текст, формулы и числовые расчеты вписывать четко и аккуратно, без помарок.

8. На каждой странице оставить поле шириной не менее 3 см.

9. При числовых расчетах рекомендуется придерживаться определенного порядка: искомая величина описывается формулой, затем подставить числовые значения величин, результат расчета (числовое значение) искомой величины и единица измерения. Расчеты выполнить до двух или трех значащих цифр.

10. Решение задачи обязательно сопровождать пояснениями, т. е. назвать законы, на основании которых составлены уравнения, смысл преобразований в схемах и формулах, последовательность действий, комментировать полученные результаты.

11. Электрические схемы чертить с помощью чертежных инструментов при соблюдении ГОСТов на условные графические изображения элементов этих схем (можно пользоваться изображениями элементов схем в приведенных ниже задачах). Следует строго придерживаться установленных буквенных обозначений электрических величин.

12. Графики представить выполненными аккуратно желательно на миллиметровой бумаге. Оси координат чертить сплошными линиями со стрелками на концах. Масштабы шкал по осям необходимо выбрать равномерными, начиная с нуля, таким образом, чтобы использовалась вся площадь координатной плоскости. Цифры шкал нанести слева от оси ординат и под осью абсцисс. Буквенное обозначение шкалы и единицу измерения величины записать над числами шкалы ординат и под осью абсцисс, справа от последнего числа шкалы.

13. Векторные диаграммы строят в масштабе, который указывается таким образом:  $m_u = \dots \frac{B}{\text{мм}}$ ;  $m_I = \dots \frac{A}{\text{мм}}$ .

14. В конце контрольной работы поставить дату выполнения и подпись.

15. Если контрольная работа не зачтена или зачтена при условии внесения исправлений, то все необходимые поправки делают в конце работы в разделе "Работа над ошибками". Нельзя вносить какие-либо исправления в текст, расчеты или графики, просмотренные преподавателем.

16. В случае затруднений, возникающих при решении задач, которые не удастся преодолеть с помощью учебной литературы, студент может обратиться в университет для получения устной или письменной консультации.

## 4.2. Контрольные задачи

**Задача 1.** В электрической цепи, схема которой изображена на рис.1.1-1.10 по заданным величинам сопротивлений резисторов и мощности  $P$ , измеряемой ваттметром, определить токи во всех ветвях схемы и напряжение источника питания. Составить баланс мощности.

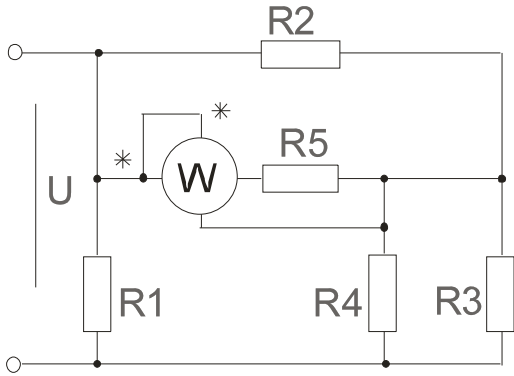


Рис. 1.1

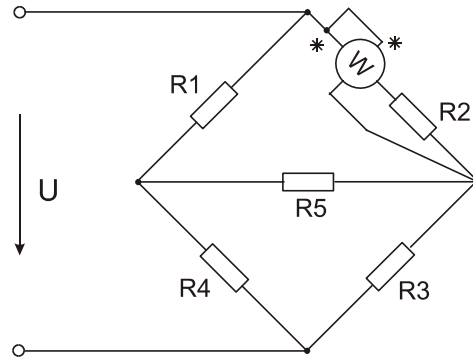


Рис. 1.2

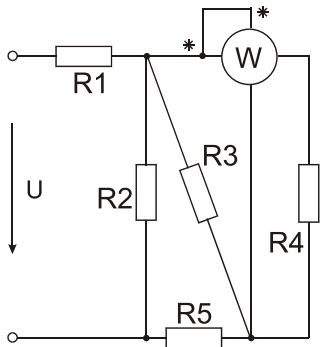


Рис. 1.3

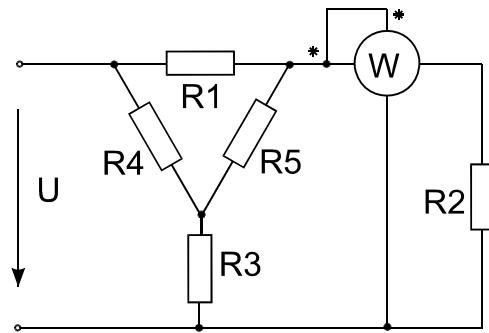


Рис. 1.4

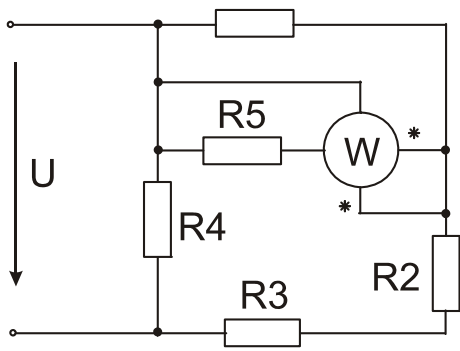


Рис. 1.5

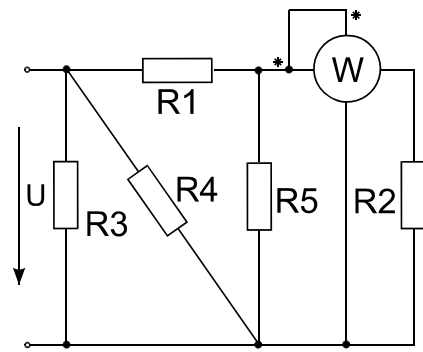


Рис. 1.6

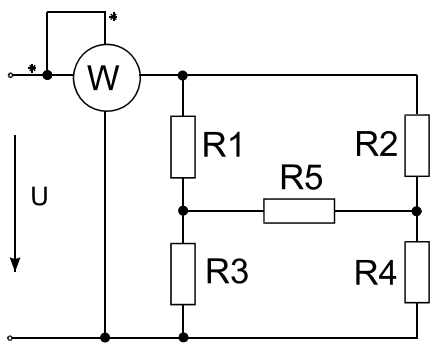


Рис. 1.7

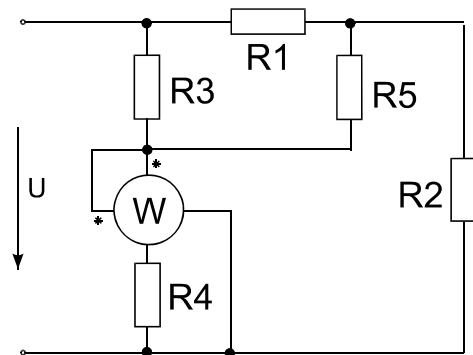


Рис. 1.8

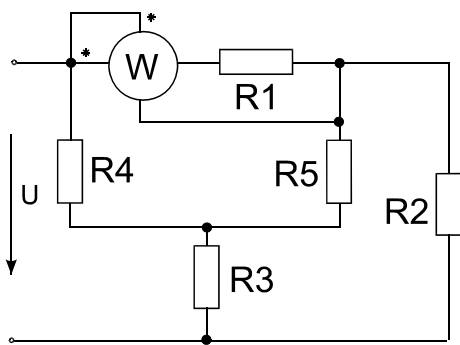


Рис. 1.9

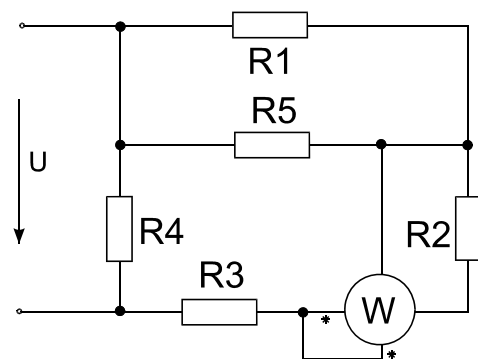


Рис. 1.10

| Номера |      | Данные к задаче 1 |               |               |               |               |               |
|--------|------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Вар.   | Рис. | $P$ ,<br>Вт       | $R_1$ ,<br>Ом | $R_2$ ,<br>Ом | $R_3$ ,<br>Ом | $R_4$ ,<br>Ом | $R_5$ ,<br>Ом |
| 1      | 1.1  | 75                | 3             | 5             | 4             | 8             | 15            |
| 2      | 1.2  | 80                | 8             | 15            | 12            | 6             | 3             |
| 3      | 1.3  | 45                | 14            | 11            | 6             | 4             | 8             |
| 4      | 1.4  | 144               | 6             | 10            | 12            | 8             | 5             |
| 5      | 1.5  | 15                | 9             | 14            | 18            | 6             | 12            |
| 6      | 1.6  | 24                | 11            | 7             | 13            | 9             | 10            |
| 7      | 1.7  | 72                | 6             | 12            | 17            | 13            | 4             |
| 8      | 1.8  | 250               | 9             | 3             | 11            | 30            | 25            |
| 9      | 1.9  | 48                | 22            | 10            | 42            | 18            | 30            |
| 10     | 1.10 | 165               | 10            | 8             | 6             | 14            | 18            |
| 11     | 1.1  | 24                | 4             | 9             | 13            | 16            | 4             |
| 12     | 1.2  | 95                | 8             | 11            | 23            | 7             | 6             |
| 13     | 1.3  | 28                | 11            | 16            | 8             | 3             | 15            |
| 14     | 1.4  | 120               | 28            | 34            | 56            | 44            | 11            |
| 15     | 1.5  | 80                | 45            | 30            | 58            | 32            | 14            |
| 16     | 1.6  | 55                | 14            | 9             | 7             | 16            | 24            |
| 17     | 1.7  | 34                | 10            | 3             | 5             | 8             | 13            |
| 18     | 1.8  | 22                | 14            | 18            | 9             | 22            | 16            |
| 19     | 1.9  | 40                | 30            | 42            | 16            | 9             | 24            |
| 20     | 1.10 | 25                | 10            | 7             | 14            | 3             | 18            |

**Задача 2.** В электрической цепи, схема которой изображена на рис.2.1-2.20 известны параметры элементов цепи. К зажимам цепи приложено синусоидальное напряжение  $u = \sqrt{2} U \sin \omega t$ , изменяющееся с частотой  $f = 50$  Гц. Определить показания приборов: амперметра, вольтметра электромагнитной системы, ваттметра и коэффициент мощности  $\cos \varphi$  на входе цепи.

