

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра технологического оборудования животноводства  
и перерабатывающих производств

Чащинов В.И.  
Купреенко А.И.  
Исаев Х.М.

## ***Рабочая тетрадь***

### ***для аудиторных и самостоятельных работ по теплоэнергоснабжению предприятий (Раздел – Электроснабжение)***

Для студентов, проходящих подготовку  
по направлению 19.03.03 Продукты питания животного происхождения  
(уровень бакалавриата)

Студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Ф.И.О.

Брянск 2019

УДК 621.311.22 (076)  
ББК 31.31  
Ч 30

Чащинов, В. И. Рабочая тетрадь для аудиторных и самостоятельных работ по теплоэнергоснабжению предприятий. Раздел Электроснабжение для студентов, проходящих подготовку по направлению 19.03.03 Продукты питания животного происхождения / В. И. Чащинов, А. И. Купреенко, Х. М. Исаев. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 80 с.

Рабочая тетрадь предназначена для студентов, проходящих подготовку по направлению 19.03.03- «Продукты питания животного происхождения» (уровень бакалавриата).

Рецензент: к.т.н , доцент кафедры ТОЖиПП Брянского ГАУ Куличенко А.И.

*Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского государственного аграрного университета, протокол №1 от 25 сентября 2019 года.*

© Брянский ГАУ, 2019  
© Чащинов В.И., 2019  
© Купреенко А.И., 2019  
© Исаев Х.М., 2019

## *В в е д е н и е*

Предлагаемая рабочая тетрадь рассчитана на использовании студентами с направлением подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения (уровень бакалавриата).

Настоящая рабочая тетрадь содержит краткие методические указания по работам над определенными темами дисциплины «Теплоэнергоснабжение предприятий» (раздел «Электроснабжение») и составлена в соответствии с рабочей программой дисциплины. Рабочая тетрадь призвана лучше организовать и облегчить самостоятельную работу по освоению дисциплины. Кроме методических указаний, которые, по существу, являются инструкцией-заданием для самостоятельной работы студентов, в тетради приведены тестовые контрольные вопросы, которые используются для предварительного самоконтроля степени готовности студента к защите работы и непосредственно при защите работы.

Раздел «Отчет по работе» определяет конкретные требования к его содержанию, а приведенные в нем рисунки и заготовки таблиц позволяют существенно сократить время на составление отчета и больше внимания уделить творческой содержательной работе по изучаемым вопросам.

При работе над темами рекомендуется следующая литература:

1. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. Основы электроснабжения: учебное пособие. СПб.: Лань, 2012.
2. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1995.
3. Справочник инженера-электрика сельскохозяйственного производства: учебное пособие для вузов. М.: Информагротех, 1999.
4. Купреенко А.И., Чащинов В.И., Исаев Х.М. Теплоэнергоснабжение предприятий. Раздел Электроснабжение и использование электроэнергии на предприятии. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017.

## ***Работа №1***

### ***Общие сведения об электричестве. Основные понятия и определения***

#### ***I. Цель работы***

Усвоение основных понятий, связанных с электричеством и электроэнергией.

#### ***II. Оборудование и учебно-методический материал***

Методические указания, конспекты лекций, литература [1,2,3,4].

#### ***III. Порядок выполнения работы***

- Пользуясь рекомендуемой литературой и лекциями усвоить основные понятия и определения, относящиеся к изучаемой дисциплине.
- Оформить отчет и подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

#### ***IV. Требования к отчету***

В отчете по работе дать определение основным понятиям, связанным с электричеством и электроэнергией, заполнив при этом приведенные таблицы.

Привести соотношение между током и напряжением в электрической цепи.

Назвать систему тока, используемую для энергоснабжения предприятий, и дать пояснения к рисунку 1, указав на нём период и сдвиг по фазе между фазами.

Привести классификацию материалов по способности проводить электрический ток.

Привести список литературы.

#### ***V. Тестовые контрольные вопросы и задания***

1. Что такое электричество?
2. Что такое электрический заряд и в каких единицах он измеряется?
3. Что такое электрический ток и в каких единицах он измеряется?

4. Что такое напряженность электрического поля?
5. Что такое потенциал электрического поля?
6. Что собой представляет электрическое напряжение и в каких единицах оно измеряется?
7. Что собой представляет электроэнергия?
8. Что собой представляет электрический ток?
9. Чем отличается постоянный и переменный ток?
10. Какой вид переменного тока используется в системах электроснабжения?
11. Перечислите основные параметры синусоидального переменного тока.
12. Что собой представляет период переменного тока?
13. Что такое частота переменного тока?
14. Что собой представляет амплитудное значение переменного тока и напряжения?
15. В каком соотношении находятся действующее и амплитудное значение синусоидального тока и напряжения?
16. Что называют фазой в отношении тока и напряжения в электрических цепях?
17. Что собой представляет электрическое сопротивление и в каких единицах оно измеряется?
18. Каким соотношением связаны ток и напряжение в электрической цепи?
19. Какая система тока применяется для электроснабжения предприятий?
20. В каких единицах обычно измеряют количество электроэнергии, и как эта единица переводится в килоджоули?

## VI. Отчет по работе

### 1. Основные понятия и определения

Таблица 1

<i><b>Понятие</b></i>	<i><b>Определение понятия</b></i> (с указанием размерности при её наличии)
Электричество	
Электрический заряд	

Электрическое поле	
Напряженность электрического поля, $E$	
Потенциал электрического поля	
Электрическое напряжение, $U$	
Электрическая энергия	
Электродвижущая сила (ЭДС)	
Киловатт час (Квт·ч)	

## 2. Электрический ток и его основные характеристики

Таблица 2

<i>Параметр</i>	<i>Обозначение и размерность</i>	<i>Определение параметра</i>
Период		

Частота		
Круговая частота		
Фаза		
Мгновенное значение тока и напряжения		
Амплитудное значение тока и напряжения		

Связь между током и напряжением в электрической цепи:

Соотношение эффективного и амплитудного значения синусоидального тока и напряжения:

Система тока, используемая для энергообеспечения предприятий:

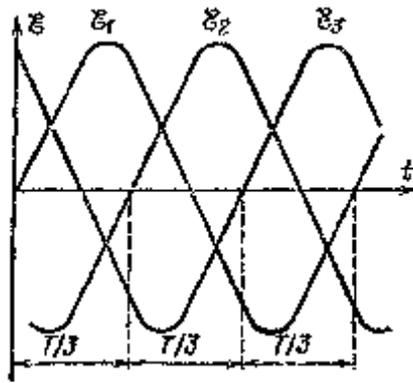


Рис.1. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

3. Классификация материалов по способности проводить электрический ток  
 (Указать особенности и сферу использования)

Литература

Работу выполнил \_\_\_\_\_

Работу принял \_\_\_\_\_

## ***Работа № 2***

### ***Общие сведения о системах электроснабжения предприятий и основных ее элементах***

#### ***I. Цель работы***

Усвоение структуры систем электроснабжения предприятий, назначения отдельных её элементов и требований к системам электроснабжения.

#### ***II. Оборудование и учебно-методический материал***

Методические указания, конспекты лекций, литература [1,2,3,4].

#### ***III. Порядок выполнения работы***

- Пользуясь рекомендуемой литературой и лекциями усвоить общие сведения о структуре систем электроснабжения предприятий и назначение основных её элементов.
- Изучить требования к системам электроснабжения предприятий.
- Оформить отчет и подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

#### ***IV. Требования к отчету***

В отчете по работе дать определение системы электроснабжения предприятия и привести пояснения к обобщенной схеме структуры электроснабжения объекта.

Заполнить таблицу 1 со сведениями об основных элементах системы электроснабжения.

Привести классификацию электроприёмников по критерию надежности их электроснабжения с краткой их характеристикой и требованиями к электроснабжению.

Привести список литературы.

## **V. Тестовые контрольные вопросы и задания**

1. Что собой представляет система электроснабжения предприятия?
2. Назовите три составные части системы электроснабжения предприятия.
3. Что собой представляет электрическая станция?
4. Что собой представляет электрическая сеть?
5. Что собой представляет линия электропередачи?
6. Что собой представляет подстанция?
7. Что собой представляет электроприёмник?
8. Назовите варианты источников питания в системе электроснабжения предприятия.
9. В каких случаях в качестве источника питания системы электроснабжения используется электрическая станция предприятия?
10. Что собой представляет пункт приёма электрической энергии (ППЭ)?
11. Что собой представляют электропрёмники первой категории?
12. Что собой представляют электропрёмники второй категории?
13. Что собой представляют электропрёмники третьей категории?
14. Назовите требования к электроснабжению электроприёмников первой категории.
15. Назовите требования к электроснабжению электроприёмников второй категории.
16. Назовите требования к электроснабжению электроприёмников третьей категории.
17. Назовите требования к ППЭ при наличии электропрёмников первой категории.
18. Какая система тока применяется для электроснабжения предприятий?
19. Что такое частота переменного тока?
20. Перечислите основные требования к системам электроснабжения предприятий.