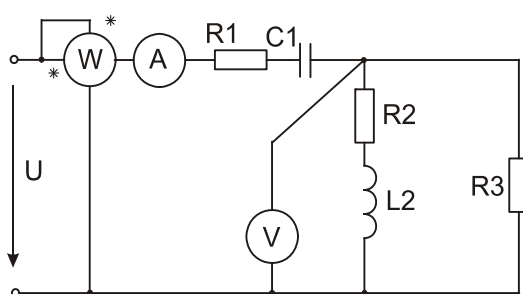


Рис. 2.1

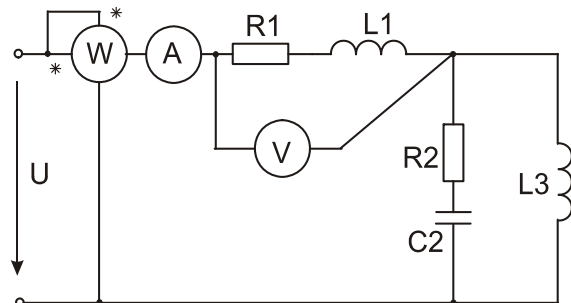


Рис. 2.2



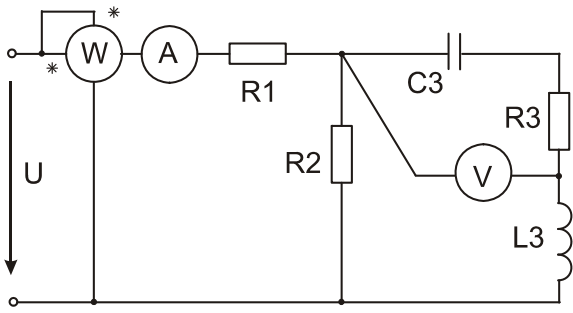


Рис. 2.3

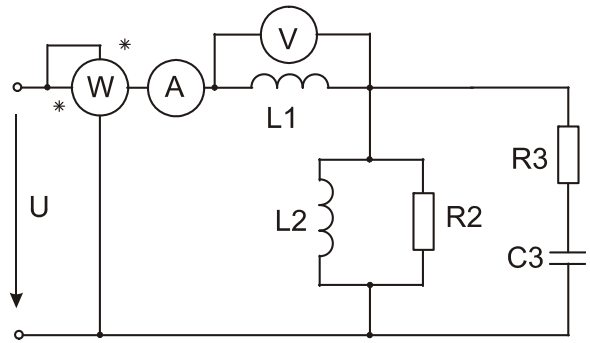


Рис. 2.4

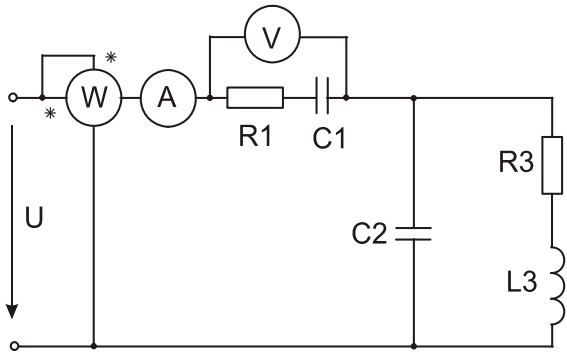


Рис. 2.5

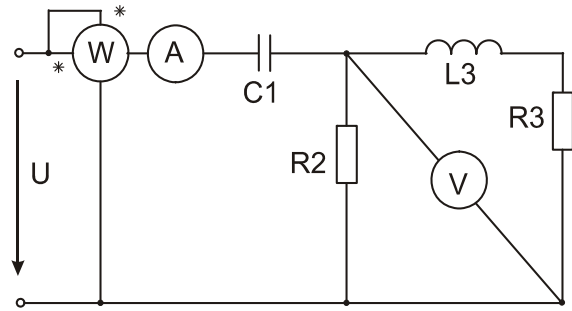


Рис. 2.6

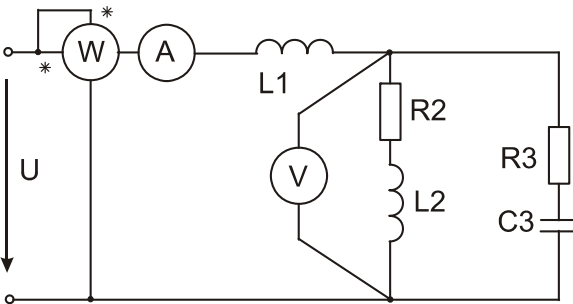


Рис. 2.7

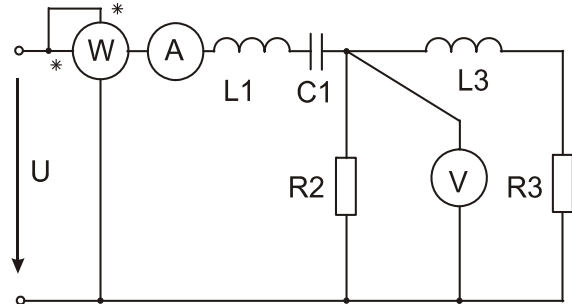


Рис. 2.8

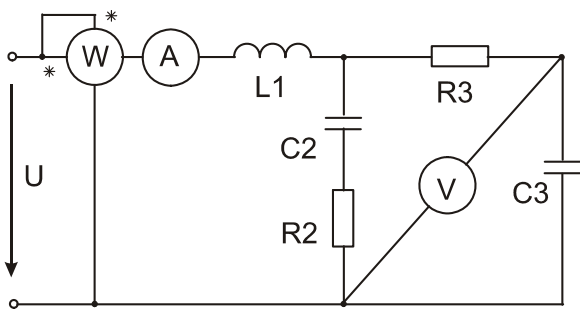


Рис. 2.9

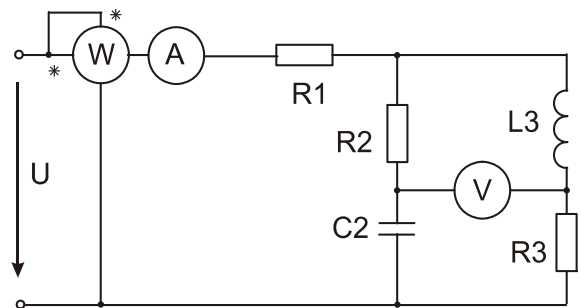


Рис. 2.10

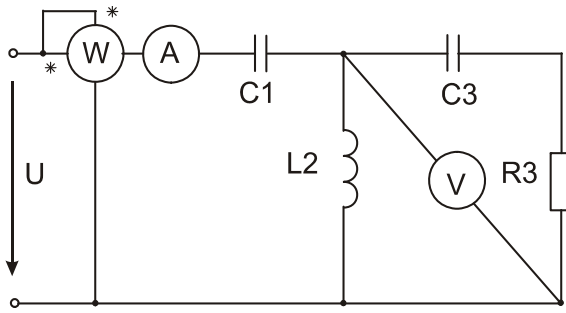


Рис. 2.11

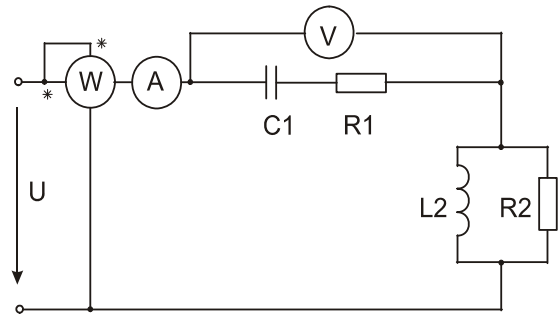


Рис. 2.12

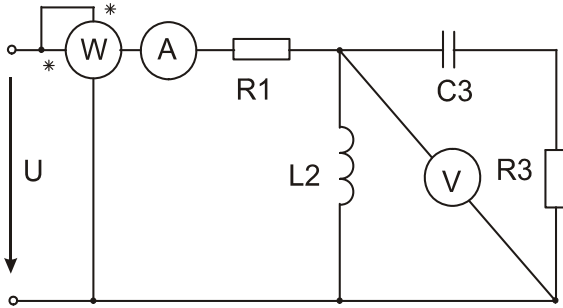


Рис. 2.13

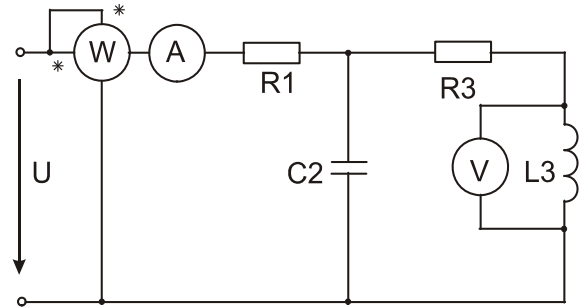


Рис. 2.14

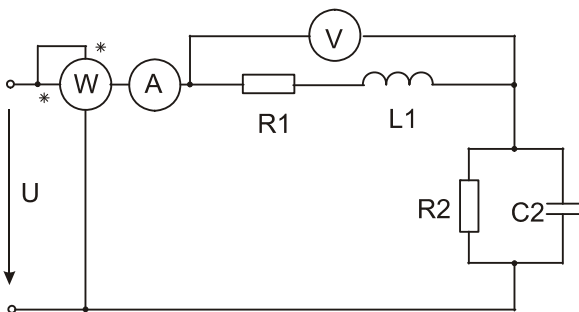


Рис. 2.15

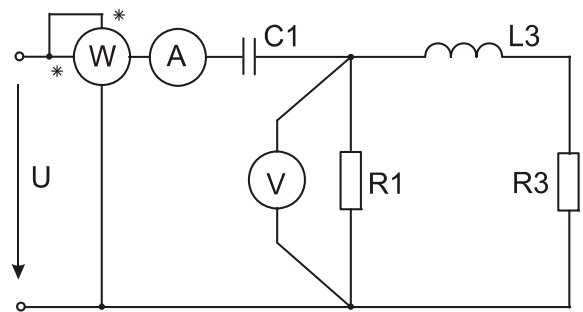


Рис. 2.16

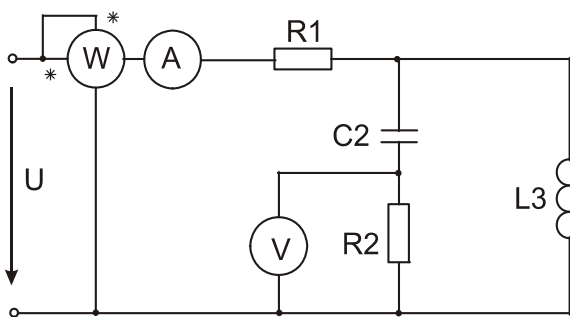


Рис. 2.17

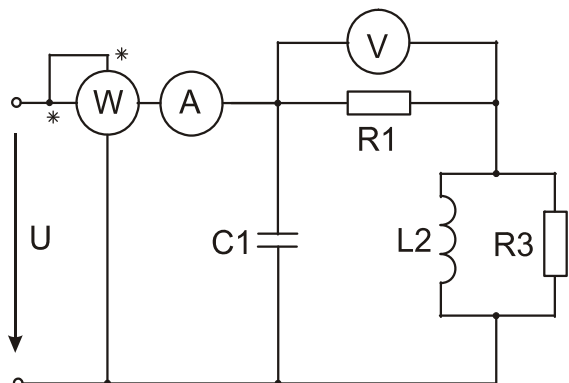


Рис. 2.18

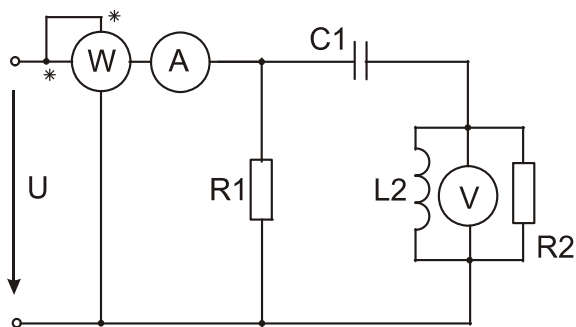


Рис. 2.19

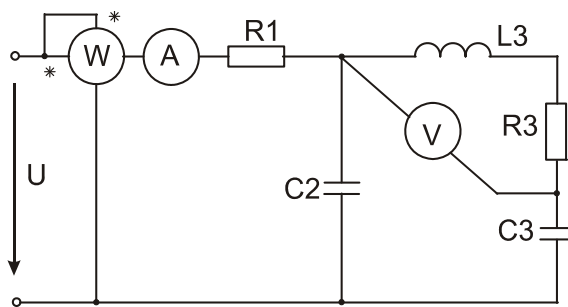


Рис. 2.20

| Номера |      | Данные к задаче 2 |                |                |                |                |                |                |               |               |               |
|--------|------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Вар    | Рис. | $U$ ,<br>В        | $C_1$ ,<br>мкФ | $C_2$ ,<br>мкФ | $C_3$ ,<br>мкФ | $L_1$ ,<br>мГн | $L_2$ ,<br>мГн | $L_3$ ,<br>мГн | $R_1$ ,<br>Ом | $R_2$ ,<br>Ом | $R_3$ ,<br>Ом |
| 1      | 2.1  | 150               | 637            | -              | -              | -              | 18             | 15,9           | 2             | 3             | 4             |
| 2      | 2.2  | 100               | -              | 100            | -              | 15,9           | -              | 15,9           | 8             | 3             | -             |
| 3      | 2.3  | 120               | -              | -              | 318            | -              | -              | 15,9           | 8             | 3             | 4             |
| 4      | 2.4  | 200               | -              | -              | 398            | 15,9           | 15,9           | -              | -             | 3             | 4             |
| 5      | 2.5  | 220               | 637            | 159            | -              | -              | -              | 19,1           | 8             | -             | 4             |
| 6      | 2.6  | 50                | 318            | -              | -              | -              | -              | 115            | 10            | 20            | 50            |
| 7      | 2.7  | 100               | -              | -              | 159            | 15,9           | 115            | -              | -             | 25            | 40            |
| 8      | 2.8  | 200               | 159            | -              | -              | 115            | -              | 63,7           | -             | 22            | 18            |
| 9      | 2.9  | 220               | -              | 212            | 100            | 63,7           | -              | -              | -             | 15            | 35            |
| 10     | 2.10 | 50                | -              | 530            | -              | -              | -              | 19,1           | 10            | 4             | 8             |
| 11     | 2.11 | 100               | 63,7           | -              | 265            | -              | 31,8           | -              | -             | -             | 15            |
| 12     | 2.12 | 120               | 398            | -              | -              | -              | 38,2           | -              | 8             | -             | 10            |
| 13     | 2.13 | 200               | -              | -              | 212            | -              | 63,7           | -              | 25            | -             | 12            |
| 14     | 2.14 | 220               | -              | 159            | -              | -              | -              | 115            | 45            | -             | 30            |
| 15     | 2.15 | 150               | -              | -              | 212            | 115            | -              | -              | 15            | 25            | -             |
| 16     | 2.16 | 100               | 398            | -              | -              | -              | -              | 38,2           | -             | 18            | 8             |
| 17     | 2.17 | 120               | -              | 265            | -              | -              | -              | 47,8           | 12            | 10            | -             |
| 18     | 2.18 | 200               | 159            | -              | -              | -              | 115            | -              | 25            | -             | 40            |
| 19     | 2.19 | 220               | 398            | -              | -              | -              | 115            | -              | 15            | 36            | -             |
| 20     | 2.20 | 50                | -              | 530            | 159            | -              | -              | 38,2           | 6             | -             | 8             |

**Задача 3.** Для электрической цепи, схема которой изображена на рис.3.1-3.3, по заданным параметрам  $Z_k = R_k \pm jX_k$  и линейному напряжению рассчитать фазные и линейные токи, фазные напряжения, активную и реактивную мощности симметричного трехфазного приемника. Определить фазные и линейные токи, ток в нейтральном проводе (для четырехпроводной

схемы) и фазные напряжения для одного из несимметричных режимов цепи, указанных в примечании.

Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений для симметричного режима.

**Задача 4.** Для электрической цепи, схема которой изображена на рис.3.1-3.3, по заданным параметрам  $Z_k = R_k \pm jX_k$  и линейному напряжению рассчитать фазные и линейные токи, фазные напряжения, активную и реактивную мощности симметричного приемника. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.

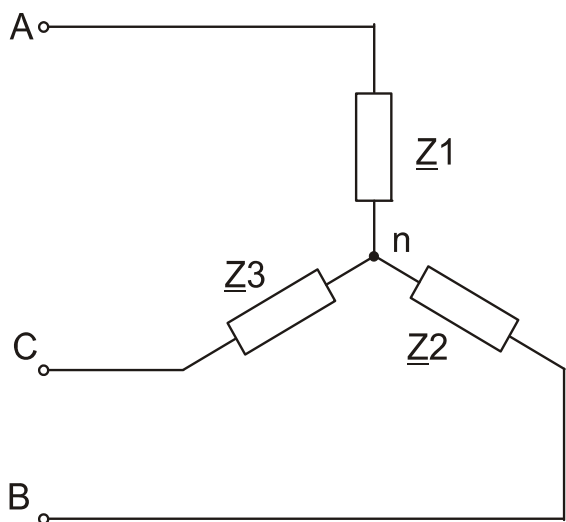


Рис. 3.1

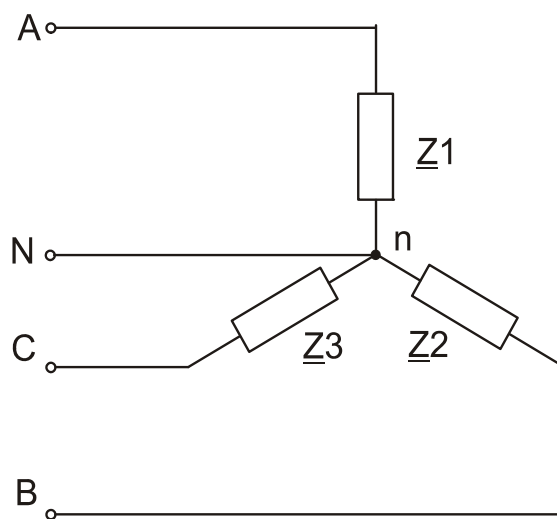


Рис. 3.2

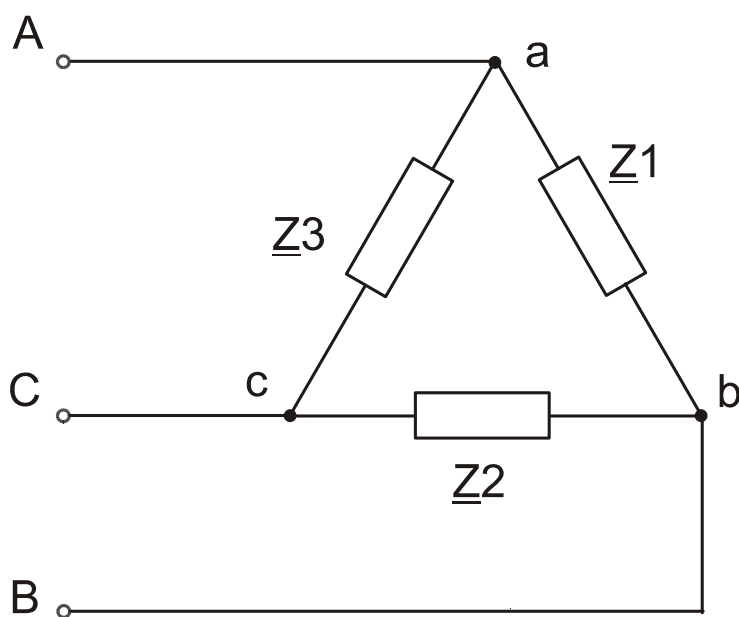


Рис. 3.3

| Номера  |      | Данные к задачам 3 и 4 |           |           |           |           |           |           | Примечание           |
|---------|------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| Вариант | Рис. | Лин. напр $U, В$       | $R_1, Ом$ | $R_2, Ом$ | $R_3, Ом$ | $X_1, Ом$ | $X_2, Ом$ | $X_3, Ом$ |                      |
| 1       | 3.1  | 220                    | 8         | 8         | 8         | 6(инд)    | 6(инд)    | 6(инд)    | Обрыв фазы "а"       |
| 2       | 3.3  | 220                    | 10        | 10        | 10        | -         | -         | -         | Обрыв фазы "bc"      |
| 3       | 3.1  | 380                    | 15        | 15        | 15        | 5(емк)    | 5(емк)    | 5(емк)    | Кор.замык. ф "с"     |
| 4       | 3.3  | 127                    | 4         | 4         | 4         | 3(инд)    | 3(инд)    | 3(инд)    | Обрыв лин. пров. "С" |
| 5       | 3.2  | 380                    | -         | -         | -         | 11 (емк)  | 11 (емк)  | 11 (емк)  | Обрыв лин. пров. "А" |
| 6       | 3.3  | 127                    | -         | -         | -         | 10 (инд)  | 10 (инд)  | 10 (инд)  | Обрыв лин. пров. "В" |
| 7       | 3.1  | 220                    | 15        | 15        | 15        | -         | -         | -         | Кор.замык. ф. "а"    |
| 8       | 3.3  | 127                    | -         | -         | -         | 20 (емк)  | 20 (емк)  | 20 (емк)  | Обрыв лин. пров. "С" |
| 9       | 3.2  | 220                    | 5         | 5         | 5         | 8(инд)    | 8(инд)    | 8(инд)    | Кор.замык. ф. "В"    |
| 10      | 3.3  | 380                    | 16        | 16        | 16        | 12 (инд)  | 12 (инд)  | 12 (инд)  | Обрыв лин. пров. "А" |
| 11      | 3.1  | 380                    | 12        | 12        | 12        | 6(инд)    | 6(инд)    | 6(инд)    | Кор.замык. ф. "В"    |
| 12      | 3.3  | 220                    | 25        | 25        | 25        | -         | -         | -         | Обрыв фазы "са"      |
| 13      | 3.2  | 380                    | 12        | 12        | 12        | 16 (инд)  | 16 (инд)  | 16 (инд)  | Обрыв лин. пров. "С" |
| 14      | 3.3  | 220                    | 18        | 18        | 18        | 10 (емк)  | 10 (емк)  | 10 (емк)  | Обрыв фазы "ав"      |
| 15      | 3.2  | 220                    | 10        | 10        | 10        | 15 (инд)  | 15 (инд)  | 15 (инд)  | Обрыв лин. пров. "А" |
| 16      | 3.3  | 127                    | 30        | 30        | 30        | -         | -         | -         | Обрыв фазы "bc"      |
| 17      | 3.1  | 380                    | -         | -         | -         | 22 (емк)  | 22 (емк)  | 22 (емк)  | Кор.замык. ф. "С"    |
| 18      | 3.3  | 220                    | -         | -         | -         | 40 (емк)  | 40 (емк)  | 40 (емк)  | Обрыв лин. пров. "В" |
| 19      | 3.1  | 220                    | 8         | 8         | 8         | 16 (инд)  | 16 (инд)  | 16 (инд)  | Кор.замык. ф. "С"    |
| 20      | 3.2  | 380                    | 20        | 20        | 20        | 15 (инд)  | 15 (инд)  | 15 (инд)  | Обрыв фазы "В"       |

**Задача 5.** Подъемный электромагнит имеет магнитопровод и якорь прямоугольного сечения (рис. 5.1), выполненные из листовой электротехнической стали 1212 . Катушка электромагнита имеет  $W$  витков. Воздушный



**Примечание.** Для построения внешней характеристики воспользоваться изменением вторичного напряжения:

$$\Delta u_2 \% = \beta (u_{ka} \cos \varphi_2 + u_{kp} \sin \varphi_2);$$

$$U_2 = U_{2x} \left(1 - \frac{\Delta u_2 \%}{100}\right);$$

$$u_{ka} = u_k \cos \varphi_k; \quad u_{kp} = \sqrt{(u_k)^2 - u_{ka}^2};$$

$$\cos \varphi_k = \frac{R_k}{Z_k}; \quad \beta = \frac{I_1}{I_{1H}} \approx \frac{I_2}{I_{2H}}.$$

Данные к задаче 6

| Вар-т | Группа соедин.  | $S_n$ , кВА | $U_{1H}$ , кВ | $U_{2x}$ В | $u_k$ %, | $P_k$ , Вт | $P_x$ , Вт | k%  |
|-------|-----------------|-------------|---------------|------------|----------|------------|------------|-----|
| 1     | $Y/Y_0 - 0$     | 10          | 6,3           | 400        | 5,0      | 335        | 105        | 10  |
| 2     | $Y/\Delta - 11$ | 20          | 6,3           | 230        | 5,0      | 600        | 180        | 9   |
| 3     | $Y/Y_0 - 0$     | 30          | 10            | 400        | 5,0      | 850        | 300        | 9   |
| 4     | $Y/Y_0 - 0$     | 50          | 10            | 400        | 5,0      | 1325       | 440        | 8   |
| 5     | $Y/Y_0 - 0$     | 75          | 10            | 230        | 5,0      | 1875       | 590        | 7,5 |
| 6     | $Y/\Delta - 11$ | 180         | 10            | 525        | 5,0      | 4100       | 1200       | 7   |
| 7     | $Y/Y_0 - 0$     | 240         | 10            | 525        | 5,0      | 5100       | 1600       | 7   |
| 8     | $Y/\Delta - 11$ | 320         | 35            | 10500      | 6,5      | 6200       | 2300       | 7,5 |
| 9     | $Y/Y_0 - 0$     | 420         | 10            | 525        | 5,5      | 7000       | 2100       | 6,6 |
| 10    | $Y/Y_0 - 0$     | 25          | 6             | 230        | 4,5      | 600        | 125        | 3   |
| 11    | $Y/Y_0 - 0$     | 25          | 10            | 230        | 4,7      | 690        | 125        | 3   |
| 12    | $Y/\Delta - 11$ | 25          | 6             | 400        | 4,5      | 600        | 125        | 3   |
| 13    | $Y/Y_0 - 0$     | 40          | 10            | 230        | 4,5      | 880        | 180        | 3   |
| 14    | $Y/Y_0 - 0$     | 40          | 6             | 400        | 4,7      | 1000       | 180        | 3   |
| 15    | $Y/\Delta - 11$ | 63          | 6             | 230        | 4,5      | 1280       | 260        | 2,8 |

| Данные к задаче 6 |                 |             |               |              |         |            |            |     |
|-------------------|-----------------|-------------|---------------|--------------|---------|------------|------------|-----|
| Вар-т             | Группа соедин.  | $S_n$ , кВА | $U_{1n}$ , кВ | $U_{2x}$ , В | $u_k$ % | $P_k$ , Вт | $P_x$ , Вт | k%  |
| 16                | $Y/\Delta - 11$ | 63          | 10            | 230          | 4,7     | 1470       | 260        | 2,8 |
| 17                | $Y/\Delta - 11$ | 100         | 10            | 230          | 4,7     | 2270       | 365        | 2,6 |
| 18                | $Y/\Delta - 11$ | 160         | 6             | 230          | 4,5     | 2650       | 540        | 2,4 |
| 19                | $Y/Y_0 - 0$     | 160         | 10            | 400          | 4,5     | 3100       | 540        | 2,4 |
| 20                | $Y/\Delta - 11$ | 250         | 6             | 230          | 4,5     | 3700       | 780        | 2,3 |

**Задача 7.** Генератор независимого возбуждения имеет следующие номинальные данные: номинальная мощность  $P_n$ , номинальное напряжение  $U_n$ , сопротивление обмотки якоря в нагретом состоянии  $R_{я}$ . Определить электромагнитную мощность генератора и относительное изменение напряжения  $\Delta u$ % на его зажимах при переходе от номинального режима к режиму холостого хода. Построить внешнюю характеристику генератора. Реакцией якоря и падением напряжения в контактах щеток пренебречь.

**Указание.** Ознакомьтесь с решением задачи 11.2 по [9, с.216-217], при этом следует помнить, что в генераторе с независимым возбуждением изменение нагрязки не оказывает влияния на магнитный поток.

| Данные к задаче 7 |             |           |              |       |             |           |              |
|-------------------|-------------|-----------|--------------|-------|-------------|-----------|--------------|
| Вар-т             | $P_n$ , кВт | $U_n$ , В | $R_{я}$ , Ом | Вар-т | $P_n$ , кВт | $U_n$ , В | $R_{я}$ , Ом |
| 1                 | 16          | 230       | 0,064        | 11    | 37          | 220       | 0,051        |
| 2                 | 22          | 230       | 0,041        | 12    | 90          | 460       | 0,017        |
| 3                 | 5,5         | 115       | 0,095        | 13    | 110         | 460       | 0,05         |
| 4                 | 30          | 230       | 0,051        | 14    | 71          | 230       | 0,096        |
| 5                 | 7,5         | 230       | 0,343        | 15    | 4,0         | 230       | 0,87         |
| 6                 | 10          | 115       | 0,042        | 16    | 3,0         | 230       | 1,6          |
| 7                 | 13,2        | 220       | 1,046        | 17    | 55          | 230       | 0,092        |
| 8                 | 300         | 460       | 0,106        | 18    | 2,5         | 230       | 1,47         |
| 9                 | 25          | 230       | 0,106        | 19    | 160         | 460       | 0,01         |
| 10                | 55          | 460       | 0,085        | 20    | 1,25        | 230       | 2,72         |

**Задача 8.** Электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением серии 2П характеризуется следующими номинальными величинами: номинальной мощностью  $P_n$ ; номинальным напряжением  $U_n$ ; частотой вра-



щения якоря  $n_n$ ; КПД  $\eta_n$ ; сопротивлением цепи якоря  $R_{я}$ ; сопротивлением цепи возбуждения  $R_{\epsilon}$ . Определить: ток  $I$ , потребляемый электродвигателем из сети при номинальной нагрузке; номинальный момент на валу электродвигателя; пусковой момент при токе  $I_n = 2I_n$  (без учета реакции якоря) и соответствующее сопротивление пускового реостата; частоту вращения якоря при токе якоря, равном номинальному, но при введении в цепь возбуждения добавочного сопротивления, увеличивающего заданное в условии задачи значение  $R_{\epsilon}$  на 30%. Построить естественную механическую характеристику двигателя. Начертить схему включения двигателя.

**Задача 9.** Электродвигатель постоянного тока параллельного возбуждения имеет следующие номинальные величины: номинальную мощность на валу  $P_n$ ; напряжение  $U_n$ ; частоту вращения якоря  $n_n$ ; КПД  $\eta$ ; сопротивление цепи якоря  $R_{я}$ ; сопротивление цепи возбуждения  $R_{\epsilon}$ . Определить частоту вращения якоря при холостом ходе; частоту вращения якоря при номинальном моменте на валу двигателя и при включении в цепь якоря добавочного сопротивления, равного  $3R_{я}$ . Построить естественную и реостатную (при  $R_{\partial} = 3R_{я}$  в цепи якоря) механические характеристики  $n(M)$  электродвигателя. Нарисовать схему включения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

| Данные к задачам 8 и 9 |                |              |                 |               |                 |                        |
|------------------------|----------------|--------------|-----------------|---------------|-----------------|------------------------|
| Вариант                | $P_n$ ,<br>кВт | $U_n$ ,<br>В | $n$ ,<br>об/мин | $\eta$ ,<br>% | $R_{я}$ ,<br>Ом | $R_{\epsilon}$ ,<br>Ом |
| 1                      | 1,0            | 110          | 3000            | 71,5          | 0,6             | 365                    |
| 2                      | 2,0            | 220          | 3000            | 79            | 0,805           | 73                     |
| 3                      | 5,3            | 110          | 3350            | 79,5          | 0,46            | 96,3                   |
| 4                      | 7,5            | 440          | 3000            | 85            | 0,55            | 25,6                   |
| 5                      | 11             | 440          | 750             | 83,5          | 0,565           | 15,9                   |
| 6                      | 10             | 110          | 1000            | 82,5          | 0,042           | 72,5                   |
| 7                      | 30             | 440          | 2200            | 89            | 0,136           | 46,7                   |
| 8                      | 5,2            | 220          | 800             | 81,5          | 0,26            | 72,5                   |
| 9                      | 15             | 220          | 1500            | 85,5          | 0,338           | 45                     |
| 10                     | 12             | 110          | 1060            | 81            | 0,036           | 49,2                   |
| 11                     | 75             | 440          | 3150            | 91,5          | 0,031           | 31,7                   |
| 12                     | 3,0            | 220          | 950             | 87,5          | 0,125           | 137                    |
| 13                     | 18,5           | 440          | 750             | 83            | 0,473           | 49,7                   |
| 14                     | 45             | 220          | 1500            | 87,5          | 0,237           | 38,6                   |
| 15                     | 55             | 440          | 1700            | 87            | 0,059           | 20,2                   |
| 16                     | 110            | 220          | 1500            | 89,5          | 0,0075          | 22,8                   |
| 17                     | 160            | 440          | 1900            | 90            | 0,0116          | 25,6                   |

| Данные к задачам 8 и 9 |                |              |                 |               |                 |                 |
|------------------------|----------------|--------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Вариант                | $P_n$ ,<br>кВт | $U_n$ ,<br>В | $n$ ,<br>об/мин | $\eta$ ,<br>% | $R_{я}$ ,<br>Ом | $R_{в}$ ,<br>Ом |
| 18                     | 20             | 220          | 2360            | 89,5          | 0,026           | 74              |
| 19                     | 6              | 110          | 750             | 81,5          | 0,071           | 96              |
| 20                     | 30             | 440          | 1600            | 89,5          | 0,185           | 40,6            |

**Задача 10.** Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором питается от сети с линейным напряжением 380В частотой  $f=50$ Гц. Величины, характеризующие номинальный режим двигателя: мощность на валу  $P_n$ ; скольжение  $s_n$ ; коэффициент мощности  $\cos \varphi_n$ ; КПД  $\eta_n$ ; число пар полюсов  $p$ ; кратности максимального и пускового моментов относительно номинального  $m_k$  и  $m_n$ . Определить ток, потребляемый двигателем из сети; частоту вращения ротора при номинальном режиме; номинальный, максимальный и пусковой моменты; критическое скольжение, пользуясь приближенной формулой  $M = \frac{2M_{\max}}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s}}$ ; величины моментов, используя эту формулу и частоты вращения ротора, соответствующие значениям скольжений:  $s_n$ ;  $s_k$ ; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0. Построить механическую характеристику  $n(M)$  электродвигателя.

**Задача 11.** Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие величины, характерные для номинального режима: мощность на валу  $P_n$ ; скольжение  $s_n$ ; коэффициент мощности  $\cos \varphi_n$ ; КПД  $\eta_n$ ; число пар полюсов  $p$ ; значения отношений начального пускового и максимального моментов  $m_n$  и  $m_k$ . Двигатель подключен к сети с линейным напряжением 220В частотой  $f = 50$  Гц. Определить: ток, потребляемый двигателем из сети; номинальную частоту вращения ротора; номинальный, максимальный и пусковой моменты.

| Данные к задачам 10 и 11 |                |                 |                  |            |     |       |       |
|--------------------------|----------------|-----------------|------------------|------------|-----|-------|-------|
| Вар-т                    | $P_n$ ,<br>кВт | $\eta_n$ ,<br>% | $\cos \varphi_n$ | $s_n$<br>% | $p$ | $m_k$ | $m_n$ |
| 1                        | 0,75           | 77              | 0,87             | 5,9        | 1   | 2,2   | 2,0   |
| 2                        | 0,12           | 63              | 0,7              | 9,7        | 1   | 2,2   | 2,0   |
| 3                        | 11             | 88              | 0,9              | 2,3        | 1   | 2,3   | 1,7   |
| 4                        | 90             | 90              | 0,9              | 1,4        | 1   | 2,5   | 1,2   |
| 5                        | 0,25           | 63              | 0,65             | 9,0        | 2   | 2,2   | 2,0   |
| 6                        | 4,0            | 84              | 0,84             | 4,4        | 2   | 2,4   | 2,0   |
| 7                        | 22             | 90              | 0,9              | 2,0        | 2   | 2,3   | 1,4   |

| Данные к задачам 10 и 11 |                |                 |                  |            |   |       |       |
|--------------------------|----------------|-----------------|------------------|------------|---|-------|-------|
| Вар-т                    | $P_n$ ,<br>кВт | $\eta_n$ ,<br>% | $\cos \varphi_n$ | $s_n$<br>% | p | $m_k$ | $m_n$ |
| 8                        | 75             | 93              | 0,9              | 1,2        | 2 | 2,3   | 1,2   |
| 9                        | 0,18           | 56              | 0,62             | 11,5       | 3 | 2,2   | 2,2   |
| 10                       | 3,0            | 81              | 0,76             | 4,7        | 3 | 2,5   | 2,0   |
| 11                       | 30             | 90,5            | 0,9              | 2,1        | 3 | 2,4   | 1,3   |
| 12                       | 75             | 92              | 0,89             | 2,0        | 3 | 2,2   | 1,2   |
| 13                       | 0,55           | 64              | 0,65             | 9,0        | 4 | 1,7   | 1,6   |
| 14                       | 7,5            | 86              | 0,75             | 2,5        | 4 | 2,2   | 1,4   |
| 15                       | 30             | 90              | 0,81             | 1,8        | 4 | 2,1   | 1,3   |
| 16                       | 110            | 93              | 0,85             | 1,5        | 4 | 2,3   | 1,2   |
| 17                       | 37             | 91              | 0,78             | 1,7        | 5 | 1,8   | 1,0   |
| 18                       | 90             | 92,5            | 0,83             | 1,6        | 5 | 1,8   | 1,0   |
| 19                       | 45             | 90,5            | 0,75             | 2,5        | 6 | 1,8   | 1,0   |
| 20                       | 75             | 91,5            | 0,76             | 1,5        | 6 | 1,8   | 1,0   |

**Задача 12.** Производственный механизм приводится во вращение асинхронным двигателем. Изменение момента на валу двигателя за цикл работы производственного механизма изображается нагрузочной диаграммой на рис. 12.1. Синхронная частота вращения магнитного поля равна  $n_c$ . Определить методом эквивалентных величин [2, с.228-231] расчетную мощность выбираемого двигателя. Выбрать типоразмер асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором для  $P_{расч.}$  и  $n_c$  по справочнику [13, с.27-72]. Проверить выбранный двигатель на перегрузочную способность и по пусковому моменту с учетом возможного понижения напряжения сети на 10%, т.е.  $0,9^2 M_{max \partial} \geq M_2$  и  $0,9^2 M_{нд} \geq M_1$ .

| Данные к задаче 12 |                |                |                |                |                   |                |                |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Вар-т              | $M_1$ ,<br>Н.м | $M_2$ ,<br>Н.м | $M_3$ ,<br>Н.м | $M_4$ ,<br>Н.м | $n_c$ ,<br>об/мин | $t_1$ ,<br>мин | $t_2$ ,<br>мин | $t_3$ ,<br>мин | $t_4$ ,<br>мин |
| 1                  | 20             | 30             | 10             | 25             | 3000              | 0,5            | 1,0            | 1,5            | 1,3            |
| 2                  | 20             | 35             | 10             | 30             | 3000              | 0,6            | 1,1            | 1,6            | 1,4            |
| 3                  | 20             | 40             | 15             | 35             | 3000              | 0,7            | 1,2            | 1,7            | 1,5            |
| 4                  | 95             | 150            | 80             | 40             | 3000              | 1,0            | 1,2            | 2,0            | 1,8            |
| 5                  | 25             | 40             | 15             | 35             | 1500              | 0,8            | 1,3            | 1,8            | 1,6            |
| 6                  | 43             | 60             | 50             | 30             | 1500              | 1,2            | 1,8            | 1,5            | 1,8            |
| 7                  | 52             | 87             | 65             | 48             | 1500              | 1,0            | 1,5            | 2,0            | 1,3            |
| 8                  | 25             | 50             | 15             | 40             | 1500              | 0,9            | 1,4            | 2,0            | 1,6            |
| 9                  | 65             | 110            | 78             | 50             | 1500              | 1,5            | 1,3            | 1,2            | 1,5            |
| 10                 | 30             | 75             | 20             | 60             | 1000              | 0,9            | 1,2            | 1,6            | 1,8            |

| Данные к задаче 12 |                |                |                |                |                   |                |                |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Вар-г              | $M_1$ ,<br>Н.м | $M_2$ ,<br>Н.м | $M_3$ ,<br>Н.м | $M_4$ ,<br>Н.м | $n_c$ ,<br>об/мин | $t_1$ ,<br>мин | $t_2$ ,<br>мин | $t_3$ ,<br>мин | $t_4$ ,<br>мин |
| 11                 | 73             | 115            | 65             | 87             | 1000              | 1,3            | 1,9            | 2,1            | 2,0            |
| 12                 | 90             | 165            | 95             | 115            | 1000              | 1,6            | 2,2            | 1,3            | 1,7            |
| 13                 | 60             | 80             | 30             | 70             | 1000              | 0,6            | 0,9            | 1,9            | 2,0            |
| 14                 | 100            | 175            | 74             | 130            | 750               | 0,7            | 2,0            | 1,4            | 3,0            |
| 15                 | 95             | 200            | 150            | 65             | 750               | 1,4            | 1,8            | 2,0            | 2,5            |
| 16                 | 180            | 430            | 125            | 300            | 750               | 1,5            | 2,1            | 3,0            | 2,0            |
| 17                 | 225            | 500            | 350            | 400            | 750               | 1,7            | 1,5            | 2,0            | 2,4            |
| 18                 | 320            | 650            | 380            | 540            | 600               | 2,0            | 1,6            | 2,5            | 2,2            |
| 19                 | 380            | 780            | 560            | 450            | 600               | 1,8            | 2,3            | 1,3            | 2,8            |
| 20                 | 710            | 1050           | 680            | 930            | 500               | 2,2            | 1,8            | 2,4            | 3,0            |

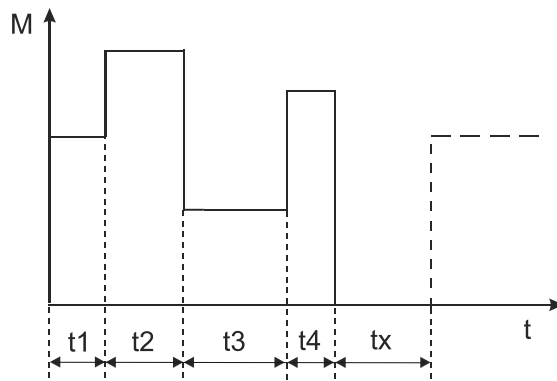


Рис 12.1

### 4.3. Пример решения задач

#### Задача 1

**Дано:** В электрической цепи, схема которой изображена на рис.1, по заданным величинам сопротивлений резисторов и мощности  $P$ , измеряемой ваттметром, определить токи во всех ветвях схемы и напряжение источника питания. Составить баланс мощности.