## **VI. Отчет по работе**

1. Система электроснабжения предприятия и её структура

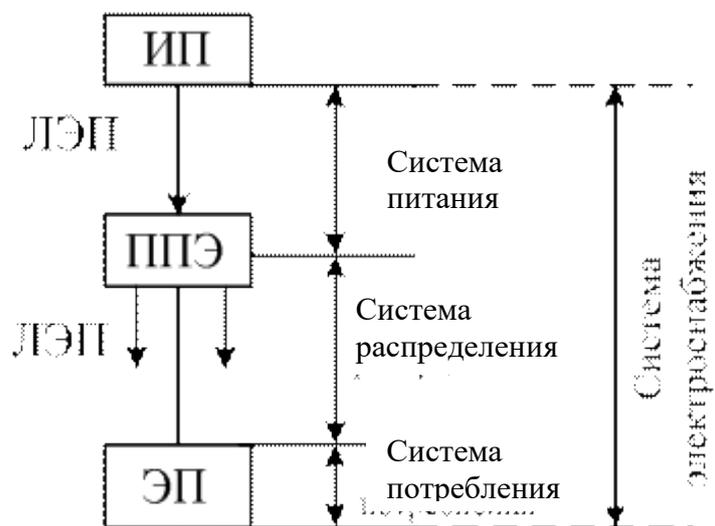


Рис. 1. Структура электроснабжения объекта

## 2. Основные элементы систем электроснабжения

Таблица 1

Эле-мент	Определение
Электро-станция	
Электриче-ская сеть	
Линия элек-троснабжения	
Электро-приёмник	

3. Классификация электроприёмников по критерию надежности их энергообеспечения

4. Основные требования к системам электрообеспечения предприятий

*Литература*

Работу выполнил \_\_\_\_\_

Работу принял \_\_\_\_\_

## ***Работа № 3***

### ***Источники питания***

#### ***I. Цель работы***

Ознакомление с источниками питания электроэнергией систем энерго-снабжения предприятий, в частности различными типами электростанций, входящими в единую энергетическую систему. Усвоение устройства и принципа действия трёхфазного генератора.

#### ***II. Оборудование и учебно-методический материал***

Методические указания, конспекты лекций, литература [1,2,3,4].

#### ***III. Порядок выполнения работы***

- Пользуясь рекомендуемой литературой и лекциями усвоить общие сведения о различных типах электростанций.
- Изучить устройство и принцип действия трёхфазных синхронных генераторов.
- Оформить отчет и подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

#### ***IV. Требования к отчету***

В отчете по работе привести общие сведения об источниках питания электроэнергией предприятий.

Привести классификацию электростанций с краткой их характеристикой.

Дать описание устройства и принципа действия трёхфазного электрогенератора. Привести схемы соединения обмоток генератора в треугольник и в звезду.

Привести список литературы.

## **V. Тестовые контрольные вопросы и задания**

1. Назовите основные источники питания электроэнергией предприятий.
2. Назовите типы электростанций по виду используемой первичной энергии.
3. Какой вид электростанций вносит наибольшую долю электроэнергии в ЕЭС?
4. Назовите два вида электростанций по их назначению и укажите их различие.
5. Что собой представляет ГРЭС?
6. Что собой представляет ТЭЦ?
7. Назовите виды ТЭС по типу силовых установок?
8. Что собой представляет конденсационная ТЭС?
9. Что собой представляет теплофикационная ТЭС?
10. Какой тип ТЭС обеспечивает наибольшую эффективность в использовании тепловой энергии и вследствие чего?
11. На каком принципе основана работа электрических генераторов?
12. В чём заключается принцип электромагнитной индукции?
13. Назовите основные элементы трехфазного синхронного генератора?
14. От каких факторов и как зависит частота тока, вырабатываемого электрогенератором?
15. Что называют фазой в генераторе?
16. Что понимают под фазой в системе электрообеспечения?
17. Изобразите соединение обмоток трёхфазного генератора треугольником.
18. Изобразите соединение обмоток трёхфазного генератора звездой.
19. В чем состоит отличие фазного и линейного напряжения?
20. В каком соотношении находятся линейное и фазное напряжения?

## **VI. Отчет по работе**

1. Общие сведения об источниках питания электроэнергией предприятий

## 2. Классификация электростанций и краткая их характеристика

*a)* по виду используемой первичной энергии

*б)* по назначению и виду отпускаемой энергии

в) ТЭС по назначению и типу силовых установок

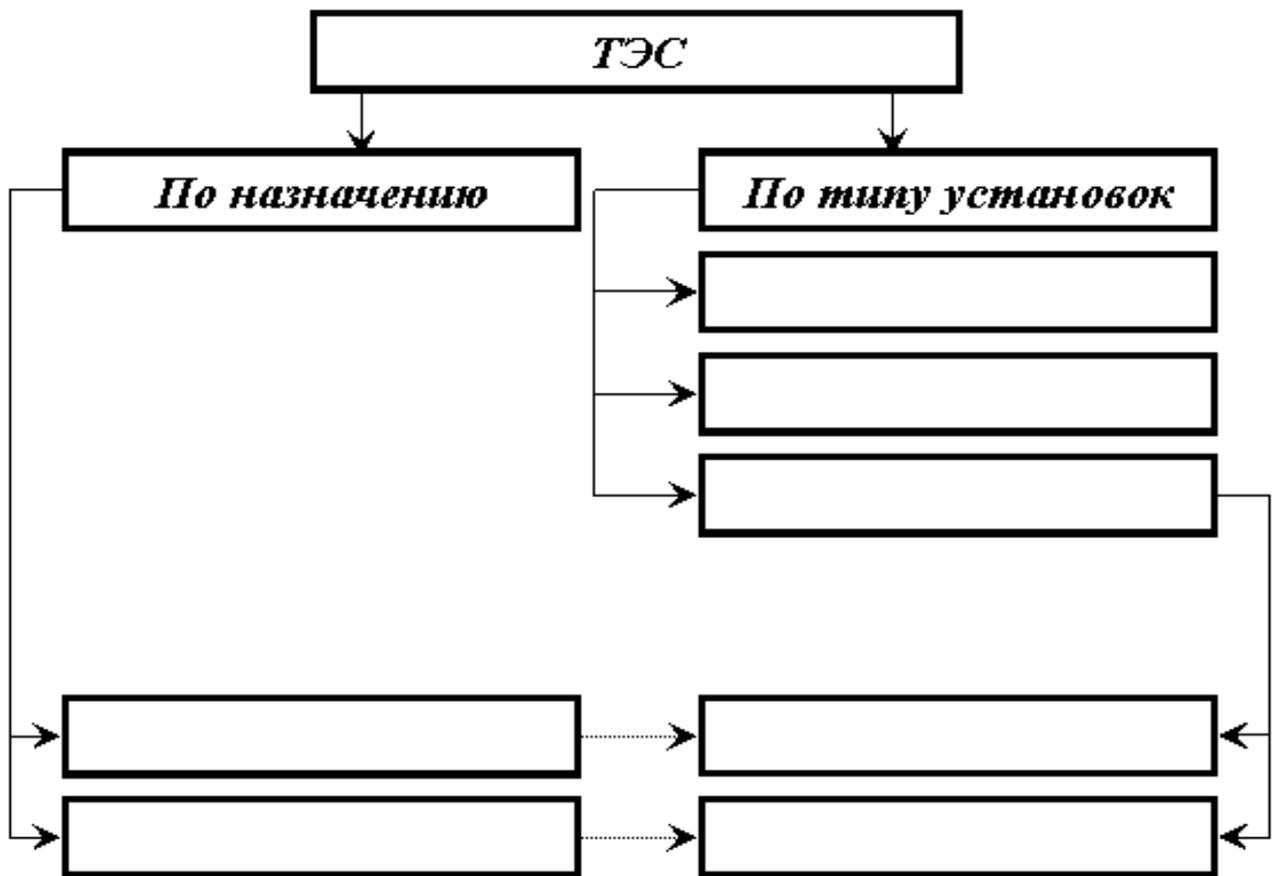


Рис. 1. Типы тепловых электростанций на органическом топливе.

### 3. Трёхфазные генераторы

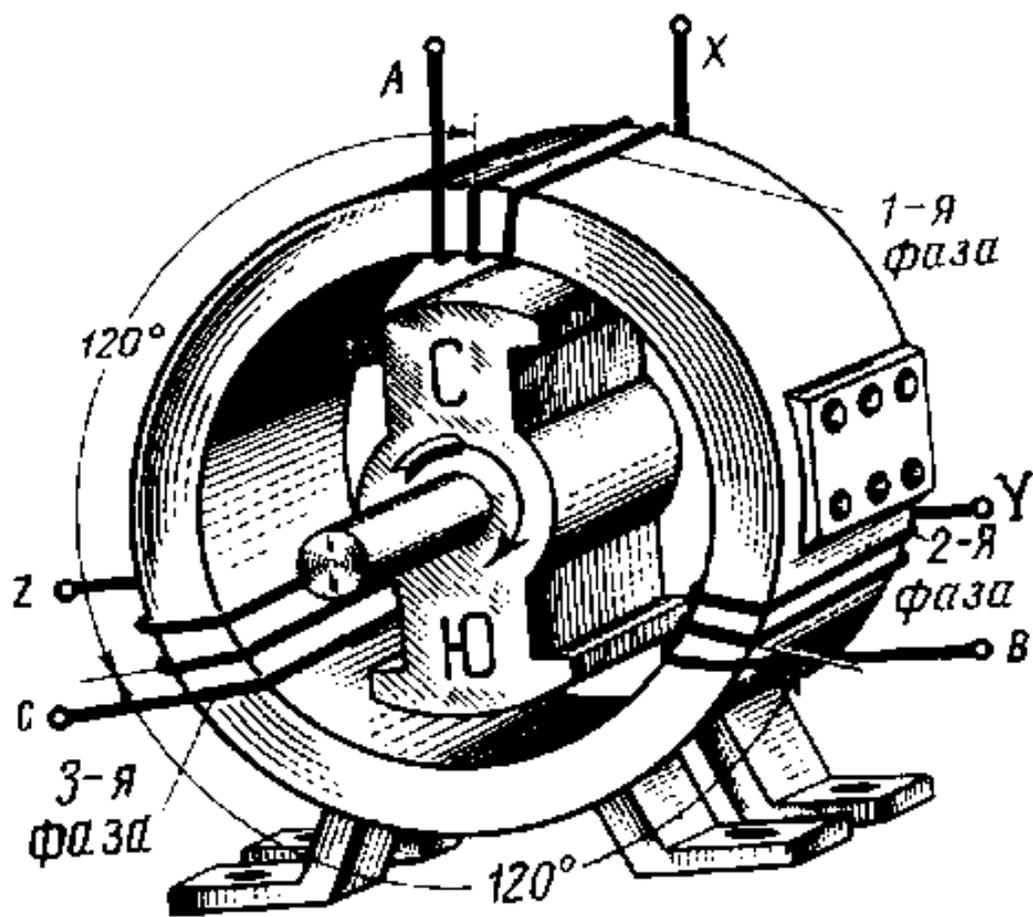


Рис. 2. Схема устройства генератора трехфазного тока

## Соединение обмоток статора в треугольник и звезду

### Литература

Работу выполнил \_\_\_\_\_

Работу принял \_\_\_\_\_

## ***Работа № 4***

### ***Трансформаторы и трансформаторные подстанции***

#### ***I. Цель работы***

Усвоение устройства и принципа действия трансформаторов.

Ознакомление с устройством и назначением трансформаторных подстанций.

#### ***II. Оборудование и учебно-методический материал***

Методические указания, конспекты лекций, литература [1,2,3,4].

#### ***III. Порядок выполнения работы***

- Пользуясь рекомендуемой литературой и лекциями усвоить принцип действия и устройство трансформаторов.
- Ознакомиться с устройством и назначением трансформаторных подстанций.
- Привести схему комплектной подстанции и её техническую характеристику.

#### ***IV. Требования к отчету***

В отчете по работе кратко описать устройство и принцип действия трансформаторов.

Привести классификацию трансформаторов по различным признакам.

Дать описание устройства и привести классификацию трансформаторных подстанций.

Дать расшифровку позиций на схеме комплектной подстанции и привести её техническую характеристику

Привести список литературы.

#### ***V. Тестовые контрольные вопросы и задания***

1. Что собой представляет трансформатор?
2. Назовите основные элементы трансформатора.

3. На каком принципе основана работа трансформатора?
4. Приведите выражение закона электромагнитной индукции.
5. Что означают названия первичной и вторичной обмоток трансформатора?
6. Что собой представляет коэффициент трансформации?
7. От чего зависит коэффициент трансформации?
8. Как соотносятся между собой количество витков первичной и вторичной обмоток повышающего трансформатора?
9. Как делятся трансформаторы по числу трансформируемых фаз?
10. Как делятся трансформаторы по форме магнитопровода?
11. Как делятся трансформаторы по числу обмоток на фазу?
12. Из какого материала изготавливается магнитопровод трансформатора?
13. Каким образом размещают обмотки в силовых трансформаторах относительно магнитопровода?
14. Что представляет собой трансформаторная подстанция?
15. Назовите виды подстанций по типу преобразования электроэнергии.
16. Назовите виды подстанций по значению подстанции в сетях электроснабжения.
17. Назовите виды подстанций по месту присоединения к электрической сети.
18. Назовите виды подстанций по распределению и передаче энергии.
19. Назовите виды комплектных подстанций по способу конструктивного исполнения.
20. Назовите виды защиты комплектных подстанций.

## **VI. Отчет по работе**

1. Устройство и принцип действия трансформаторов

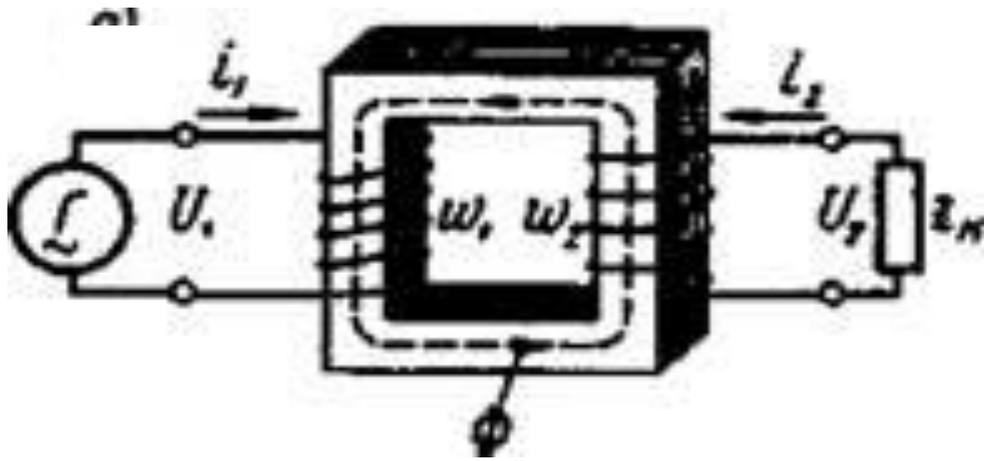


Рис. 1. Схема трансформатора

### Классификация трансформаторов

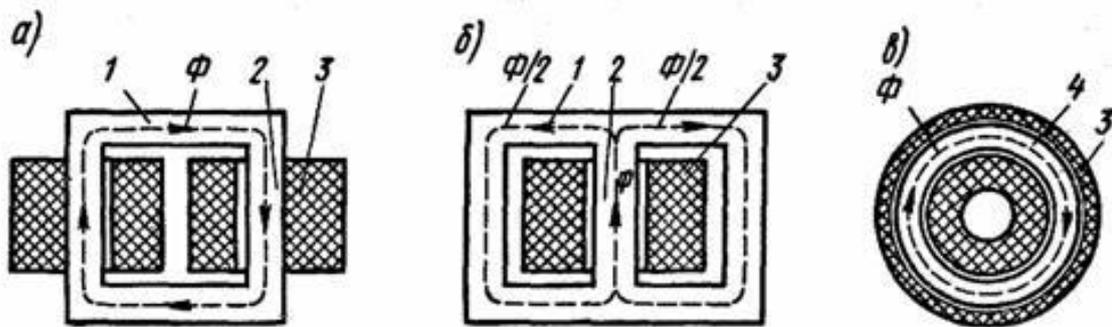


Рис. 2. Схемы трансформаторов с различной конфигурацией магнитной системы:

## 2. Трансформаторные подстанции

Классификация трансформаторных подстанций

***а) по типу преобразования электроэнергии:***

*б) по значению подстанции в сетях электроснабжения:*

*в) по месту присоединения к электрической сети:*

*г) по распределению и передаче энергии:*

3. Устройство комплектной трансформаторной подстанции

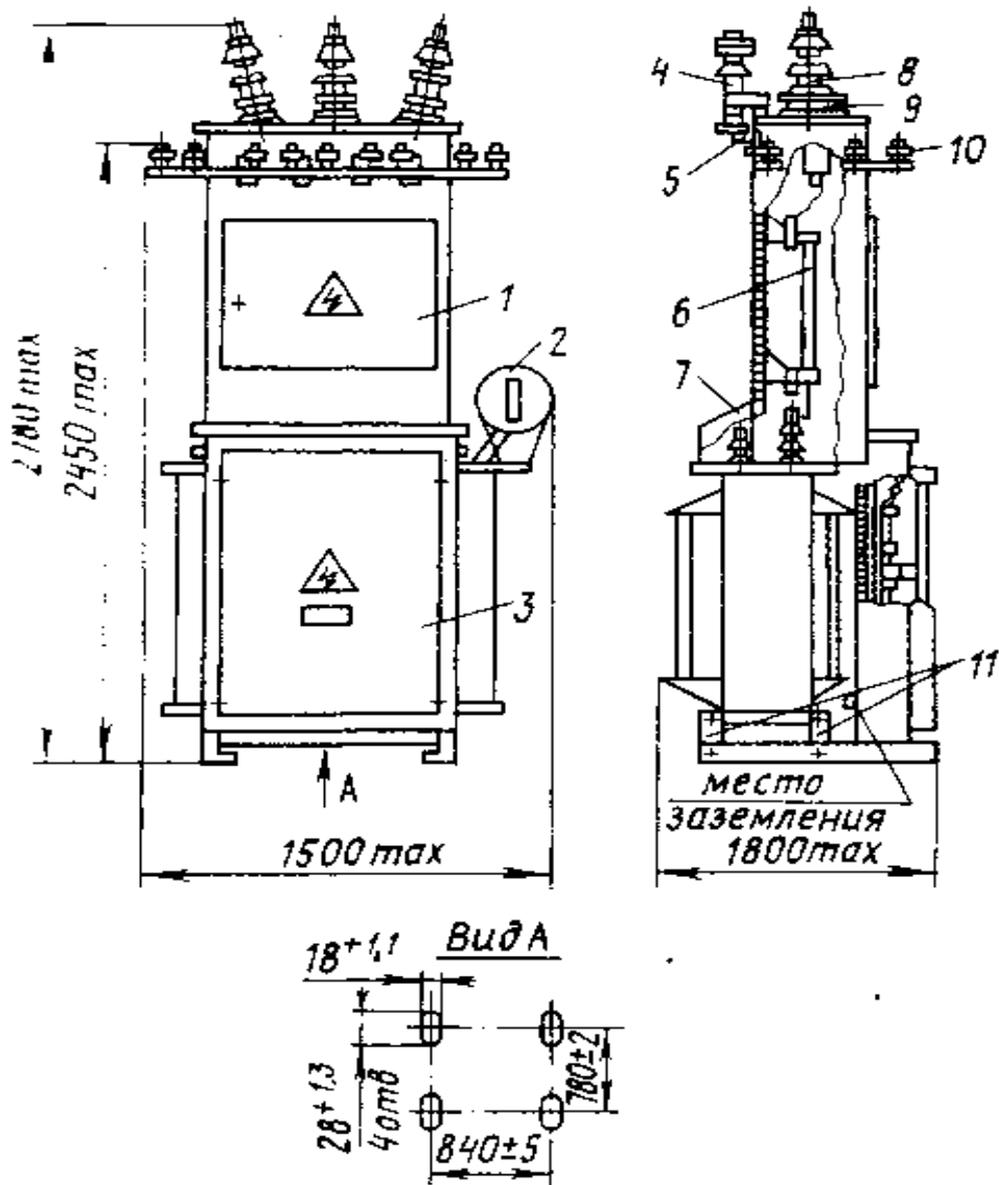


Рис. 3. Комплектная трансформаторная подстанция  
КТП-100-160/10/0,4-У1:

***Техническая характеристика КТП-100-160/10/0,4-У1:***

Номинальная мощность, кВ·А ..... \_\_\_\_\_

Номинальное напряжение, кВ

ВН ..... \_\_\_\_\_

НН..... \_\_\_\_\_

Номинальный ток фидера, А

№ 1..... \_\_\_\_\_

№ 2 ..... \_\_\_\_\_

№ 3..... \_\_\_\_\_

освещения ..... \_\_\_\_\_

Масса. кг ..... \_\_\_\_\_

**Литература**

Работу выполнил \_\_\_\_\_

Работу принял \_\_\_\_\_

## ***Работа № 5***

### ***Электрические сети и подбор проводов***

#### ***I. Цель работы***

Ознакомление с общим устройством электрических сетей, электропроводок и принципами выбора электропроводок.