$P = 24 \text{ Вт}$ ,  $R_1 = 11 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 7 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 13 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 10 \text{ Ом}$ .

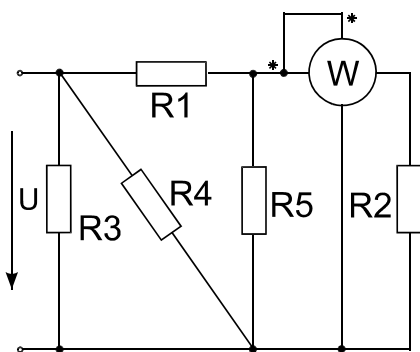


Рис.1

**1.** Расставляем на схеме положительные направления токов и напряжений в ветвях и обозначаем их индексами (например: в  $R_2$  протекает ток  $I_2$  и падает напряжение  $U_2$ ).

2. Определяем ток в сопротивлении:  $R_2$  по  $P = I_2^2 \cdot R_2$ :

$$I_2 = \sqrt{\frac{24}{7}} = 1,85 \text{ А.}$$

3. Определяем падение напряжения на сопротивлениях  $R_2$  и  $R_5$ :

$$U_5 = U_2 = I_2 R_2 = 12,9 \text{ В.}$$

4. Определяем ток в сопротивлении  $R_5$ :  $I_5 = U_5 / R_5 = 12,9 / 10 = 1,29 \text{ А.}$

5. Определяем ток и падение напряжения на сопротивлении  $R_1$

$$I_1 = I_5 + I_2 : I_1 = 1,85 + 1,29 = 3,14 \text{ А}; \quad U_1 = R_1 I_1 = 3,14 \cdot 11 = 34,54 \text{ В.}$$

6. Определяем падение напряжения на сопротивлениях  $R_4$  и  $R_5$  по второму закону Кирхгофа. Это напряжение будет равно напряжению источника питания:  $U = U_3 = U_4 = U_1 + U_5 = 34,54 + 12,9 = 47,44 \text{ В.}$

7. Определяем токи в сопротивлениях  $R_3$  и  $R_4$ :  $I_3 = U_3 / R_3$ ;  $I_4 = U_4 / R_4$

$$I_3 = 47,44 / 13 = 3,65 \text{ А}, \quad I_4 = 47,44 / 9 = 5,27 \text{ А.}$$

8. Определяем ток в внешней цепи  $I$  по первому закону Кирхгофа:

$$I = I_1 + I_3 + I_4 = 3,65 + 5,27 + 3,14 = 12,06 \text{ А.}$$

9. Рассчитываем баланс мощности в цепи из условия  $P_{\text{И}} = P_{\text{П}}$ . Определяем мощность источника  $P_{\text{И}}$  и мощность потребителя  $P_{\text{П}}$ :

$$P_{\text{И}} = U \cdot I = 47,44 \cdot 12,06 \approx 572 \text{ Вт};$$

$$P_{\text{П}} = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2 + I_3^2 \cdot R_3 + I_4^2 \cdot R_4 + I_5^2 \cdot R_5$$

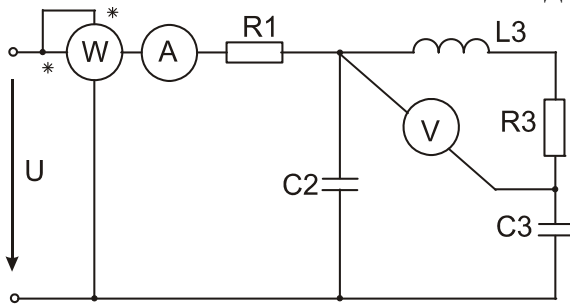
$$P_{\text{П}} = 9,85 \cdot 11 + 3,42 \cdot 7 + 13,32 \cdot 13 + 27,77 \cdot 9 + 1,69 \cdot 10 \approx 572 \text{ Вт.}$$

Баланс мощностей сходится. Задача решена правильно.

**ОТВЕТ:**

$$I_1 = 3,14 \text{ А}; I_2 = 1,85 \text{ А}; I_3 = 3,65 \text{ А}; I_4 = 5,27 \text{ А}; I_5 = 1,29 \text{ А}; U = 47,44 \text{ В}$$

### Задача 2



щееся с частотой

Рис.2.

**Дано:** В электрической цепи, схема которой изображена на рис.2., известны параметры элементов цепи. К зажимам цепи приложено синусоидальное напряжение  $u = \sqrt{2} U \sin \omega t$ , изменяю-

$$f = 50 \text{ Гц.}$$

Определить показания приборов: амперметра, вольтметра электромагнитной системы, ваттметра и коэффициент мощности  $\cos \varphi$  на входе цепи.

$$U = 50 \text{ В}, f = 50 \text{ Гц}, C_2 = 530 \text{ мкФ}, C_3 = 159 \text{ мкФ}, L_3 = 38,2 \text{ мГн}, R_1 = 6 \text{ Ом}, R_3 = 8 \text{ Ом}$$

1. Определяем реактивные сопротивления элементов:

$$X_{C2} = 1 / \omega C_2 = 1 / 314 \cdot 530 \cdot 10^{-6} = 6 \text{ Ом}; \quad X_{C3} = 1 / \omega C_3 = 1 / 314 \cdot 159 \cdot 10^{-6} = 20 \text{ Ом};$$

$$X_{L3} = \omega L_3 = 314 \cdot 38,2 \cdot 10^{-3} = 12 \text{ Ом.}$$

2. Определяем комплексные значения сопротивлений ветвей, входящих в схему:  $\underline{Z}_1 = R_1 = 6 \text{ Ом}$ ;  $\underline{Z}_2 = -j X_{C2} = -j 6 = 6e^{-j90} \text{ Ом}$ ;  $\underline{Z}_3 = R_3 + j (X_{L3} - X_{C3}) = 8 - 8j = 11,31e^{-j45} \text{ Ом}$ ;

Комплекс действующего значения напряжения запишем в виде:  $\underline{U} = Ue^{j0} = 50 \text{ В}$ .

3. Определяем комплексное эквивалентное сопротивление цепи:

$$\underline{Z} = \underline{Z}_1 + \frac{\underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = 7,11 - j4,06 = 8,19e^{-j29,74} \text{ Ом}.$$

3. Определяем комплекс тока во внешней цепи:  $\underline{I}_1 = \underline{U} / \underline{Z} = 50 / 8,19e^{-j29,74} = 6,108e^{j29,74} \text{ А}$ .

4. Определяем по правилу разброса тока в параллельных ветвях:

$$\underline{I}_2 = \underline{I}_1 \cdot \underline{Z}_3 / (\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3) = 6,108e^{j29,74} \cdot 11,31e^{-j45} / (-j6 + 8 - j8) = 4,285e^{j45} \text{ А},$$

$$\underline{I}_3 = \underline{I}_1 \cdot \underline{Z}_2 / (\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3) = 6,108e^{j29,74} \cdot (-j6) / (-j6 + 8 - j8) = 2,273e^{j0} \text{ А}.$$

5. Определяем показания вольтметра, используя второй закон Кирхгофа:  $U_V = I_3 \cdot (R_3 + jX_{L3}) = 2,273 \cdot (8 + j12) = 32,78e^{j56,31} \text{ В}$ , т.к. приборы электромагнитной системы показывают действующее значение измеряемой величины, то вольтметр покажет 32,78 В, показание амперметра  $I_1 = I_A = 6,108 \text{ А}$ .

6. Определяем показания ваттметра, который показывает действующее значение активной мощности:

$$P_W = \underline{U} \cdot \underline{I}_1 \cos(\underline{U} \wedge \underline{I}) = 50 \cdot 6,108 \cdot \cos(0 - 29,74) = 265,15 \text{ Вт}$$

7. Определяем коэффициент мощности на входе цепи:  $\cos \varphi = \cos(-29,74) = 0,868$

**ОТВЕТ:**  $I_A = 6,108 \text{ А}$ ,  $U_V = 32,78 \text{ В}$ ,  $P_W = 265,158 \text{ Вт}$ ,  $\cos \varphi = 0,868$

### Задача №3

. Дано: для электрической цепи, схема которой изображена на рис.3, по заданным параметрам  $\underline{Z}_k = R_k \pm jX_k$  и линейному напряжению рассчитать фазные и линейные токи, фазные напряжения, активную и реактивную мощности симметричного приемника. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму В,  $R_1 = R_2 = R_3 = 20 \text{ Ом}$ ,  $X_1 = X_2 = X_3 = 15 \text{ Ом}$  (инд.).

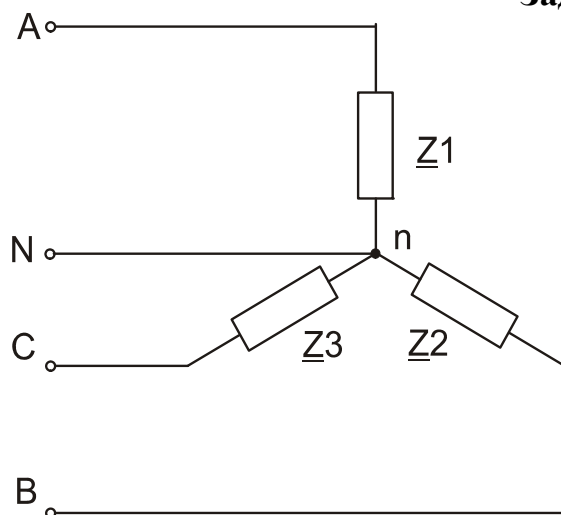


Рис.3.

1. Определяем полные сопротивления фаз нагрузки:  
 $Z_1 = Z_2 = Z_3 = R + jX = 15 + j20 = Z e^{j\varphi}$  Ом, где  
 $Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} = 25$  Ом,  $\varphi = \arctg \frac{15}{20} = 36,87^\circ$ .

2. Определяем фазные напряжения на нагрузке, учитывая, что нагрузка симметрична и схема ее соединения - треугольник с нулем. Следовательно  $U_\phi = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}}$  и напряжение на фазах нагрузки сдвинуто относительно друг друга на угол  $120^\circ$ , т.е. можно использовать фазовый оператор.  $\underline{U}_A = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}} e^{j\varphi} = 380 e^{j0} / 1,73 = 220 e^{j0}$  В соответственно:  $\underline{U}_B = 220 e^{-j120}$  В,  $\underline{U}_C = 220 e^{j120}$  В.

3. Определяем токи в фазах (определяем ток в фазе А, затем определяем токи в фазах В и С с учетом сдвига фаз на  $120^\circ$ ):  
 $\underline{I}_A = \frac{\underline{U}_A}{Z} = 220 e^{j0} / 25 e^{-j36,87} = 8,8 e^{j36,87}$  А, соответственно:  
 $\underline{I}_B = \frac{\underline{U}_B}{Z} = 220 e^{-j120} / 25 e^{-j36,87} = 8,8 e^{-j85,13}$  А  
 $\underline{I}_C = \frac{\underline{U}_C}{Z} = 220 e^{j120} / 25 e^{-j36,87} = 8,8 e^{j156,87}$  А  
 Учитывая, что при схеме соединения нагрузки звезда с нулем  $I_{\text{л}} = I_\phi$ , то линейные токи равняются фазным.

4. Определяем активную и реактивную мощность цепи с учетом симметричной нагрузки:

$$P = 3 U_\phi \cdot I_\phi \cdot \cos \varphi = 3 \cdot 220 \cdot 8,8 \cdot \cos 36,87 = 4646,4 \text{ Вт}$$

$$Q = 3 U_\phi \cdot I_\phi \sin \varphi = 3 \cdot 220 \cdot 8,8 \cdot \sin 36,87 = 3484,6 \text{ вар}$$

5. Построить в соответствующих масштабах векторные диаграммы токов и напряжений с учетом рассчитанных углов и амплитуд.

**ОТВЕТ:**  $\underline{I}_{\text{ЛA}} = \underline{I}_A = 8,8 e^{j36,87}$  А,  $\underline{I}_{\text{ЛB}} = \underline{I}_B = 8,8 e^{-j85,13}$  А,  $\underline{I}_{\text{ЛC}} = \underline{I}_C = 8,8 e^{j156,87}$  А,  $\underline{U}_A = 220 e^{j0}$  В,  $\underline{U}_B = 220 e^{-j120}$  В,  $\underline{U}_C = 220 e^{j120}$  В,  $P = 4646,4$  Вт,  $Q = 3484,6$  вар.

### Задача № 5

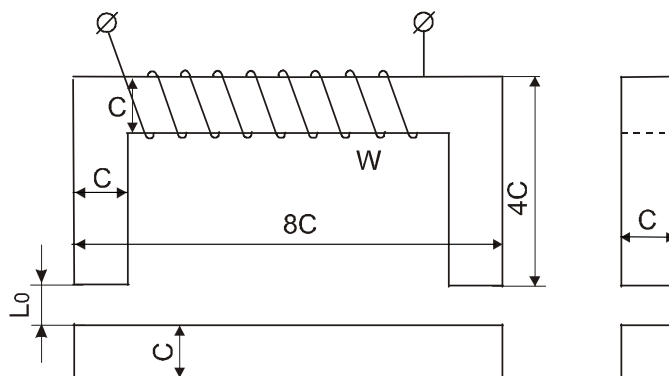


Рис.4

**Дано:** Подъемный электромагнит имеет магнитопровод и якорь прямоугольного сечения, выполненные из листовой электротехнической стали 1212. Катушка электромагнита имеет  $W$  витков. Воздушный зазор между стержнями и якорем электромагнита имеет длину  $L_0 = 0,5$  мм. Определить величину тока в катушке для создания подъемной силы  $F$ .  $C = 4,5$  см,  $W = 300$  витков,  $F = 3$  кН,  $L_0 = 0,5 \cdot 10^{-3}$  м.

1. Определяем необходимую величину индукции в зазорах, учитывая, что  $B = \sqrt{\frac{F \cdot \mu_0}{2 \cdot S}}$ , где  $S = C^2 = 2,10^{-3} \text{ м}^2$  – площадь сечения магнитопровода,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ .  $B = 1,36$  Тл.

2. Определяем магнитную напряженность в зазоре:

$$H_0 = B/\mu_0 = 1,08 \cdot 10^6 \text{ А/м}.$$

3. Определяем величину напряженности магнитного поля в магнитопроводе для указанной стали:  $H_{СТ} = 1540$  А/м.

4. Определяем длину средней магнитной линии по рис.4 и данным размерам:

$$\ell_{CP} = 8C - C + 2(4C - C/2) + 8C - C + C = 22 \cdot C = 99,0 \text{ см} = 0,99 \text{ м}.$$

5. Определяем падение магнитного напряжения в стали:  $U_{MC} = H_{СТ} \cdot \ell_{CP} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ А}$ .

6. Определяем падение магнитного напряжения на воздушных зазорах:

$$U_{M3} = 2 H_0 \cdot L_0 = 2 \cdot 1,08 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 1,08 \cdot 10^3 \text{ А}.$$

7. По второму закону Кирхгофа для магнитных цепей записываем:

$$I \cdot W = U_{M3} + U_{MC}, \text{ откуда}$$

$$I = (U_{M3} + U_{MC})/W = 2,58 \cdot 10^3 / 300 = 8,6 \text{ А}.$$

**ОТВЕТ:** Необходимый ток в катушке составляет 8,6 А.

### Задача № 6.

Трехфазный трансформатор имеет номинальную мощность  $S_n$ , первичное номинальное линейное напряжение  $U_{1n}$ , вторичное линейное напряжение холостого хода  $U_{2x}$ , напряжение  $u_k$  % и мощность  $P_k$  номинального короткого замыкания, мощность холостого хода  $P_x$ . Ток холостого хода составляет  $k$  процентов от номинального тока. Определить коэффициент мощности холостого хода  $\cos \varphi_0$ , сопротивления первичной и вторичной обмоток  $R_1, X_1, R_2, X_2$ , расчетные сопротивления  $Z_m, R_m, X_m$ . Построить внешнюю характеристику  $U_2 = f_1(\beta)$  и зависимость КПД от нагрузки  $\eta = f_2(\beta)$  при  $\beta = 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25$  и  $\cos \varphi_2 = 0,8$ . Нарисовать T-образную схему замещения трансформатора.