#### ***II. Оборудование и учебно-методический материал***

Методические указания, конспекты лекций, литература [1,2,3,4].

#### ***III. Порядок выполнения работы***

- Пользуясь рекомендуемой литературой и лекциями усвоить общие сведения об электрических сетях, устройстве электропроводок и области их применения.
- Ознакомиться с требованиями к электропроводкам и принципами выбора электропроводок.
- Оформить отчет и подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

#### ***IV. Требования к отчету***

В отчете по работе привести общие сведения об электрических сетях.

Дать описание устройства различных видов электропроводок привести сведения о сфере их применения.

Изложить принципы выбора электропроводок.

Привести список литературы.

#### ***V. Тестовые контрольные вопросы и задания***

1. Что собой представляет электрическая сеть?
2. Что является основным элементом электрических сетей?
3. По каким признакам классифицируют электрические сети?
4. Какие сети относят к сетям низкого напряжения?

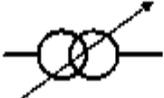
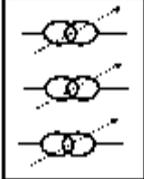
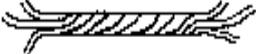
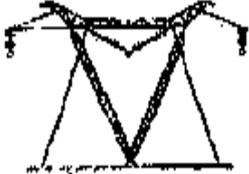
5. Какие сети относят к сетям высокого напряжения?
6. Приведите значения номинального напряжения для сетей низкого напряжения.
7. Приведите значения номинального напряжения для сетей высокого напряжения.
8. Назовите виды сетей по назначению.
9. Что собой представляют межсистемные сети?
10. Что собой представляют системообразующие сети районных энергосистем?
11. Что собой представляют питающие сети (линии)?
12. Что собой представляют распределительные сети?
13. Назовите виды сетей по конструктивному исполнению?
14. Назовите основные элементы воздушных ЛЭП.
15. Назовите достоинства и недостатки кабельных линий по сравнению с воздушными?
16. В каких случаях в качестве ЛЭП применяют шинопроводы и токопроводы?
17. Какой вид проводов чаще всего используют для воздушных ЛЭП?
18. Назовите виды внутренних электропроводок по способу их выполнения.
19. Дайте расшифровку марки провода для внутренней проводки – **ПВ 2,5**.
20. По какому принципу осуществляется выбор электропроводок?

## ***VI. Отчет по работе***

### **1. Общие сведения об электрических сетях**

Элементы электрических сетей и их обозначение.

Таблица 1

№ п/п	Элемент сети	Обозначение
1		ЭС
2		
3		
4	I	
5		
6		
7		

2. Устройство воздушных ЛЭП

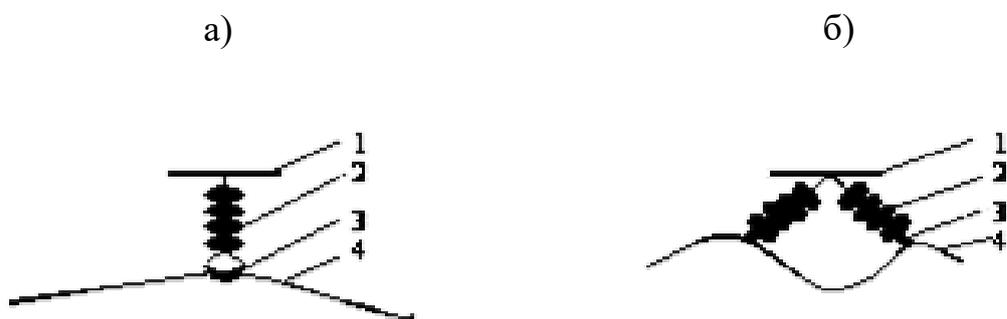


Рис. 1. Крепление провода в фазе на промежуточной (а) и анкерной (б) опорах:

### Устройство проводов воздушных ЛЭП и их обозначение

#### 3. Внутренние проводки и маркировка проводов для внутренних проводок

#### 4. Кабельные линии и кабели

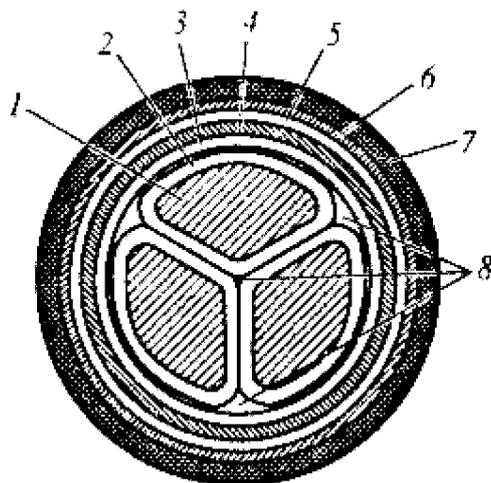


Рис. 2. Трехжильный кабель с бумажно-масляной изоляцией на напряжение 10 кВ:

## 5. Шинопроводы и токопроводы

## 6. Требования к электропроводкам и их подбор

## Рекомендуемые сечения электропроводок в зависимости от нагрузки

В воздухе (лотки, короба, пустоты, каналы)					Сечение, кв.мм	В земле					
Медные жилы			Алюминиевые жилы			Медные жилы			Алюминиевые жилы		
Ток, А	Мощность, кВт		Ток, А	Мощность, кВт		Ток, А	Мощность, кВт		Ток, А	Мощность, кВт	
	220 (В)	380 (В)		220 (В)			380 (В)	220 (В)			380 (В)
19	4,1	12,5	-	-	-	1,5	27	5,9	17,7	-	-
25	5,5	16,4	19	4,1	12,5	2,5	38	8,3	25	29	6,3
35	7,7	23	27	5,9	17,7	4	49	10,7	32,5	38	8,4
42	9,2	27,6	32	7	21	6	60	13,2	39,5	46	10,1
55	12,1	36,2	42	9,2	27,6	10	90	19,8	59,2	70	15,4
75	16,5	49,3	60	13,2	39,5	16	115	25,3	75,7	90	19,8
95	20,9	62,5	75	16,5	49,3	25	150	33	98,7	115	25,3
120	26,4	78,9	90	19,8	59,2	35	180	39,6	118,5	140	30,8
145	31,9	95,4	110	24,2	72,4	50	225	49,5	148	175	38,5
180	39,6	118,4	140	30,8	92,1	70	275	60,5	181	210	46,2
220	48,4	144,8	170	37,4	111,9	95	330	72,6	217,2	255	56,1
260	57,2	171,1	200	44	131,6	120	385	84,7	253,4	295	65
305	67,1	200,7	235	51,7	154,6	150	435	95,7	286,3	335	73,7
350	77	230,3	270	59,4	177,7	185	500	110	329	385	84,7

### Литература

Работу выполнил \_\_\_\_\_

Работу принял \_\_\_\_\_

## *Работа № 6*

### *Коммутационные аппараты*

#### *I. Цель работы*

Получить представление об устройстве и назначении основных коммутационных аппаратов.

#### *II. Оборудование и учебно-методический материал*

Методические указания, конспекты лекций, литература [1,2,3,4].

#### *III. Порядок выполнения работы*

- Пользуясь рекомендуемой литературой и лекциями усвоить общее назначение коммутационных аппаратов.
- Ознакомиться с устройством и назначением основных коммутационных аппаратов высокого и низкого напряжения.
- Оформить отчет и подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

#### *IV. Требования к отчету*

В отчете по работе привести общие сведения о коммутационных аппаратах.

Дать краткое описание устройства и назначения коммутационных аппаратов высокого и низкого напряжения.

Привести список литературы.

#### *V. Тестовые контрольные вопросы и задания*

1. Что собой представляет коммутационный аппарат?
2. Назовите основные коммутационные аппараты на напряжение выше 1 кВ.

3. Назовите основные коммутационные аппараты на напряжение ниже 1 кВ.
4. Что собой представляет разъединитель?
5. Что собой представляет отделитель?
6. Что собой представляет короткозамыкатель?
7. Что собой представляет высоковольтный выключатель?
8. С какой целью в конструкции выключателей используется дугогасительная камера?
9. Чем вызвана необходимость гашения электрической дуги в коммутирующих аппаратах?
10. Назовите виды выключателей по принципу гашения дуги.
11. Назовите виды высоковольтных выключателей по типу привода.
12. Что собой представляют предохранители?
13. Что собой представляет рубильник?
14. Что собой представляет пакетный выключатель или переключатель?
15. Что собой представляет автомат в сетях низкого напряжения?
16. Что собой представляет контактор?
17. Что собой представляет магнитный пускатель?
18. Каково основное назначение пускателей?
19. Какой вид привода используется в автоматах?
20. Что собой представляет реле?

## **VI. Отчет по работе**

### **4. Общие сведения**

Основные виды коммутационных аппаратов на напряжение	
выше 1 кВ	ниже 1 кВ

## 5. Коммутационные аппараты напряжением выше 1 кВ

### *Разъединители*



Рис. 1. Общий вид разъединителей внутренней установки

### *Отделители (ОД)*

*Короткозамыкатели*

*Выключатели*

*Предохранители*

6. Коммутационные аппараты напряжением ниже 1 кВ

*Рубильники*

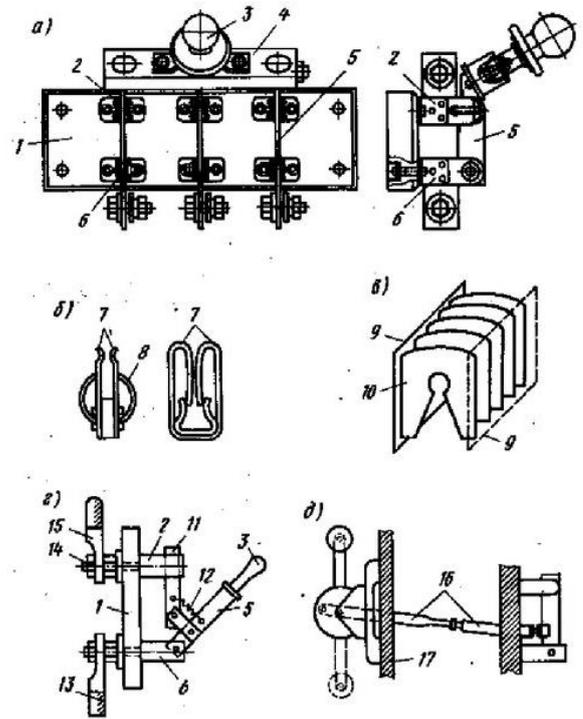
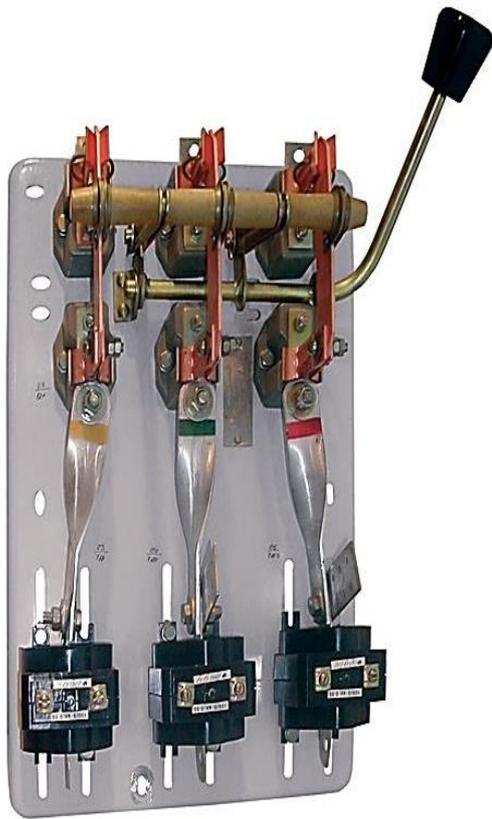


Рис. 3. Общий вид и устройство рубильников

## *Пакетные выключатели и переключатели*

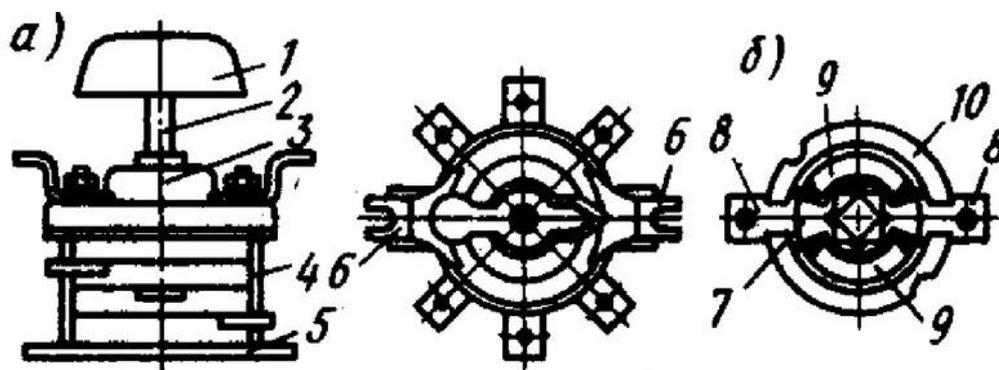


Рис. 4. Общий вид и устройство пакетного выключателя



Рис. 5. Общий вид пакетного переключателя

## Контакторы

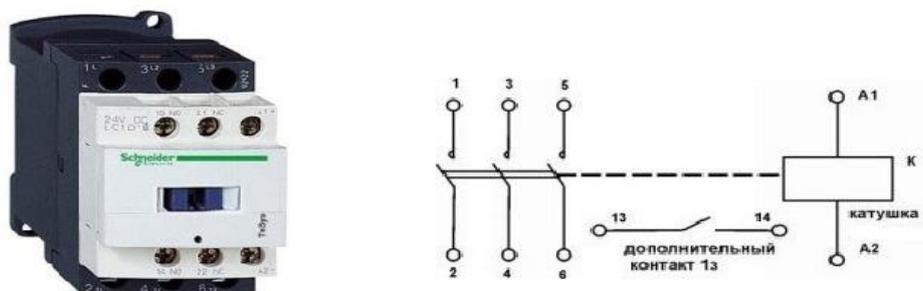


Рис. 3. Общий вид и электрическая схема контактора

## Магнитный пускатель

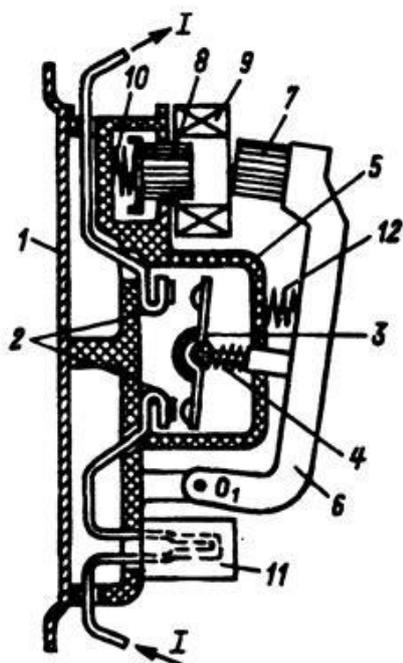


Рис. 3. Устройство магнитного пускателя

## *Автоматы (автоматические выключатели)*



Рис. 2. Общий вид автоматов с ручным приводом

## *Литература*

Работу выполнил \_\_\_\_\_

Работу принял \_\_\_\_\_

## *Работа № 7*

### *Параметры режимов и режимы работы электрических систем*

#### *I. Цель работы*

Усвоить понятия параметров режимов электрических систем и соотношения между параметрами режимов в трёхфазной сети переменного тока.

Получить представление о режиме короткого замыкания в системах электроснабжения и ознакомиться со средствами защиты от коротких замыканий.

#### *II. Оборудование и учебно-методический материал*

Методические указания, конспекты лекций, литература [1,2,3,4].

#### *III. Порядок выполнения работы*

- Пользуясь рекомендуемой литературой и лекциями усвоить понятия параметров режимов электрических систем и соотношения между параметрами режимов в трёхфазной сети переменного тока
- Усвоить способы подключения потребителей к сети трёхфазного переменного тока.
- Ознакомиться с режимом короткого замыкания в сетях трёхфазного переменного тока и средствами защит от КЗ.
- Оформить отчет и подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

#### *IV. Требования к отчету*

В отчете по работе привести общие сведения о параметрах режимов электрических систем и соотношения между параметрами режимов в трёхфазной сети переменного тока. Представить схему подключения потребителей к четырёхпроводной сети трёхфазного тока.

Дать описание режимов короткого замыкания в системах электроснабжения (КЗ) и привести сведения о способах защиты от КЗ.

Привести список литературы.

#### V. Тестовые контрольные вопросы и задания

1. Перечислить параметры режимов электрических систем.
2. Что собой представляет электрическое напряжение? Приведите его размерность.
3. Что собой представляет электрический ток? Приведите его размерность.
4. Что собой представляет полная мощность электрической цепи? Приведите её размерность.
5. Что собой представляет активная мощность? Приведите её размерность.
6. Что собой представляет реактивная мощность? Приведите её размерность.
7. Что в электротехнике понимают под косинусом  $\varphi$  ?
8. Какова причина появления реактивной мощности?
9. В чём заключается негативное проявление реактивной мощности?
10. Что собой представляет линейное напряжение в трёхфазной сети?
11. Что собой представляет фазное напряжение в трёхфазной сети?
12. В каком соотношении находятся линейное и фазное напряжения в трёхфазной сети?
13. В каком соотношении находятся линейный и фазный ток в трёхфазной сети при подключении потребителя в звезду?
14. В каком соотношении находятся линейный и фазный ток в трёхфазной сети при подключении потребителя в треугольник?
15. Как рассчитывается активная мощность трёхфазного тока?
16. Что собой представляет короткое замыкание (КЗ)?
17. Каковы негативные последствия КЗ?
18. Назовите основные виды коротких замыканий в системах энергоснабжения.
19. Назовите основные причины возникновения коротких замыканий в системах энергоснабжения.
20. Назовите основные требования к системам защиты оборудования от КЗ.