**Примечание.** Для построения внешней характеристики воспользоваться изменением вторичного напряжения:



$$\Delta u_2 \% = \beta (u_{ka} \cdot \cos \varphi_2 + u_{kp} \cdot \sin \varphi_2); \quad U_2 = U_{2x} \left(1 - \frac{\Delta u_2 \%}{100}\right);$$

$$u_{ka} = u_k \cdot \cos \varphi_k; \quad u_{kp} = \sqrt{(u_k)^2 - u_{ka}^2}; \quad \cos \varphi_k = \frac{R_k}{Z_k}; \quad \beta = \frac{I_1}{I_{1H}} \approx \frac{I_2}{I_{2H}}.$$

**Дано:**  $S_H = 25$  кВА,  $U_{1H} = 6$  кВ,  $U_{2X} = 400$ В,  $U_K = 4,5\%$ ,  $P_K = 600$  Вт,  $P_X = 125$  Вт,  $k = 3\%$ , Группа соединений «звезда – треугольник» -11.

1. Определяем номинальный ток в первичной обмотке:

$$I_{1H} = \frac{S_H}{\sqrt{3}U_{1H}} = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 10^3} = 2,406 \text{ А.}$$

2. Определяем ток холостого хода:  $I_{1X} = k \cdot I_{1H} = 0,03 \cdot 2,04 = 0,072$  А.

3. Определяем коэффициент мощности XX:

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_X}{\sqrt{3}U_{1H} \cdot I_{1X}} = \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot 0,072} = 0,167$$

$$\varphi_0 = \arccos 0,167 = 80,41^\circ.$$

4. Определяем угол магнитных потерь:  $\delta = 90^\circ - \varphi_0 = 9.59^\circ$ .

5. Определяем сопротивление обмоток:

5.1 Полное сопротивление обмоток при коротком замыкании:

$$Z_K = \frac{U_K \cdot U_{1H}^2 \cdot \sqrt{3}}{S_H} = \frac{0,045 \cdot (6 \cdot 10^3)^2 \cdot \sqrt{3}}{25 \cdot 10^3} = 112,24 \text{ Ом}$$

5.2 Активное сопротивление обмоток:  $R_K = \frac{P_K}{3 \cdot I_{1H}^2} = \frac{600}{3 \cdot 2,406^2} = 34,56$  Ом.

5.3 Реактивное сопротивление обмоток:

$$X_K = \sqrt{Z_K^2 - R_K^2} = \sqrt{112,24^2 - 34,56^2} = 106,78 \text{ Ом.}$$

6. Определяем сопротивления первичной обмотки:

6.1 Активное сопротивление:  $R_1 = R_2' = \frac{R_K}{2} = \frac{34,56}{2} = 17,28$  Ом.

6.2 Реактивное сопротивление:  $X_1 = X_2' = \frac{X_K}{2} = \frac{106,78}{2} = 53,39$  Ом

7. Определяем коэффициент трансформации:

$$n = \frac{U_{1H}}{\sqrt{3} \cdot U_{2X}} = \frac{6 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 8,66.$$

8. Определяем сопротивления вторичной обмотки:

8.1 Активное сопротивление:  $R_2 = \frac{R_2'}{n^2} = \frac{17,28}{8,66^2} = 0,2304$  Ом.

8.2 Реактивное сопротивление:  $X_2 = \frac{X_2'}{n^2} = \frac{53,39}{8,66^2} = 0,7119$  Ом.

9. Определяем сопротивления намагничивающей цепи:

$$Z_M = \frac{U_{1H}}{\sqrt{3} \cdot I_{1X}} = \frac{6 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,072} = 48,0 \cdot 10^3 \text{ Ом}; \quad R_M = \frac{P_X}{3 \cdot I_{1X}^2} = \frac{125}{3 \cdot 0,072^2} = 8,0 \cdot 10^3 \text{ Ом};$$

$$X_M = \sqrt{Z_M^2 - R_M^2} = \sqrt{(48,0 \cdot 10^3)^2 - (8,0 \cdot 10^3)^2} = 47,3 \cdot 10^3 \text{ Ом.}$$

10. Определяем потерю напряжения во вторичной обмотке трансформатора, используя приведенные в условиях задачи выражение для  $\Delta U_2$ , где  $U_{КА}$  и  $U_{КР}$  составляющие соответственно активного и реактивного напряжения короткого замыкания:

$$U_{КА} = U_K \cdot \cos \varphi_K, \quad \cos \varphi_K = \frac{R_K}{Z_K}, \quad U_{КА} = U_K R_K / Z_K = 34,56 \cdot 4,5 / 112,24 = 1,39\%,$$

$$U_{КР} = \sqrt{U_K^2 - U_{КА}^2} = \sqrt{4,5^2 - 1,39^2} = 4,28\%$$

По выражению  $\Delta u_2 \% = \beta (u_{ка} \cdot \cos \varphi_2 + u_{кр} \cdot \sin \varphi_2)$  для заданных  $\beta$  рассчитываем значения  $\Delta u_2 \%$  и сводим все в табл. №1

Табл. №1

|                 |      |      |      |      |      |   |
|-----------------|------|------|------|------|------|---|
| $\beta$         | 0,25 | 0,5  | 0,75 | 1,0  | 1,25 | 0 |
| $\Delta u_2 \%$ | 0,92 | 1,84 | 2,76 | 3,68 | 4,60 | 0 |

11. Определяем напряжение на зажимах вторичной обмотки трансформатора по выражению  $U_2 = U_{2x} (1 - \frac{\Delta u_2 \%}{100})$  и заданным значениям  $\beta$  (Табл. №2):

Табл. №2

|         |     |        |        |        |        |        |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\beta$ | 0   | 0,25   | 0,5    | 0,75   | 1,00   | 1,25   |
| $U_2$   | 400 | 396,32 | 392,65 | 388,97 | 385,29 | 381,61 |

По данным табл. №2 строится график зависимости  $U_2 = f(\beta)$ .

12. Рассчитываем значение к.п.д. от коэффициента нагрузки  $\beta$  по выражению

$$\eta = \frac{\beta \cdot S_H \cdot \cos \varphi_2}{\beta \cdot S_H \cdot \cos \varphi_2 + \beta^2 \cdot P_K + P_X} . \text{ Данные расчета заносим в Табл. №3}$$

Табл. №3

|         |   |       |       |       |       |       |
|---------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\beta$ | 0 | 0,25  | 0,5   | 0,75  | 1,0   | 1,25  |
| $\eta$  | 0 | 0,969 | 0,973 | 0,970 | 0,965 | 0,959 |

По данным табл. №3 строится зависимость  $\eta = f(\beta)$ .

13. Изображается Т-образная схема замещения трансформатора с соответствующими обозначениями.

**ОТВЕТ** :  $\cos \varphi_0 = 0,167$ ;  $R_1 = 17,28 \text{ Ом}$ ;  $X_1 = 53,39 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = 0,23 \text{ Ом}$ ;  $X_2 = 0,71 \text{ Ом}$ ;  $Z_M = 48,0 \cdot 10^3 \text{ Ом}$ ;  $R_M = 8,0 \cdot 10^3 \text{ Ом}$ ;  $X_M = 47,3 \cdot 10^3 \text{ Ом}$ .

### Задача №7

Генератор независимого возбуждения имеет следующие номинальные данные: номинальная мощность  $P_H$ , номинальное напряжение  $U_H$ ,

сопротивление обмотки якоря в нагретом состоянии  $R_{я}$ . Определить электромагнитную мощность генератора и относительное изменение напряжения  $\Delta u\%$  на его зажимах при переходе от номинального режима к режиму холостого хода. Построить внешнюю характеристику генератора. Реакцией якоря и падением напряжения в контактах щеток пренебречь.

**Указание.** Ознакомиться с решением задачи 11.2 по [9, с.216-217], при этом следует помнить, что в генераторе с независимым возбуждением изменение нагрузки не оказывает влияния на магнитный поток.

**Дано:**  $P_H = 30$  кВт,  $U_H = 230$  В,  $R_{я} = 0,051$  Ом.

1. Определяем номинальный ток в нагрузке:

$$I_H = P_H / U_H = 30 \cdot 10^3 / 230 = 130,43 \text{ А.}$$

2. Определяем падение напряжения на сопротивлении якоря:

$$U_{я} = I_H \cdot R_{я} = 130,43 \cdot 0,051 = 6,65 \text{ В}$$

3. Определяем э.д.с., развиваемую генератором:

$$E_{Г} = U_H + U_{я} = 230 + 6,65 = 236,65 \text{ В.}$$

4. Определяем электромагнитную мощность генератора:

$$P_{ЭМ} = E_{Г} \cdot I_H = 236,65 \cdot 130,43 \approx 30866 \text{ В.}$$

5. Определяем относительное падение напряжения на зажимах генератора при переходе от номинального режима к режиму холостого хода, учитывая, что при ХХ  $E_{Г} = U_{ВЫХ}$ :

$$\frac{\Delta U}{U_H} \cdot 100 = \frac{E_{Г} - U_H}{U_H} \cdot 100 = \frac{236,65 - 230}{230} \cdot 100 = 2,86\%.$$

6 Строим внешнюю характеристику генератора ( $U_{ВЫХ} / I_H$ ). Строится характеристика по двум точкам: ХХ и номинальный режим, т.к. эта характеристика линейна.

$$\text{ОТВЕТ: } P_{ЭМ} \approx 30866 \text{ В; } \frac{\Delta U}{U_H} \cdot 100 = 2,89\%.$$

### Задача № 10

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором питается от сети с линейным напряжением 380В частотой  $f=50$ Гц. Величины, характеризующие номинальный режим двигателя: мощность на валу  $P_H$ ; скольжение  $s_H$ ; коэффициент мощности  $\cos \varphi_H$ ; КПД  $\eta_H$ ; число пар полюсов  $p$ ; кратности максимального и пускового моментов относительно номинального  $m_K$  и  $m_n$ . Определить ток, потребляемый двигателем из сети; частоту вращения ротора при номинальном режиме; номинальный, максимальный и пусковой моменты; критическое скольжение,

пользуясь приближенной формулой  $M = \frac{2M_{\max}}{s/s_K + s_K/s}$ . Определить вели-

чины моментов, используя эту формулу и частоты вращения ротора, соответствующие значениям скольжений:  $s_H$ ;  $s_K$ ; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0. Построить механическую характеристику  $n = f(M)$  электродвигателя.

**Дано:**  $P_H = 0,75$  кВт,  $\eta_H = 77\%$ ,  $\cos\varphi_H = 0,87$ ,  $s_H = 5,9\%$ ,  $p = 1$ ,  
 $U_{\text{Л}} = 380$  В,  $m_K = 2,2$ ,  $m_n = 2,0$ ,  $f = 50$  Гц.

1. Определяем номинальную мощность, потребляемую из сети:

$$P_{1H} = P_H / \eta_H = 0,75 / 0,77 = 0,97 \text{ кВт.}$$

2. Определяем ток из сети в номинальном режиме:

$$J_{1H} = \frac{P_{1H}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi_H} = \frac{0,97 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,87} = 0,17 \text{ А.}$$

3. Определяем частоту вращения магнитного поля в номинальном режиме:  $n_C = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000$  об/мин.

4. Определяем частоту вращения ротора в номинальном режиме:

$$n_n = n_C (1 - s_n) = 3000(1 - 0,059) = 2823 \text{ об/мин}$$

5. Определяем номинальный момент двигателя

$$M_H = 9,55 \frac{P_H}{n_n} = 9,55 \frac{0,75 \cdot 10^3}{2823} = 2,5 \text{ Нм.}$$

6. Определяем пусковой момент двигателя:

$$M_{\text{П}} = M_H \cdot m_{\text{П}} = 2,5 \cdot 2,0 = 5,0 \text{ Нм.}$$

7. Определяем максимальный момент двигателя:

$$M_{\text{max}} = M_H \cdot m_K = 2,5 \cdot 2,2 = 5,5 \text{ Нм.}$$

8. Находим критическое скольжение по уравнению Клосса:

$$M_H = \frac{2M_{\text{max}}}{\frac{s_{\text{KP}}}{s_H} + \frac{s_H}{s_{\text{KP}}}} \text{ или } \frac{s_{\text{KP}}}{s_H} + \frac{s_H}{s_{\text{KP}}} = 2m_K, \quad s_{\text{KP}}^2 - 2m_K \cdot s_H \cdot s_{\text{KP}} + s_H^2 = 0,$$

$$s_{\text{KP}} = 0,13 \pm \sqrt{0,13^2 - 3,5 \cdot 10^{-3}} = 0,13 \pm 0,116 \text{ или } s_{\text{KP}} = 0,246.$$

9. Рассчитываем и строим механическую характеристику  $n = f(M)$  по формуле Клосса:

при  $s = 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0$ ;  $s_H; s_{\text{KP}}$  по  $n = n_C \cdot (1 - s)$ . Результаты заносим в таблицу

|                          |     |       |     |     |     |     |     |
|--------------------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| s                        | 0   | $s_H$ | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
| $n \cdot 10^3$<br>об/мин | 3,0 | 2,268 | 2,7 | 2,4 | 1,8 | 1,2 | 0,6 |
| $M$ , Нм                 | 0   | 5.6   | 3.8 | 5.4 | 4.9 | 3.9 | 3.2 |

**ОТВЕТ:**  $I_{1H} = 0,17$  А,  $n_n = 2823$  об/мин,  $M_{\text{П}} = 5,0$  Нм,  $M_{\text{max}} = 5,5$  Нм,  $M_H = 2,5$  Нм,  $s_{\text{KP}} = 0,246$ .

## 5. Итоговый контроль

По итогам изучения курса проводится проверка приобретенных знаний, навыков и умений, которая осуществляется посредством сдачи зачета/экзамена. Итоговый контроль должен охватывать основные разделы курса и может содержать как теоретические вопросы, так практические задания.

**Форма (билеты, тесты, устное собеседование и т.п.) и объем итогового контроля формирует принимающий преподаватель.**

### **5.1. Требования для сдачи зачета/экзамена**

Студент считается допущенным к сдаче зачета/экзамена при обязательном выполнении следующих условий:

1. сдано и зачтено индивидуальное домашнее задание;
2. выполнены и зачтены отчеты по лабораторным работам.

Зачет/экзамен считается сданным, если студент ответил на 55% вопросов итогового контроля.

### **5.2. Вопросы для подготовки к зачету/экзамену**

1. Параметры и элементы схем замещения электрических цепей.
2. Основные законы электрических цепей.
3. Законы Кирхгофа и их применение для расчета установившегося режима линейных резистивных электрических цепей.
4. Символический метод расчета установившегося режима линейных электрических цепей с гармоническими (синусоидальными) напряжениями и токами.
5. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.
6. Активная, реактивная и полная мощности при гармонических (синусоидальных) напряжениях и токах.
7. Сущность и применение метода контурных токов при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
8. Сущность и применение метода узловых потенциалов при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
9. Сущность и применение метода наложения при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
10. Сущность и применение метода эквивалентного генератора при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах.
11. Согласное и встречное включение индуктивно связанных элементов; развязка индуктивной связи.
12. Расчет схем замещения линейных электрических цепей с индуктивно связанными элементами и гармоническими (синусоидальными) напряжениями и токами.
13. Закон сохранения энергии электрической цепи; балансы мощностей при постоянных и гармонических (синусоидальных) токах и напряжениях.
14. Потенциальная диаграмма при постоянных токах; лучевые и топографические векторные диаграммы при гармонических (синусоидальных) токах и напряжениях.
15. Резонансные явления в электрических цепях.
16. Расчет симметричного режима линейных трехфазных цепей с гармоническими (синусоидальными) токами и напряжениями.
17. Расчет несимметричного режима линейных трехфазных цепей с гармоническими (синусоидальными) токами и напряжениями.

18. Измерение мощности в трехфазных цепях.
19. Представление периодических негармонических (несинусоидальных) напряжений и токов в тригонометрический ряд Фурье; действующие значения периодических напряжений и токов.
20. Активная, реактивная и полная мощности при периодических негармонических (несинусоидальных) напряжениях и токах.
21. Особенности расчета линейных цепей с периодическими негармоническими (несинусоидальными) напряжениями и токами.
22. Возникновение переходных процессов и законы коммутации.
23. Сущность и применение классического метода расчета переходных процессов в линейных электрических цепях.
24. Независимые и зависимые начальные условия, принужденные составляющие напряжений и токов, корни характеристического уравнения и их определение при расчете переходных процессов в линейных электрических цепях.
25. Методы расчета нелинейных резистивных цепей.
26. Применение метода эквивалентного генератора для расчета резистивных цепей с одним нелинейным элементом.
27. Законы Кирхгофа для магнитных цепей.
28. Схемы замещения участков магнитной цепи с постоянной мдс.
29. Расчет неразветвленной магнитной цепи с постоянной мдс. прямая и обратная задача.
30. Магнитная цепь с переменной мдс; схема замещения реальной катушки индуктивности.
31. Расчет магнитной цепи с постоянной мдс с разветвленным магнитопроводом; прямая задача.
32. Идеальная индуктивная катушка со стальным сердечником; уравнение, векторная диаграмма, схемы замещения; расчет параметров схем замещения.
33. Реальная индуктивная катушка со стальным сердечником; уравнение, векторная диаграмма, схема замещения.
34. Эквивалентный синусоидальный ток в катушке с ферромагнитным сердечником.
35. Форма кривой тока в идеализированной катушке с ферромагнитным сердечником при синусоидальном приложенном напряжении.
36. Устройство, принцип действия однофазного трансформатора.
37. Уравнения электрического и магнитного равновесия идеализированного трансформатора.
38. Схема замещения идеализированного трансформатора; параметры схемы замещения.
39. Реальный трансформатор; уравнения, схема замещения.
40. Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора.
41. Потери энергии и коэффициент полезного действия трансформатора.