VI. Отчет по работе

1. Параметры режимов электрических систем

Таблица 1

Параметр	Обозначение	Размерность	Определение
Напряжение			
Ток			
Полная мощность			
Активная мощность			
Реактивная мощность			

2. Треугольник мощностей и  $\cos \varphi$

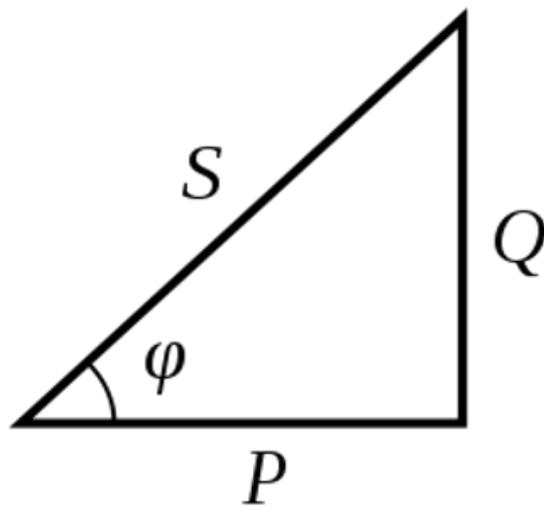


Рис. 1. Треугольник мощностей

### 3. Подключение потребителей в трёхфазную сеть с нулевым проводом

Рис. 2. Подключение однофазного потребителя  
на линейное и фазное напряжение

Рис. 3. Подключение трёхфазного потребителя в звезду (*a*) и в треугольник (*б*)

4. Соотношения между линейными и фазными параметрами  
в трёхфазной сети

5. Короткие замыкания (КЗ) в системах электроснабжения

## 6. Защита от КЗ

### Литература

Работу выполнил \_\_\_\_\_

Работу принял \_\_\_\_\_

## ***Работа № 8***

### ***Преобразование электрической энергии в механическую***

#### ***I. Цель работы***

Ознакомиться с устройством и принципом действия электродвигателей переменного тока.

#### ***II. Оборудование и учебно-методический материал***

Методические указания, конспекты лекций, литература [1,2,3,4].

#### ***III. Порядок выполнения работы***

- Пользуясь рекомендуемой литературой и лекциями ознакомиться с назначением и классификацией электродвигателей.
- Ознакомиться с устройством и принципом работы асинхронных электродвигателей переменного тока.
- Оформить отчет и подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

#### ***IV. Требования к отчету***

В отчете по работе привести общие сведения об электродвигателях и их классификацией.

Дать описание устройства и принципа работы асинхронных двигателей разных типов.

Привести список литературы.

#### ***V. Тестовые контрольные вопросы и задания***

1. Назовите основное устройство для преобразования электрической энергии в механическую..

2. Назовите основные части электродвигателя.
3. На каком принципе основана работа электродвигателя.
4. Как делятся электродвигатели постоянного тока по конструктивным особенностям.
5. Назовите виды коллекторных двигателей по типу возбуждения.
6. Назовите виды электродвигателей переменного тока по принципу работы.
7. В чем состоит принципиальное отличие синхронных и асинхронных электродвигателей.
8. Что собой представляет обмотка ротора асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором?
9. Назовите основные достоинства асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором.
10. Назовите основные недостатки асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором.
11. Назовите основные достоинства асинхронных электродвигателей с фазным ротором.
12. Назовите основные недостатки асинхронных электродвигателей с фазным ротором.
13. Что понимают под скольжением при работе асинхронного двигателя?
14. Приведите формулу для расчета скольжения асинхронного двигателя.
15. От чего зависит величина скольжения асинхронного двигателя?

## **VI. Отчет по работе**

1. Общие сведения об электродвигателях и их классификация

## 2. Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором

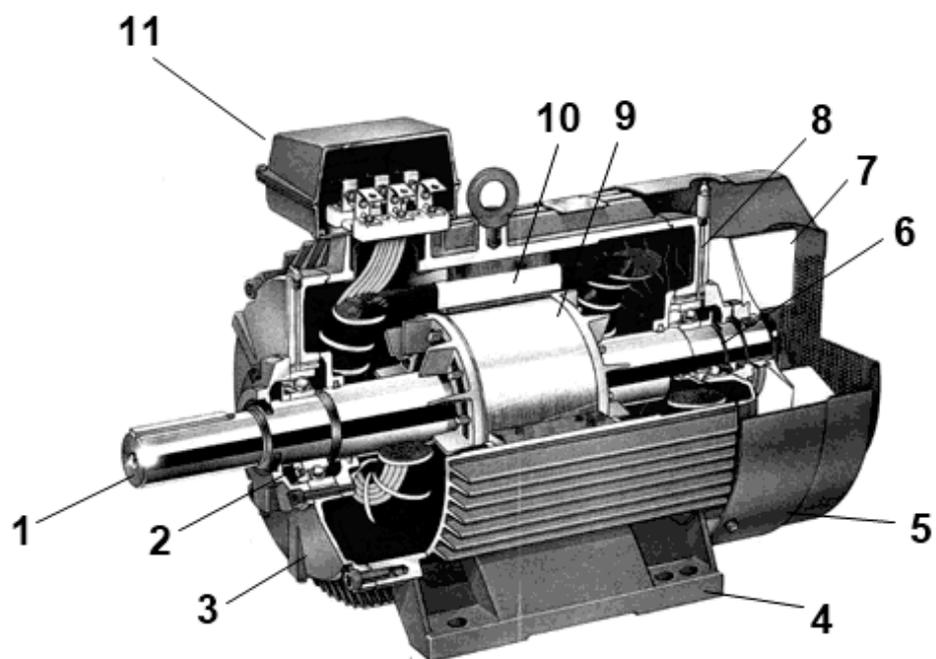


Рис. 1. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором:

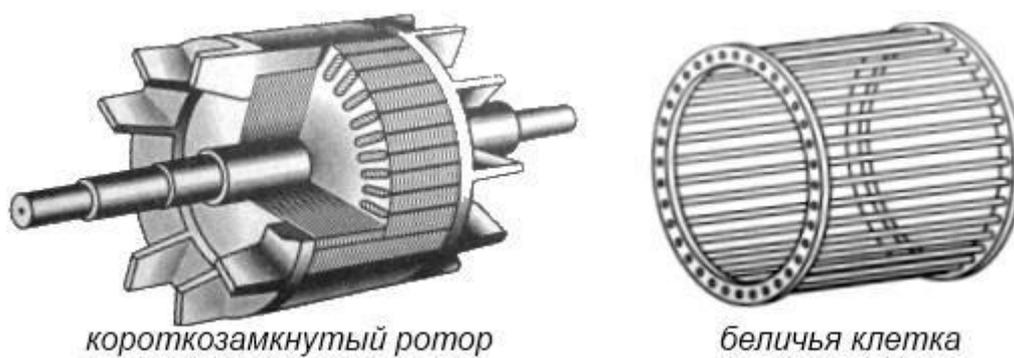


Рис. 2. Короткозамкнутый ротор с обмоткой

### 3. Асинхронные двигатели с фазным ротором

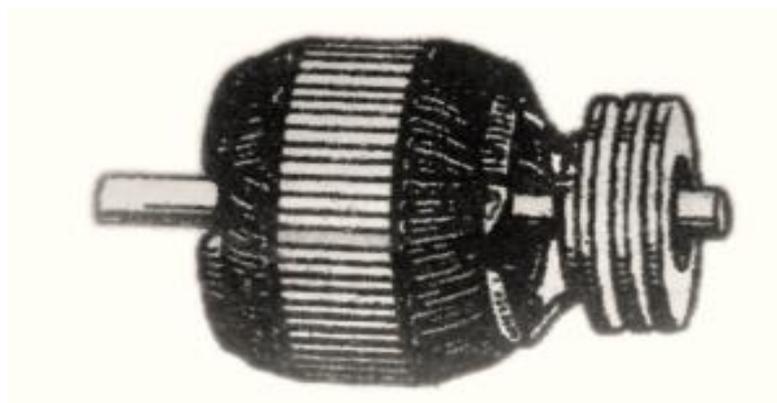


Рис. 3. Фазный ротор асинхронного двигателя

#### 4. Однофазные двигатели

#### Литература

Работу выполнил \_\_\_\_\_

Работу принял \_\_\_\_\_

## *Работа № 9*

### *Преобразование электрической энергии в теплоту*

#### *I. Цель работы*

Ознакомиться со способами преобразования электрической энергии в тепловую и способами электрического нагрева. Получить представление об электрических теплогенерирующих устройствах и ознакомиться с тепловым оборудованием, применяемых в пищевых отраслях.

#### *II. Оборудование и учебно-методический материал*

Методические указания, конспекты лекций, литература [1,2,3,4].

#### *III. Порядок выполнения работы*

- Пользуясь рекомендуемой литературой и лекциями ознакомиться со способами преобразования электрической энергии в тепловую и способами электрического нагрева.
- Ознакомиться с различными видами электрических теплогенерирующих устройств, а также электрическим тепловым оборудованием, используемом на предприятиях пищевых отраслей.
- Оформить отчет и подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

#### *IV. Требования к отчету*

В отчете по работе привести общие сведения о способах преобразования электрической энергии в тепловую и способами электрического нагрева

Дать описание различных видов электрических теплогенерирующих устройств, а также электрического теплового оборудования, используемого на предприятиях пищевых отраслей

Привести список литературы.

## **V. Тестовые контрольные вопросы и задания**

1. Назовите принципиальные способы преобразования электроэнергии в теплоту.
2. Назовите виды электрических ТГУ по принципу действия.
3. На каком принципе основан резистивный нагрев?
4. На каком принципе основан инфракрасный нагрев?
5. На каком принципе основан СВЧ-нагрев?
6. На каком принципе основан ТВЧ-нагрев?
7. В чем состоит прямой способ электрического нагрева?
8. В чем состоит косвенный способ электрического нагрева?
9. В чем состоит электродный способ электрического нагрева?
10. Что собой представляют открытые резистивные нагреватели?
11. Назовите основные достоинства открытых резистивных нагревателей.
12. Назовите основные недостатки открытых резистивных нагревателей.
13. Что собой представляют закрытые резистивные нагреватели?
14. Назовите основные достоинства закрытых резистивных нагревателей.
15. Назовите основные недостатки закрытых резистивных нагревателей.
16. Что собой представляют ТЭНы?
17. Что собой представляют РЭНы?
18. Назовите основные достоинства и недостатки ТЭНов.
19. Назовите основные виды электрического оборудования для производства теплоносителей.
20. Назовите основные виды электрического оборудования для тепловой обработки пищевых продуктов.

## **VI. Отчет по работе**

1. Способы преобразования электроэнергии в теплоту и классификация теплогенерирующих установок

## Классификация электрических ТГУ по принципу действия

Вид ТГУ	Принцип действия

## 2. Способы электрического нагрева

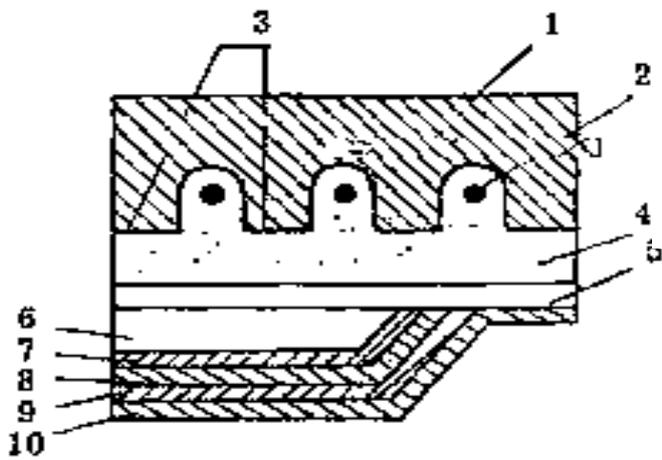


Рис. 1. Устройство закрытых  
электронагревательных элементов  
(конфорок):

### 3. Электрическое тепловое оборудование

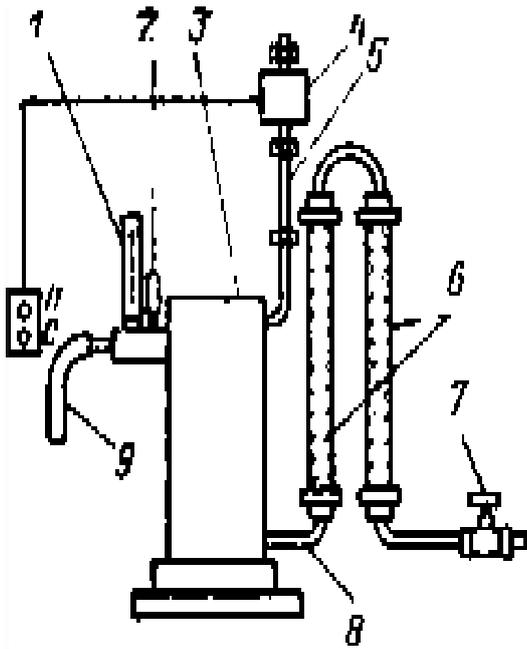


Рис. 2. Проточный водонагреватель типа ЭВП:

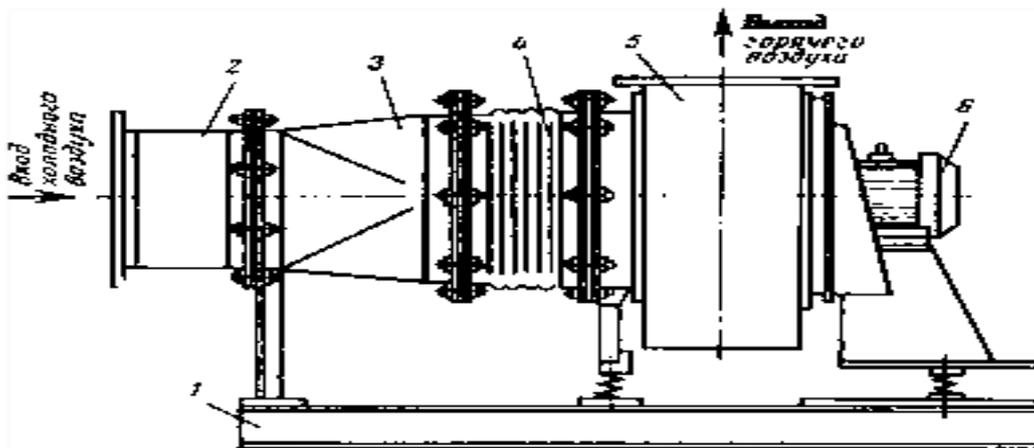


Рис. 3. Калориферная установка типа СФОА:

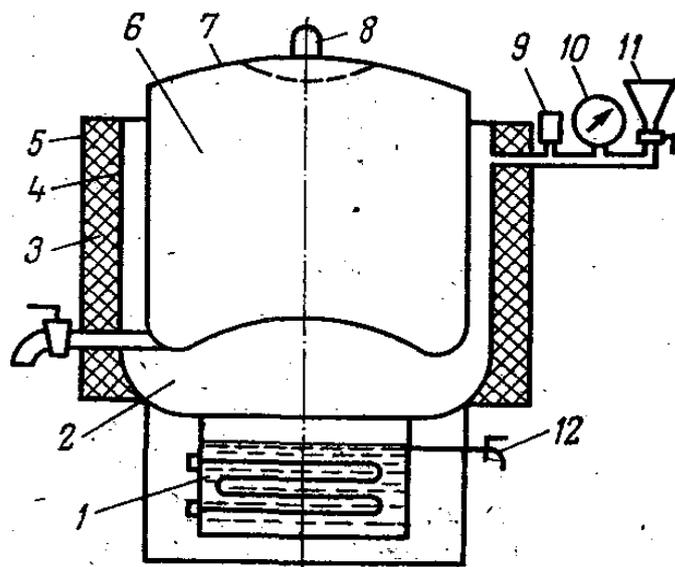


Рис. 4. Электрический пищеварочный котел:

**Литература**

Работу выполнил \_\_\_\_\_

Работу принял \_\_\_\_\_

## ***Работа № 10***

### ***Конвекционные печи и пароконвектоматы***

#### ***I. Цель работы***

Ознакомиться с устройством и принципом действия конвекционных, пароконвекционных печей и пароконвектоматов.

#### ***II. Оборудование и учебно-методический материал***

Методические указания, конспекты лекций, литература [1,2,3,4].

#### ***III. Порядок выполнения работы***

- Пользуясь рекомендуемой литературой и лекциями ознакомиться с устройством и принципом действия конвекционных, пароконвекционных печей и пароконвектоматов.
- Оформить отчет и подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

#### ***IV. Требования к отчету***

В отчете по работе привести общие сведения об устройстве и принципе действия конвекционных, пароконвекционных печей и пароконвектоматов.

Привести список литературы.

#### ***V. Тестовые контрольные вопросы и задания***

1. Что собой представляет конвекционная печь?
2. Что такое конвекция?
3. Назовите основные достоинства конвекционных печей.
4. Назовите виды пароконвекционных печей по способу получения пара.

5. Что собой представляет бойлерная система парообразования?
6. Что собой представляет инжекторная система парообразования?
7. Какие виды ТЕНов используются в пароконвекционных печах?
8. В чём состоят преимущества кругообразных ТЭНов?
9. Назовите виды систем управления пароконвекционными печами.
10. Что собой представляет пароконвектомат?

## ***VI. Отчет по работе***

1. Конвекционные печи

## 2. Пароконвекционные печи

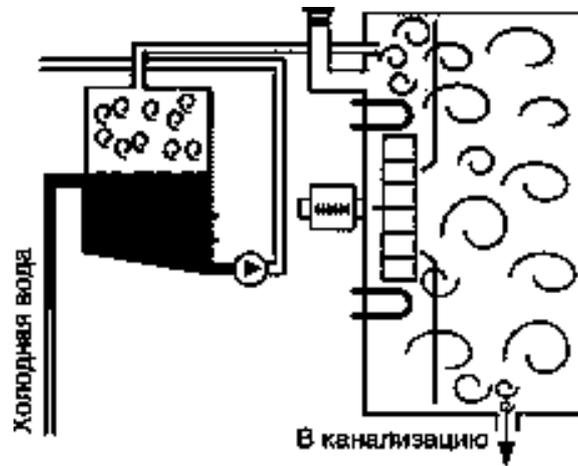


Рис. 1. Схема бойлерной системы парообразования

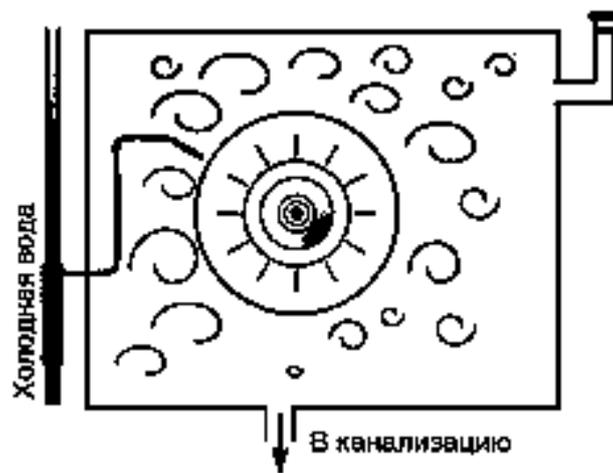


Рис. 2. Схема инжекторной системы  
парообразования

### 3. Пароконвектоматы



Рис. 3. Пароконвектомат Rational SCC 101

*Литература*

Работу выполнил \_\_\_\_\_

Работу принял \_\_\_\_\_

## ***Работа № 11***

### ***Электрическое освещение***

#### ***I. Цель работы***

Получить представление о природе света и его характеристиках. Ознакомиться с требованиями к производственному освещению и устройством электрического освещения.

#### ***II. Оборудование и учебно-методический материал***

Методические указания, конспекты лекций, литература [1,2,3,4].

#### ***III. Порядок выполнения работы***

- Пользуясь рекомендуемой литературой и лекциями ознакомиться с природой света и его основными характеристиками.
- Ознакомиться с требованиями к производственному освещению и устройством электрического освещения.
- Оформить отчет и подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

#### ***IV. Требования к отчету***

В отчете по работе привести общие сведения о природе света и его характеристиках.

Привести основные требования к производственному освещению.

Привести сведения об устройстве электрического освещения и электрических источниках света.

Привести список литературы.

#### ***V. Тестовые контрольные вопросы и задания***

1. Что собой представляет свет?
2. Что такое спектр электромагнитного излучения?