42. Внешняя характеристика трансформатора.
43. Измерительные трансформаторы.
44. Устройство и конструкция трехфазной асинхронной машины.
45. Короткозамкнутый и фазный ротор.
46. Создание вращающегося магнитного поля.
47. Скольжение; режимы работы асинхронной машины.
48. Способы пуска трехфазного асинхронного двигателя.
49. Способы регулирования частоты вращения трехфазного асинхронного двигателя.
50. Механическая характеристика трехфазного асинхронного двигателя.
51. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
52. Пуск асинхронного двигателя с фазным ротором.
53. Пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
54. Однофазные асинхронные двигатели.
55. Устройство и конструкция машин постоянного тока.
56. Режимы работы машины постоянного тока.
57. Магнитное поле машин постоянного тока под нагрузкой; реакция якоря.
58. Схемы возбуждения магнитного потока в машинах постоянного тока.
59. Характеристики генератора постоянного тока независимого возбуждения.
60. Условия самовозбуждения генераторов постоянного тока.
61. Характеристики генератора постоянного тока параллельного возбуждения.
62. Характеристики генератора постоянного тока смешанного возбуждения.
63. Способы пуска двигателей постоянного тока.
64. Уравнение механической характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
65. Способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока независимого и параллельного возбуждения.
66. Способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока последовательного возбуждения.
67. Двигатели постоянного тока параллельного возбуждения; устройство, принцип действия, механическая характеристика.
68. Назначение щеточно-коллекторного узла в машинах постоянного тока.
69. Конструкция синхронных машин.
70. Режимы работы синхронной машины.
71. Угловая характеристика синхронного генератора; регулирование активной мощности.
72. U-образная характеристика синхронного генератора; регулирование реактивной мощности.

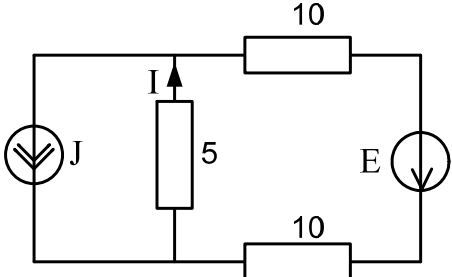
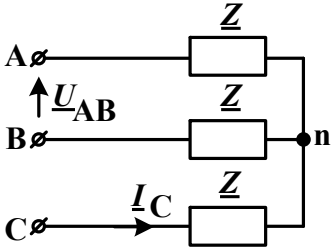
73. Уравнения, векторная диаграмма и схема замещения синхронного генератора, работающего параллельно с мощной сетью.

74. Уравнения, векторная диаграмма и схема замещения синхронного двигателя.

75. Принцип действия и внешняя характеристика синхронного генератора, работающего в автономном режиме.

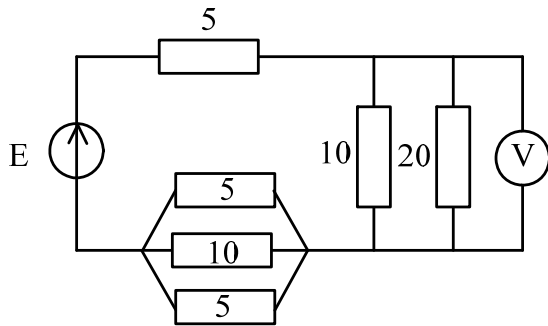
### 5.3. Примеры зачетных/экзаменационных билетов

#### Билет №1

|  |   |
|--|---|
|  <p>Задача 1.<br/>Определить ток <math>I</math>, если <math>J = 10 \text{ A}</math>, <math>E = 100 \text{ В}</math>, сопротивления на схеме даны в Омах</p>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 20 А</li> <li>2. 12 А</li> <li>3. 10 А</li> </ol>   |
|  <p>Задача 2.<br/>Определить в показательной форме ток <math>I_C</math>, если известно сопротивление <math>Z = 100</math> (Ом) и напряжение симметричного трехфазного источника <math>\underline{U}_{AB} = 380e^{j90^\circ}</math> (В).</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>3.3 e^{-j90^\circ}</math> А</li> <li>2. <math>2.2 e^{j180^\circ}</math> А</li> <li>3. <math>5.0 e^{j90^\circ}</math> А</li> </ol>               |
| <p>Задача 3<br/>От чего не зависит скорость вращения магнитного поля а асинхронном двигателе</p>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. От частоты приложения <math>U</math></li> <li>2. От схемы соединения обмоток статора</li> <li>3. От количества пар полюсов обмотки статора</li> </ol> |



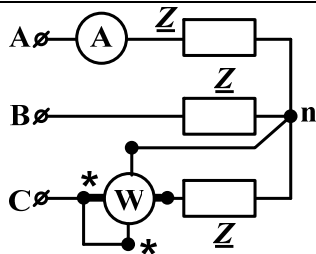
**Билет №2**



1. 830 Вт
2. 492 Вт
3. 234 Вт

**Задача 1**

Показание вольтметра – 40 В. Определить мощность, вырабатываемую источником ЭДС, если сопротивления на схеме даны в Омах.



**Задача 2**

Трёхфазный источник симметричен. Определить показание ваттметра  $P_W$ , если известно сопротивление  $Z=50$  (Ом) и показание амперметра  $I=2,54$  (А).

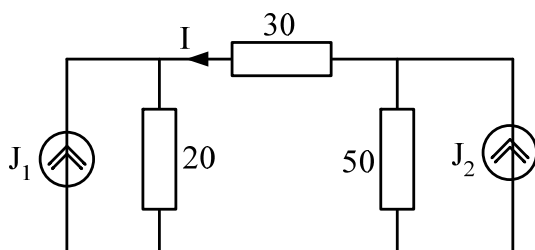
1. 322.6 Вт
2. 450 Вт
3. 127.6 Вт

**Задача 3**

Для чего используются кольца в фазном роторе асинхронного двигателя

1. Для регулирования частоты вращения двигателя
2. Для реверсирования двигателя
3. Для пуска и торможения двигателя.

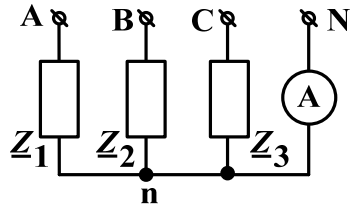
**Билет №3**



1. 1 mA
2. 5 mA
3. 8 mA

**Задача 1**

Определить ток I, если  $J_1 = 100$  mA,  $J_2 = 50$  mA



Задача 2

Трёхфазный источник с  $E_{\Phi}=100$  (В) симметричен. Определить показание амперметра  $I_A$ , если известны  $Z_1 = -j50$  (Ом);  $Z_2 = j50$  (Ом);  $Z_3 = 50$  (Ом).

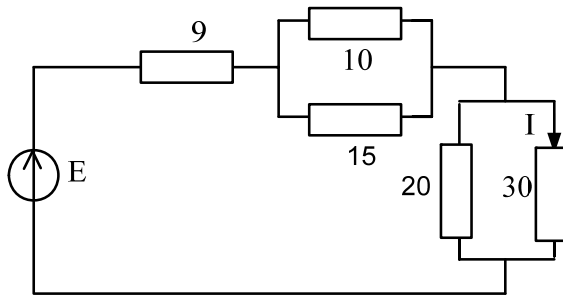
1. 12.3 А
2. 8.0 А
3. 5.46 А

Задача 3

При каком значении скольжения момент на валу максимальный

1.  $S = 0$
2.  $S = 0.5$
3.  $S = 1$

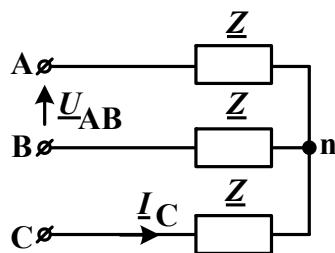
Билет №4



Задача 1

$I = 0.8$  А. Определить мощность, вырабатываемую источником ЭДС, если сопротивления на схеме даны в Омах.

1. 16 Вт
2. 108 Вт
3. 230 Вт



Задача 2

Определить в показательной форме ток  $I_C$ , если известно сопротивление  $Z = -j100$  (Ом) и напряжение симметричного трехфазного источника  $U_{AB} = 220e^{-j30^\circ}$  (В).

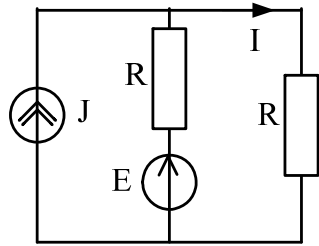
1.  $3.0 e^{-j30}$  А
2.  $1.27 e^{j150}$  А
3.  $5.7 e^{j90}$  А

|  |   |
|--|---|
| <p>Задача 3<br/>Что создает основной магнитный поток в генераторе постоянного тока</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ток возбуждения</li> <li>2. Ток нагрузки</li> <li>3. Напряжение нагрузки</li> </ol> |
|--|---|

**Билет №5**

|  |  |
|--|--|
| <div style="text-align: center;"> </div> <p>Задача 1<br/>Найти ток <math>I</math> методом эквивалентного генератора, если <math>E_1 = 90\text{В}</math>, <math>E_2 = 160\text{В}</math>, сопротивления на схеме заданы в Омах.</p>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0.5 А</li> <li>2. 2 А</li> <li>3. 6 А</li> </ol>             |
| <div style="text-align: center;"> </div> <p>Задача 2<br/>Трехфазный источник с <math>U_{\text{Л}}=200</math> (В) симметричен. Определить показание амперметра <math>I_A</math>, если известны <math>\underline{Z}_1 = -j200</math> (Ом); <math>\underline{Z}_2 = -j200</math> (Ом); <math>\underline{Z}_3 = 200</math> (Ом).</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1.93 А</li> <li>2. 2.5 А</li> <li>3. 4.0 А</li> </ol>        |
| <p>Задача 3<br/>Является ли режим КЗ опасным для генератора постоянного тока с параллельным возбуждением</p>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Да</li> <li>2. Нет</li> <li>3. Скорее Да, чем Нет</li> </ol> |

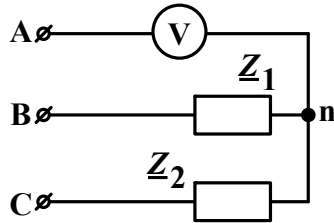
### Билет №6



Задача 1

Определить ток  $I$ , если  $J=10\text{A}$ ,  $E=10\text{В}$ ,  $R=10\text{Ом}$

1. 3.3 А
2. 5.5 А
3. 8.6 А



Задача 2

Трехфазный источник с  $U_{\text{Л}}=100$  (В) симметричен. Определить показание вольтметра  $U_V$ , если известны  $Z_1=j100$  (Ом);  $Z_2=j100$  (Ом).

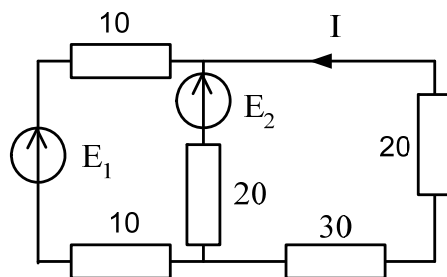
1. 101.8 В
2. 92.0 В
3. 86.6 В

Задача 3

Роль коллектора в машинах постоянного тока

1. Выпрямитель
2. Крепление щеток
3. Уменьшение искрения

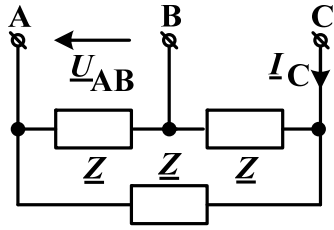
### Билет № 7



Задача 1

Найти ток  $I$  методом эквивалентного генератора, если  $E_1=100\text{В}$ ,  $E_2=20\text{В}$ , сопротивления на схеме заданы в Омах.

1. -10 А
2. -1 А
3. +4 А



Задача 2

Определить в показательной форме ток  $\underline{I}_C$ , если известно сопротивление  $\underline{Z}=100$  (Ом) и напряжение симметричного трехфазного источника  $\underline{U}_{AB}=380e^{j90^\circ}$  (В).

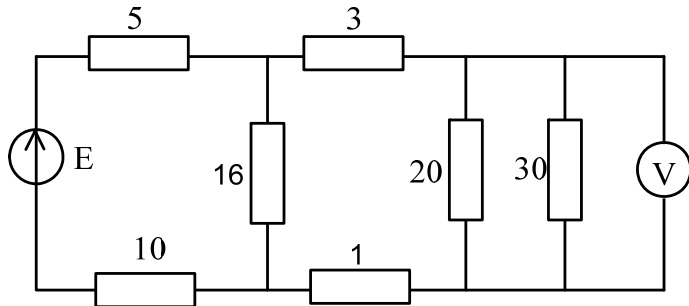
1.  $6.58e^{j180}$  А
2.  $8.3 e^{j90}$  А
3.  $3.2 e^{j30}$  А

Задача 3

Какой прием не позволяет реверсировать двигатель постоянного тока

1. Изменение направления тока в якоре
2. Изменение направления тока обмотки возбуждения
3. Уменьшение тока возбуждения

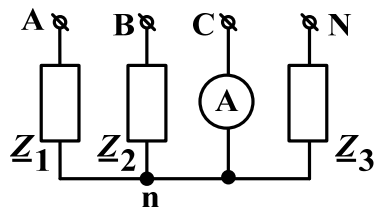
Билет № 8



Задача 1

Показание вольтметра - 60В. Определить  $E$ , если сопротивления на схеме даны в Омах.

1. 120 В
2. 230 В
3. 450 В



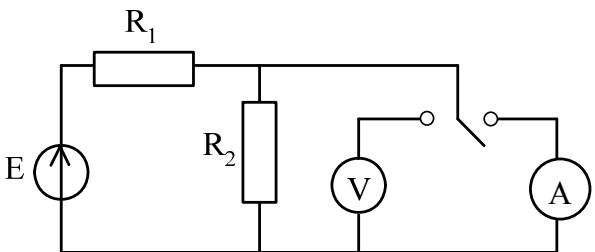
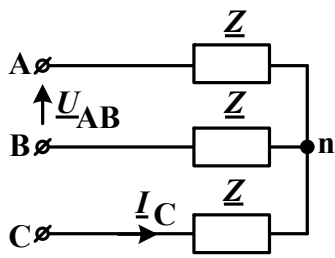
Задача 2

Трехфазный источник с  $E_\Phi=200$  (В) симметричен. Определить показание амперметра  $I_A$ , если известны  $\underline{Z}_1= j100$  (Ом);  $\underline{Z}_2=j100$  (Ом);  $\underline{Z}_3=-j100$  (Ом).

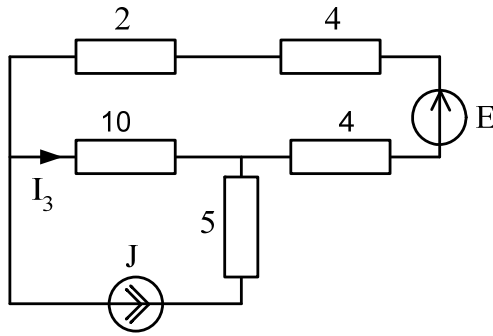
1. 6 А
2. 5 А
3. 4 А

|   |   |
|---|---|
| <p>Задача 3<br/>Укажите основные конструктивные детали машин постоянного тока</p> | <p>1. Индуктор, якорь, коллектор, вентилятор<br/>2. Индуктор, якорь, коллектор, щетки<br/>3. Статор, главные полюса, якорь, коллектор</p> |
|---|---|

**Билет № 9**

|   |  |
|---|--|
|  <p>Задача 1<br/>Ключ в положении 1: вольтметр показывает 15В. Ключ в положении 2: амперметр показывает 5А. Определить <math>R_1</math> и <math>R_2</math>, если <math>E = 25В</math>.</p>   | <p>1. <math>R_1 = 15 \text{ Ом}, R_2 = 270 \text{ Ом}</math><br/>2. <math>R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 7.5 \text{ Ом}</math><br/>3. <math>R_1 = 3 \text{ Ом}, R_2 = 3.5 \text{ Ом}</math></p> |
|  <p>Задача 2<br/>Определить в показательной форме ток <math>\underline{I}_C</math>, если известно сопротивление <math>\underline{Z} = j100</math> (Ом) и напряжение симметричного трехфазного источника <math>\underline{U}_{AB} = 127e^{j0^\circ}</math> (В).</p> | <p>1. <math>1.2 e^{j90^\circ} \text{ А}</math><br/>2. <math>0.74 e^{j0^\circ} \text{ А}</math><br/>3. <math>3.7 e^{j30^\circ} \text{ А}</math></p>   |
| <p>Задача 3<br/>Укажите частоту вращения асинхронного двигателя при <math>S = 0.005, P = 1, f = 50 \text{ Гц}</math></p>  | <p>1. 3000 об/мин<br/>2. 2850 об/мин<br/>3. 1425 об/мин</p>  |

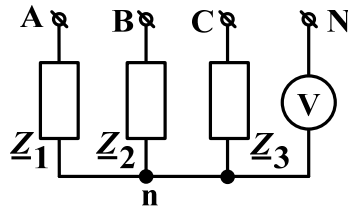
**Билет № 10**



**Задача 1**

Найти ток  $I_3$  методом эквивалентного генератора, если  $E = 40\text{В}$ ,  $J = 2\text{А}$ , сопротивления на схеме заданы в Омах.