3. В каком диапазоне длин волн находится свет?
4. Назовите основные количественные характеристики излучения.
5. Что собой представляет поток излучения и в каких единицах он измеряется?
6. Что собой представляет плотность потока излучения и в каких единицах она измеряется?
7. Назовите основные светотехнические единицы.
8. Что собой представляет световой поток и в каких единицах он измеряется?
9. В чем заключается различие светового потока и потока излучения?
10. Что собой представляет сила света и в каких единицах она измеряется?
11. Что собой представляет освещённость и в каких единицах она измеряется?
12. Что собой представляет светимость и в каких единицах она измеряется?
13. Что собой представляет яркость и в каких единицах он измеряется?
14. Назовите основные требования к производственному освещению.
15. Назовите виды освещения.
16. Назовите основные элементы электрического освещения.
17. Назовите виды оптического излучения, реализуемые в электрических источниках света.
18. Назовите основные преимущества люминесцентных ламп по сравнению с лампами накаливания.
19. Что собой представляют светодиоды?
20. Назовите основные достоинства светодиодов.

## **VI. Отчет по работе**

1. Общие сведения о природе света и основные светотехнические величины

## Светотехнические единицы

Величина	Определение	Размерность
Световой поток ( $\Phi$ )		
Сила света ( $I$ )		
Освещенность ( $E$ )		
Светимость (свет- ность) ( $M$ )		
Яркость ( $L_a$ )		

## 2. Освещение. Требования к освещению

## 3. Электрическое освещение и электрические источники света

#### 4. Электрические источники света

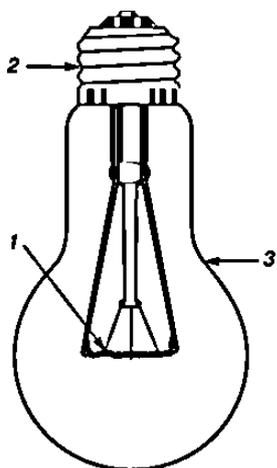


Рис.1. Лампа накаливания:

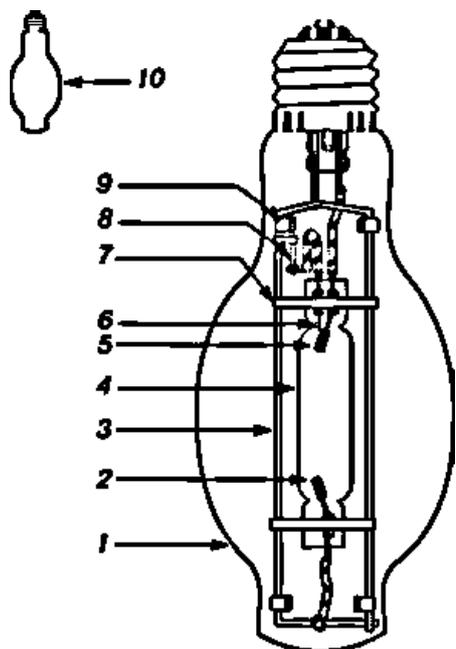


Рис. 2. Ртутная газоразрядная лампа:

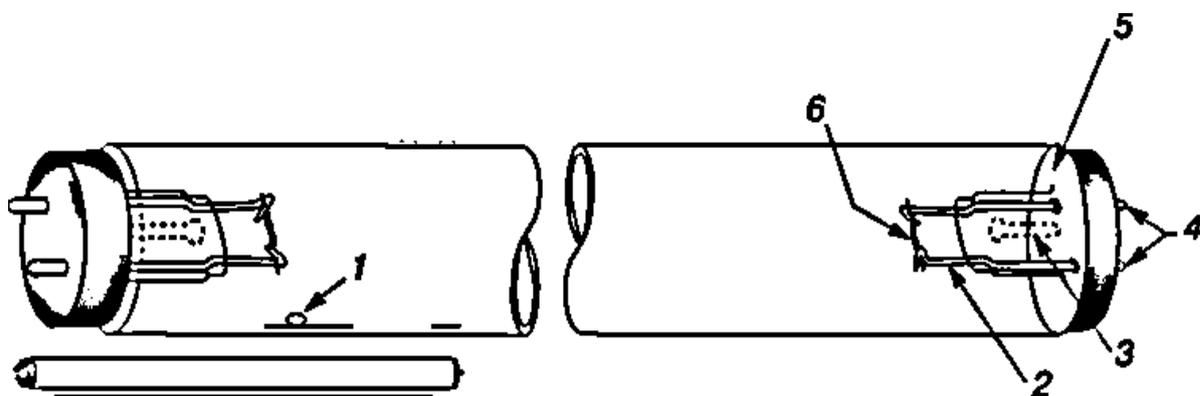


Рис.3. Люминесцентная лампа:

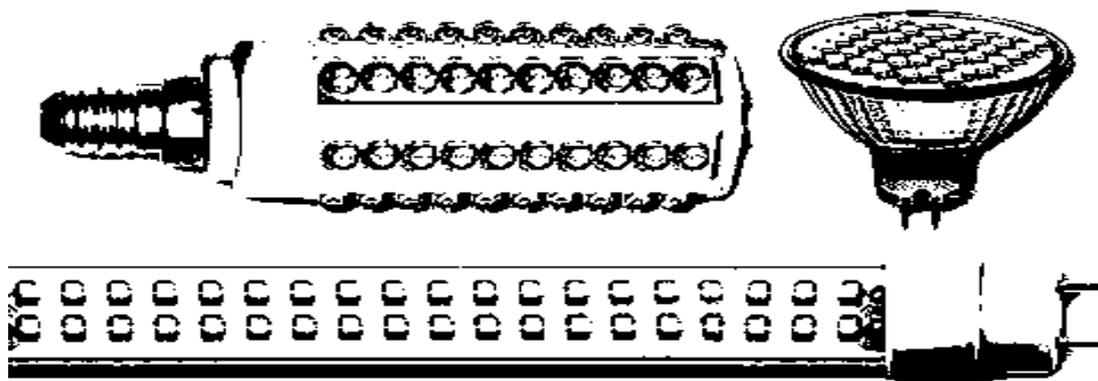


Рис. 4. Конструкция светодиодных ламп

Литература

Работу выполнил \_\_\_\_\_

Работу принял \_\_\_\_\_

## ***Работа № 12***

### ***Обеспечение безопасности при работе с электрооборудованием***

#### ***I. Цель работы***

Ознакомиться с методами и средствами обеспечения электробезопасности при работе с электрооборудованием.

#### ***II. Оборудование и учебно-методический материал***

Методические указания, конспекты лекций, литература [1,2,3,4].

#### ***III. Порядок выполнения работы***

- Пользуясь рекомендуемой литературой и лекциями ознакомиться с опасными и вредными производственными факторами, связанными с использованием электрической энергии.
- Ознакомиться с основными методами и средствами электробезопасности при работе с электрооборудованием.
- Ознакомиться с методами действий и приемами оказания первой помощи пострадавшим при поражении электрическим током.
- Оформить отчет и подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

#### ***IV. Требования к отчету***

В отчете по работе привести общие сведения об опасных и вредных воздействиях электрического тока на человека.

Привести основные методы обеспечения электробезопасности и дать описание средств защиты от воздействия электрического напряжения и тока.

Описать порядок действий при оказании первой помощи при поражении электрическим током.

Привести список литературы.

## **V. Тестовые контрольные вопросы и задания**

1. Назовите основные опасные и вредные факторы, связанные с использованием электрической энергии.
2. В чем проявляется вредные воздействия электричеств на человека?
3. От чего зависит степень вредного воздействия поражающего фактора на человека?
4. Какой фактор, напряжение или электрический ток представляет опасность для человека?
5. Назовите величину безопасного напряжения при работе с электрооборудованием в нормальных условиях.
6. Назовите величину безопасного напряжения при работе с электрооборудованием в неблагоприятных условиях.
7. Назовите величину тока, действие которого человек практически не ощущает.
8. Назовите величину ощутимого, но безопасного для человека электрического тока.
9. Назовите величину смертельно опасного для человека электрического тока.
10. Что собой представляют основные электрозащитные средства?
11. Что собой представляют дополнительные электрозащитные средства?
12. Назовите электрозащитные средства в электроустановках до 1000 В.
13. Назовите средства коллективной защиты от поражения электрическим током.
14. С какой целью используются искусственные заземлители?
15. Какова последовательность действий при оказании помощи пострадавшему при поражении электрическим током?

## **VI. Отчет по работе**

1. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с использованием электрической энергии

Таблица 1

## Классы тока по уровню безопасности

№ п/п	Уровень тока	Характер воздействия	Величина тока
1	Безопасный		
2	Ощутимый, но безопасный для человека		
3	Пороговый или неотпускающий		
4	Смертельно опасный (Фибрилляционный порог)		

## 2. Обеспечение электробезопасности и средства защиты

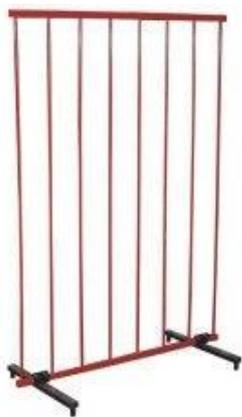


Рис. 1. Щит ограждения для  
электроустановок



Рис. 2. Диэлектрические перчатки



Рис. 3. Диэлектрические боты



Рис. 4. Примеры плакатов, используемых в качестве защитных средств

### 3. Оказание первой помощи при поражении электрическим током

*Литература*

Работу выполнил \_\_\_\_\_

Работу принял \_\_\_\_\_

Учебное издание

Чащинов Валерий Иванович  
Купреенко Алексей Иванович  
Исаев Хафиз Мубарисович

## *Рабочая тетрадь*

для аудиторных и самостоятельных работ  
по теплоэнергоснабжению предприятий  
(Раздел – Электроснабжение)

Для студентов с направлением подготовки 19.03.03- «Продукты питания  
животного происхождения» (уровень бакалавриата)

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 30.10.2019 г. Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 4,65. Тираж 50 экз. Изд. 6507.

---

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии.  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