- 1. 0.5 А
- 2. 1 А
- 3. 4 А



**Задача 2**

Трехфазный источник с  $E_\Phi = 100$  (В) симметричен. Определить показание вольтметра  $U_V$ , если известны  $Z_1 = j100$  (Ом);  $Z_2 = -j100$  (Ом);  $Z_3 = 200$  (Ом).

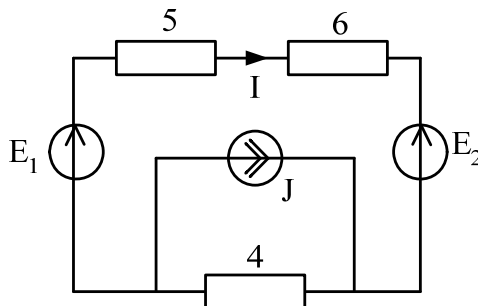
- 1. 173.2 В
- 2. 153.0 В
- 3. 246.0 В

**Задача 3**

В каком режиме определяют магнитные потери мощности в трансформаторе

- 1. В режиме ХХ
- 2. В режиме КЗ
- 3. В номинальном режиме

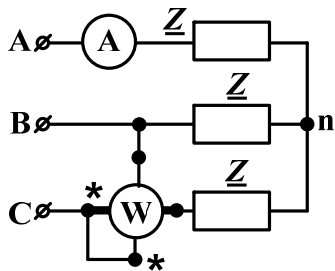
**Билет № 11**



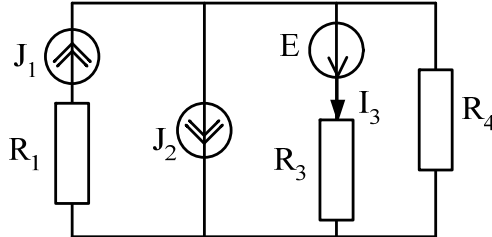
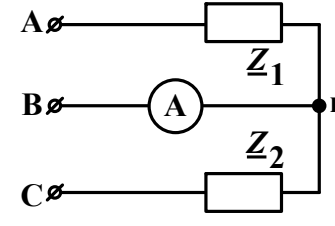
**Задача 1**

$J = 10\text{А}$ ,  $E_1 = 120\text{В}$ ,  $E_2 = 20\text{В}$ . Определить ток  $I$

- 1. 8 А
- 2. 4 А
- 3. 1 А

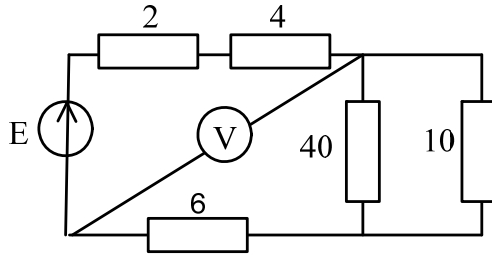
|  |  |
|--|--|
|  <p>Задача 2<br/>Трехфазный источник симметричен. Определить показание ваттметра <math>P_W</math>, если известно сопротивление <math>Z=j50</math> (Ом) и показание амперметра <math>I=4,4</math> (А).</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 230 Вт</li> <li>2. 836 Вт</li> <li>3. 988 Вт</li> </ol>  |
| <p>Задача 3<br/>Чему равен вращающий момент асинхронного двигателя при а) <math>S = 0</math>, б) <math>S = 1</math></p>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. а) 0 ; б) <math>M_{\text{пуск}}</math></li> <li>2. а) 0 ; б) 0</li> <li>3. а) <math>M_{\text{пуск}}</math> ; б) 0</li> </ol> |

### Билет № 12

|  |   |
|--|---|
|  <p>Задача 1<br/><math>J_1 = 10</math> А, <math>J_2 = 2</math> А, <math>E = 40</math> В, <math>R_1 = 6</math> Ом, <math>R_4 = 4</math> Ом, <math>R_3 = 2</math> Ом. Найти ток <math>I_3</math></p>                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 5 А</li> <li>2. 12 А</li> <li>3. 25 А</li> </ol>  |
|  <p>Задача 2<br/>Трехфазный источник с <math>U_{\text{Л}}=100</math> (В) симметричен. Определить показание амперметра <math>I_A</math>, если известны <math>Z_1=200</math> (Ом); <math>Z_2=-j200</math> (Ом).</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0.5 А</li> <li>2. 0.26 А</li> <li>3. 0.6 А</li> </ol>                                   |
| <p>Задача 3<br/>В каком режиме работы трансформатора определяются потери мощности в меди</p>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В режиме ХХ</li> <li>2. В опытном режиме КЗ</li> <li>3. В номинальном режиме</li> </ol> |



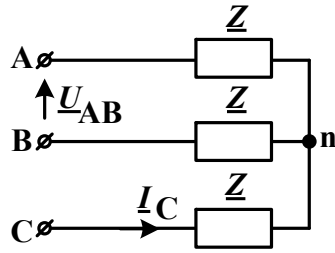
**Билет № 13**



**Задача 1**

Определить показание вольтметра, если  $E = 100\text{В}$ , сопротивления на схеме заданы в Омах.

1. 67 В
2. 70 В
3. 90 В



**Задача 2**

Определить в показательной форме напряжение  $\underline{U}_{AB}$  симметричного трехфазного источника, если известно сопротивление  $\underline{Z}=200$  (Ом) и ток  $\underline{I}_C=1,1e^{j90^\circ}$  (А).

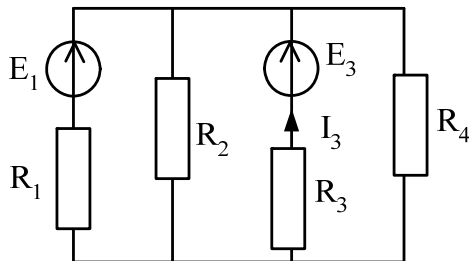
1.  $127 e^{j90}$  В
2.  $380 e^{j0}$  В
3.  $450 e^{j180}$  В

**Задача 3**

Для чего магнитопровод трансформатора собирают из тонких изолированных стальных пластин

1. Для уменьшения потерь на гистерезис
2. Для уменьшения потерь на вихревые токи
3. Для уменьшения потерь в обмотках

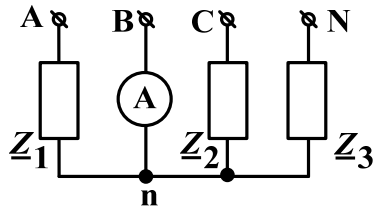
**Билет № 14**



**Задача 1**

$E_1 = E_3 = 60\text{В}$ ,  $R_3 = 3\text{Ом}$ ,  $R_1 = R_2 = R_4 = 6\text{Ом}$ .  
Найти ток  $I_3$

1. 1 А
2. 8 А
3. 12 А



Задача 2

Трехфазный источник с  $E_{\Phi}=100$  (В) симметричен. Определить показание амперметра  $I_A$ , если известны  $Z_1=j100$  (Ом);  $Z_2=100$  (Ом);  $Z_3=-j100$  (Ом).

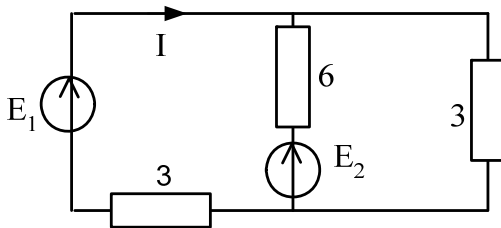
1. 0.32 А
2. 0.73 А
3. 0.99 А

Задача 3

Что в трансформаторе создает основной магнитный поток

1. Ток первичной обмотки
2. Ток вторичной обмотки
3. Разность токов в первичной и вторичной обмотках

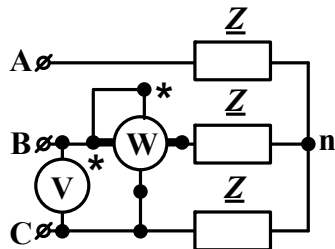
Билет № 15



Задача 1

Найти ток  $I$  методом эквивалентного генератора, если  $E_1 = 36$  В,  $E_2 = 18$  В, сопротивления на схеме заданы в Омах.

1. 1 А
2. 6 А
3. 10 А



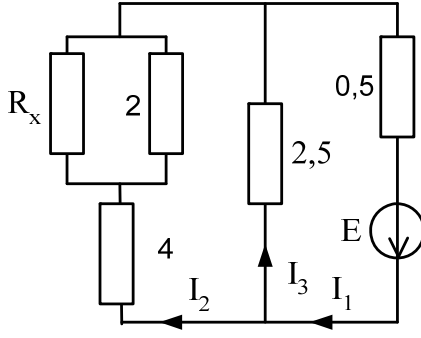
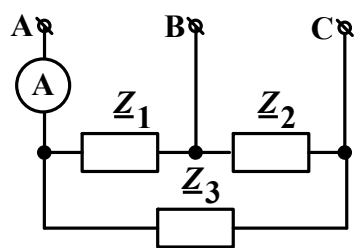
Задача 3

Трехфазный источник симметричен. Определить показание ваттметра  $P_W$ , если известно сопротивление  $Z = -j100$  (Ом) и показание вольтметра  $U=220$  (В).

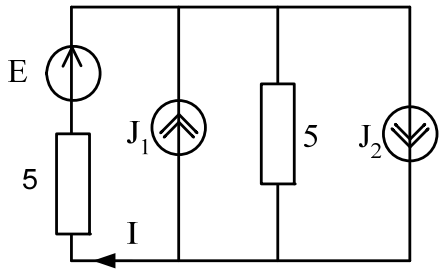
1. 102.3 Вт
2. 139.7 Вт
3. 250.0 Вт

|  |  |
|--|--|
| <p>Задача 3<br/>Что создает вращающееся магнитное поле в синхронном генераторе</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ротор</li> <li>2. Статор</li> <li>3. Обмотка возбуждения ротора</li> </ol> |
|--|--|

**Билет № 16**

|  |  |
|--|--|
|  <p>Задача 1<br/><math>I_1 = 6 \text{ A}</math>, <math>I_2 = 2 \text{ A}</math>. Определить <math>R_x</math>, если сопротивления на схеме даны в Омах.</p>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 Ом</li> <li>2. 2 Ом</li> <li>3. 3 Ом</li> </ol>  |
|  <p>Задача 2<br/>Трехфазный источник с <math>U_{\text{Л}}=100 \text{ (В)}</math> симметричен. Определить показание амперметра <math>I_A</math>, если известны <math>Z_1=50 \text{ (Ом)}</math>; <math>Z_2=j50 \text{ (Ом)}</math>; <math>Z_3=-j50 \text{ (Ом)}</math>.</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 10.5 А</li> <li>2. 3.86 А</li> <li>3. 0.5 А</li> </ol>   |
| <p>Задача 3<br/>Что можно регулировать схемой соединения трехфазного трансформатора</p>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент трансформации по линейным напряжениям</li> <li>2. Коэффициент трансформации по фазным напряжениям</li> <li>3. Коэффициенты трансформации по линейным и фазным напряжениям</li> </ol> |

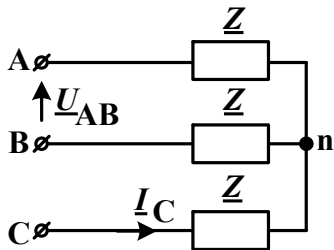
**Билет № 17**



1. 2A
2. -4A
3. -5A

**Задача 1**

$J_1 = 20 \text{ A}$ ,  $J_2 = 10 \text{ A}$ ,  $E = 10 \text{ В}$ . Определить ток  $I$



1.  $200 e^{j30} \text{ В}$
2.  $220 e^{-j30} \text{ В}$
3.  $128 e^{-j90} \text{ В}$

**Задача 2**

Определить в показательной форме напряжение  $\underline{U}_{AB}$  симметричного трехфазного источника, если известно сопротивление  $\underline{Z} = j200 \text{ (Ом)}$

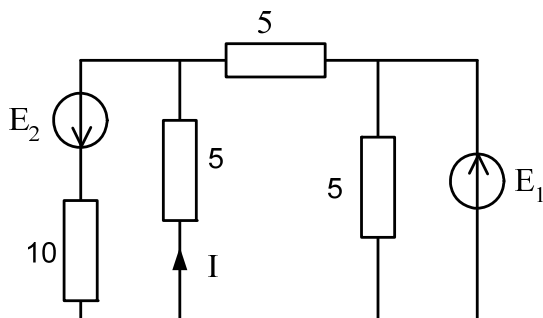
и ток  $\underline{I}_C = 0,636 e^{-j30^\circ} \text{ (A)}$ .

**Задача 3**

Какие значения токов показывают приборы магнитоэлектрической системы

1. Максимальные
2. Средние
3. Действующие

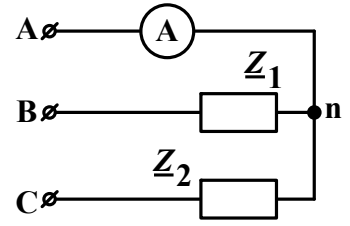
**Билет № 18**



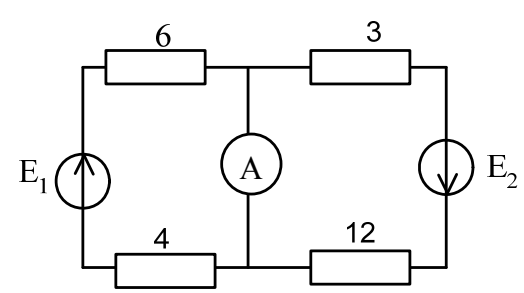
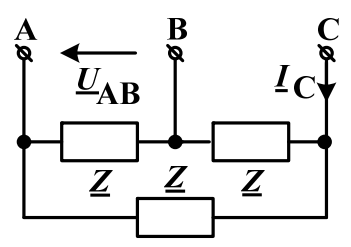
1. -4 A
2. -1.84A
3. -8 A

**Задача 1**

Найти ток  $I$  методом эквивалентного генератора, если  $E_1 = 26 \text{ В}$ ,  $E_2 = 6 \text{ В}$ , сопротивления на схеме заданы в Омах.

|   |   |
|---|---|
|  <p>Задача 2<br/>Трехфазный источник с <math>U_{\text{Л}}=100</math> (В) симметричен. Определить показание амперметра <math>I_A</math>, если известны <math>\underline{Z}_1=j100</math> (Ом); <math>\underline{Z}_2=-j200</math> (Ом).</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1.2 А</li> <li>2. 0.84 А</li> <li>3. 0.43 А</li> </ol>              |
| <p>Задача 3<br/>Какие значения тока показывают приборы электромагнитной системы</p>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Максимальные</li> <li>2. Средние</li> <li>3. Действующие</li> </ol> |

### Билет №19

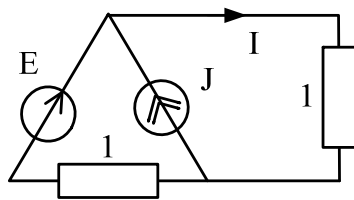
|  |  |
|--|--|
|  <p>Задача 1<br/>Найти ток амперметра методом эквивалентного генератора, если <math>E_1 = 20</math> В, <math>E_2 = 60</math> В, сопротивления на схеме заданы в Омах.</p>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 А</li> <li>2. 2 А</li> <li>3. 4 А</li> </ol>   |
|  <p>Задача 2<br/>Определить в показательной форме напряжение <math>\underline{U}_{AB}</math> симметричного трехфазного источника, если известно сопротивление <math>\underline{Z}=j200</math> (Ом) и ток <math>\underline{I}_C=1,9e^{j30^\circ}</math> (А).</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>220 e^{j90}</math> В</li> <li>2. <math>220 e^{j30}</math> В</li> <li>3. <math>220 e^{-j60}</math> В</li> </ol> |

|  |   |
|--|---|
| <p>Задача 3<br/>От чего зависит скорость вращения магнитного поля асинхронного двигателя</p> | <p>1. От частоты приложенного напряжения<br/>2. От числа пар полюсов<br/>3. От частоты приложенного напряжения и от числа пар полюсов обмотки статора</p> |
|--|---|

**Билет № 20**

|  |  |
|--|--|
| <div data-bbox="386 645 788 958" data-label="Diagram"> </div> <p>Задача 1<br/>Определить показание амперметра после замыкания ключа, если до замыкания он показывал 5А.</p>  | <p>1. 10 А<br/>2. 5 А<br/>3. 1 А</p>                     |
| <div data-bbox="419 1137 753 1391" data-label="Diagram"> </div> <p>Задача 2<br/>Трехфазный источник симметричен. Определить показание ваттметра <math>P_W</math>, если известно сопротивление <math>Z=100</math> (Ом) и показание вольтметра <math>U=380</math> (В).</p> | <p>1. 810 Вт<br/>2. 484 Вт<br/>3. 230 Вт</p>             |
| <p>Задача 3<br/>Каким током питается обмотка возбуждения синхронного генератора</p>  | <p>1. Переменным<br/>2. Постоянным<br/>3. Импульсным</p> |

**Билет № 21**

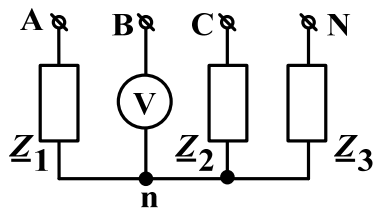


Задача 1

$J = 6 \text{ A}$ ,  $E = 12 \text{ В}$ , сопротивления на схеме заданы в Омах.

Определить ток  $I$

1. 12 А
2. 9 А
3. 3 А



Задача 2

Трёхфазный источник с  $E_{\Phi} = 200 \text{ В}$  симметричен. Определить показание вольтметра  $U_V$ , если известны  $Z_1 = j200 \text{ (Ом)}$ ;  $Z_2 = -j200 \text{ (Ом)}$ ;  $Z_3 = 100 \text{ (Ом)}$ .

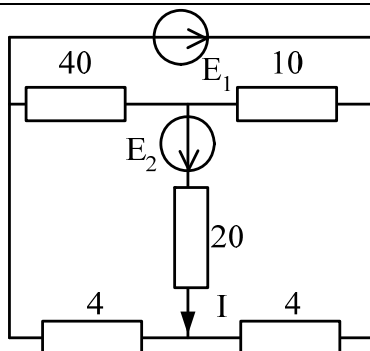
1. 40.6 В
2. 26.5 В
3. 12.7 В

Задача 3

Что создает вращающееся магнитное поле в синхронном генераторе

1. Ротор
2. Статор
3. Обмотка возбуждения ротора

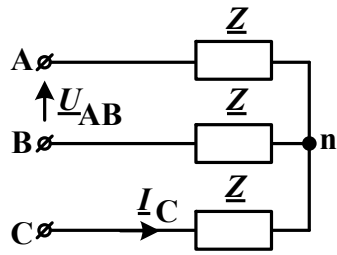
**Билет № 22**



Задача 1

Найти ток  $I$  методом эквивалентного генератора, если  $E_1 = 120 \text{ В}$ ,  $E_2 = 24 \text{ В}$ , сопротивления на схеме заданы в Омах.

1. 0.5 А
2. 2 А
3. 4 А



Задача 2

Определить в показательной форме напряжение  $\underline{U}_{AB}$  симметричного трехфазного источника, если известно сопротивление  $\underline{Z} = -j200$  (Ом) и ток  $\underline{I}_C = 0,368e^{-j90^\circ}$  (А).

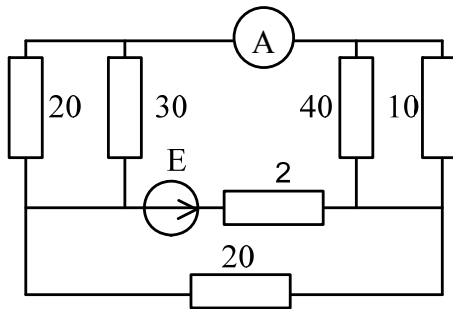
1.  $220 e^{j90}$  В
2.  $127 e^{j90}$  В
3.  $130 e^{j30}$  В

Задача 3

Что создает вращающееся магнитное поле в синхронном генераторе

1. Ротор
2. Статор
3. Обмотка возбуждения ротора

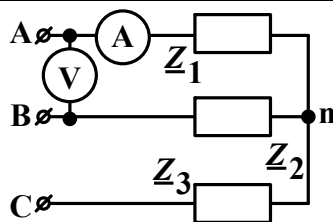
Билет № 23



Задача 1

Определить показание амперметра, если  $E = 48$  В. Сопротивления на схеме даны в Омах.

1. 1 А
2. 2 А
3. 4 А



Задача 2

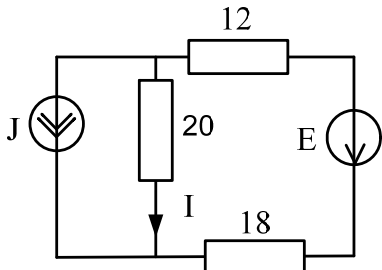
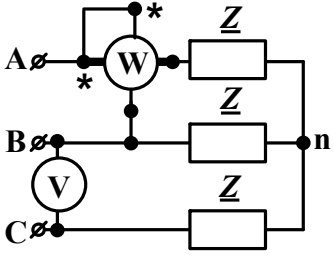
Трехфазный источник симметричен. Определить показание амперметра  $I_A$ , если известно  $U_V = 300$  (В) и  $\underline{Z}_1 = 150$  (Ом);  $\underline{Z}_2 = j150$  (Ом);  $\underline{Z}_3 = -j150$  (Ом).

1. 5А
2. 2А
3. 1А

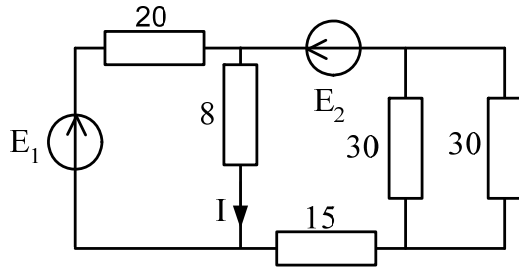


|   |  |
|---|--|
| <p>Задача 3<br/>Для чего магнитопровод трансформатора собирают из тонких изолированных стальных пластин</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для уменьшения потерь на гистерезис</li> <li>2. Для уменьшения потерь на вихревые токи</li> <li>3. Для уменьшения потерь в обмотках</li> </ol> |
|---|--|

**Билет № 24**

|  |   |
|--|---|
| <div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 1<br/><math>J = 1 \text{ A}</math>, <math>E = 40 \text{ В}</math>, сопротивления на схеме заданы в Омах. Определить ток <math>I</math></p>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. -8 А</li> <li>2. -1.4 А</li> <li>3. - 0.5 А</li> </ol>                                  |
| <div style="text-align: center;">  </div> <p>Задача 2<br/>Трехфазный источник симметричен. Определить показание ваттметра <math>P_W</math>, если известно сопротивление <math>\underline{Z} = j100</math> (Ом) и показание вольтметра <math>U = 380</math> (В).</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. -300 Вт</li> <li>2. -418 Вт</li> <li>3. -230Вт</li> </ol>                               |
| <p>Задача 3<br/>В каком режиме работы трансформатора определяются потери мощности в меди</p>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В режиме ХХ</li> <li>2. В опытном режиме КЗ</li> <li>3. В номинальном режиме</li> </ol> |

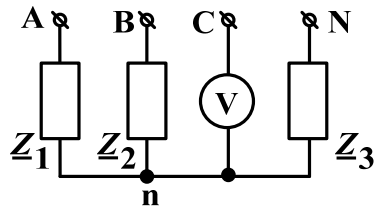
**Билет № 25**



**Задача 1**

Найти ток  $I$  методом эквивалентного генератора, если  $E_1 = 120\text{В}$ ,  $E_2 = 20\text{В}$ , сопротивления на схеме заданы в Омах.

1. 1 А
2. 4 А
3. 12 А



**Задача 2**

Трехфазный источник с  $E_\Phi = 100$  (В) симметричен. Определить показание вольтметра  $U_V$ , если известны  $Z_1 = j100$  (Ом);  $Z_2 = 200$  (Ом);  $Z_3 = -j100$  (Ом).

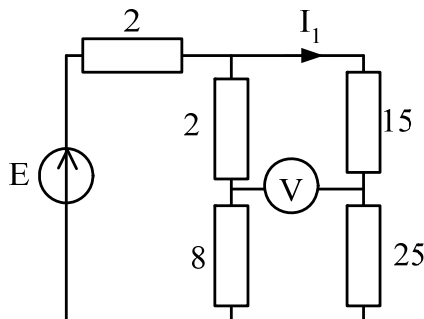
1. 580.6 В
2. 373.2 В
3. 127.9 В

**Задача 3**

Что создает основной магнитный поток в генераторе постоянного тока

1. Ток возбуждения
2. Ток нагрузки
3. Напряжение нагрузки

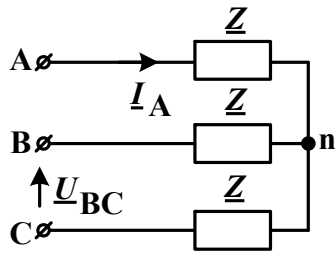
**Билет № 26**



**Задача 1**

Определить значение ЭДС и показание вольтметра, если  $I_1 = 1\text{А}$ . Сопротивления на схеме даны в Омах.

1.  $E = 80\text{v}$ ,  $U = 10\text{ В}$
2.  $E = 50\text{v}$ ,  $U = 7\text{ В}$
3.  $E = 30\text{v}$ ,  $U = 5\text{ В}$



Задача 2

Определить в показательной форме ток  $\underline{I}_A$ , если известно сопротивление  $\underline{Z}=50$  (Ом) и напряжение симметричного трехфазного источника  $\underline{U}_{BC}=380e^{j0^\circ}$  (В).

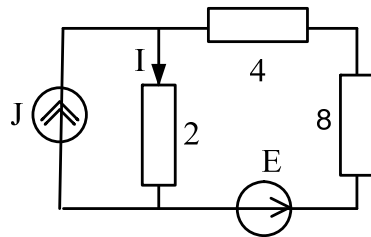
1.  $8.5 e^{j180}$  А
2.  $4.4 e^{j90}$  А
3.  $2.5 e^{j60}$  А

Задача 3

При каком значении скольжения момент на валу максимальный

1.  $S = 0$
2.  $S = 0.5$
3.  $S = 1$

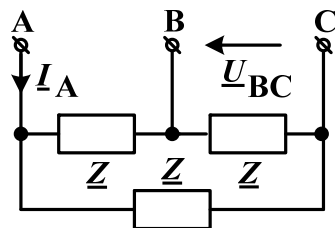
### Билет № 27



Задача 1

Найти ток I методом эквивалентного генератора, если  $E = 30$  В,  $J = 1$  А, сопротивления на схеме заданы в Омах.

1. 1 А
2. 3 А
3. 8 А



Задача 2

Определить в показательной форме ток  $\underline{I}_A$ , если известно сопротивление  $\underline{Z}=50$  (Ом) и напряжение симметричного трехфазного источника  $\underline{U}_{BC}=220e^{-j90^\circ}$  (В).

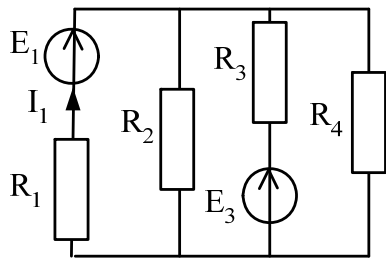
1.  $8.3 e^{j90}$  А
2.  $7.61 e^{j0}$  А
3.  $4.5 e^{j180}$  А

|   |  |
|---|--|
| <p>Задача 3<br/>При каком значении скольжения момент на валу максимальный</p> | <p>1. <math>S = 0</math><br/>2. <math>S = 0.5</math><br/>3. <math>S = 1</math></p> |
|---|--|

**Билет № 28**

|   |   |
|---|---|
| <div data-bbox="405 504 813 757" data-label="Diagram"> </div> <p>Задача 1<br/><math>E = 10\text{В}</math>, <math>J_1 = 20\text{А}</math>, <math>J_2 = 10\text{А}</math>, сопротивления на схеме заданы в Омах. Определить ток <math>I</math></p>  | <p>1. 3 А<br/>2. 6 А<br/>3. 9 А</p>   |
| <div data-bbox="419 945 753 1189" data-label="Diagram"> </div> <p>Задача 2<br/>Трехфазный источник симметричен. Определить показание ваттметра <math>P_W</math>, если известно сопротивление <math>\underline{Z} = -j200</math> (Ом) и показание амперметра <math>I = 0,635</math> (А).</p> | <p>1. 40 Вт<br/>2. 0 Вт<br/>3. 80 Вт</p>  |
| <p>Задача 3<br/>От чего зависит скорость вращения магнитного поля асинхронного двигателя</p>  | <p>1. От частоты приложенного напряжения<br/>2. От числа пар полюсов<br/>3. От частоты приложенного напряжения и от числа пар полюсов обмотки статора</p> |

**Билет № 29**

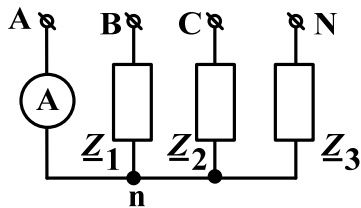


Задача 1

$E_1 = E_3 = 60\text{ В}$ ,  $R_3 = 3\text{ Ом}$ ,  $R_1 = R_2 = R_4 = 6\text{ Ом}$ .

Найти ток  $I_1$

1. 1 А
2. 4 А
3. 7 А



Задача 2

Трехфазный источник с  $E_\Phi=200$  (В) симметричен. Определить показание амперметра  $I_A$ , если известны  $Z_1=j50$  (Ом);

$Z_2=-j100$  (Ом);  $Z_3=j100$  (Ом).

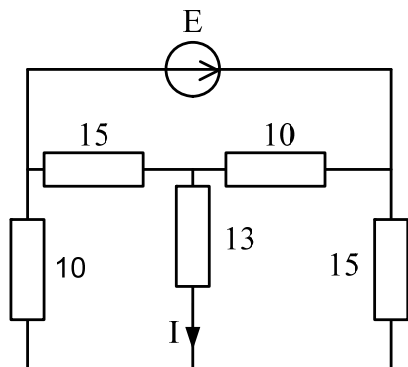
1. 10.4 А
2. 7.21 А
3. 5.2 А

Задача 3

Каким током питается обмотка возбуждения синхронного генератора

- 1.Переменным
- 2.Постоянным
- 3.Импульсным

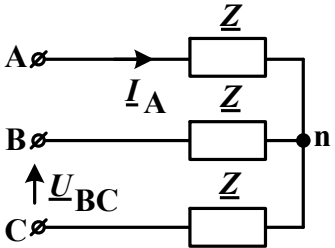
**Билет № 30**



Задача 1

Найти ток  $I$  методом эквивалентного генератора, если  $E = 125\text{ В}$ , сопротивления на схеме заданы в Омах.

1. 0.5 А
2. 1 А
3. 3 А

|   |  |
|---|--|
|  <p>Задача 2<br/> Определить в показательной форме ток <math>\underline{I}_A</math>, если известно сопротивление <math>\underline{Z}=j50</math> (Ом) и напряжение симметричного трехфазного источника <math>\underline{U}_{BC}=220e^{-j60^\circ}</math> (В).</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>2.54e^{-j30^\circ}</math> А</li> <li>2. <math>2.54e^{+j90^\circ}</math> А</li> <li>3. <math>2.54e^{-j60^\circ}</math> А</li> </ol> |
| <p>Задача 3<br/> От чего не зависит скорость вращения магнитного поля а асинхронном двигателе</p>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. От частоты приложения U</li> <li>2. От схемы соединения обмоток статора</li> <li>3. От количества пар полюсов обмотки статора</li> </ol> |

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Литература обязательная

1. Электротехника и электроника: В трех книгах, кн. 1: Электрические и магнитные цепи/ Под ред. В. Г. Герасимова. М.: Энергоатомиздат, 1996.
2. Электротехника и электроника: В трех книгах, кн. 2: Электромагнитные устройства и электрические машины/ Под ред. В. Г. Герасимова. М.: Энергоатомиздат, 1997.
3. Электротехника и электроника: В трех книгах, кн. 3: Электрические измерения и основы электроники/ Под ред. В.Г. Герасимова. М.: Энергоатомиздат, 1998.
4. Борисов Ю. М., Липатов Д. Н., Зорин Ю. Н. Электротехника, 1985.
5. Волынский Б. А., Зейн Е. Н., Шатерников В. Е. Электротехника. М.: Энергоатомиздат, 1987.
6. Касаткин А. С., Немцов М. В. Электротехника. М.: Высшая школа, 2000.
7. Основы промышленной электроники/ Под ред. В. Г. Герасимова. М.: Высшая школа, 1987.
8. Лимитовский А.М. Электрооборудование и электроснабжение геологоразведочных работ. М.: Недра, 1986.
9. Сборник задач по электротехнике и основам электроники/ Под ред. В. Г. Герасимова. М.: Высшая школа, 1987.

10. Рекус Г. Г., Белоусов А. И. Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники. – М.: Высшая школа, 2001. – 416 с.

11. Сборник задач по электротехнике : учебное пособие для вузов / Л. И. Аристова, А. В. Лукутин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 107 с.

12. Аристова Л. И., Лукутин А. В., Малышенко Н. М. Электротехника и электроника: Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2004. – 120 с.

### **7.2. Литература дополнительная**

13. Кравчик А. Э., Шлаф М. М., Афонин В. Н., Соболевская Е. А. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1982.

14. Справочник по проектированию электроснабжения/ Под ред. Ю. Г. Барыбина и др. М.: Энергоатомиздат, 1990.

15. Полупроводниковые приборы. Диоды выпрямительные, стабилитроны, тиристоры.: Справочник/ Под ред. А. В. Голомедова. М.: КубК-а, 1994.

### **7.3. Учебно-методические пособия**

16. Методические указания к выполнению лабораторных работ по электротехнике. Часть 1: Электрические цепи. Томск, 1992.

17. Методические указания к выполнению лабораторных работ по электротехнике. Часть 2: Электрические машины. Томск, 1995.

18. Электротехника. Методические указания и примеры решения задач. – Томск, 2001.

Учебное издание

Н. М. Малышенко, В.И. Курец

## **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

Методические указания

Подписано к печати . Формат 60×84/16. Бумага «Снегурочка».

Печать Херох. Усл.печ.л. 1,16. Уч.-изд.л. 1,05.

Заказ . Тираж экз.




Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета  
сертифицирована

NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  тпу. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.

Тел./факс: 8(3822)56-35-35, [www.tpu.ru](http://www.tpu.ru)