

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.08 Инновационное электротехническое оборудование**

**Направление подготовки (специальность) 35.04.06 – Агроинженерия**

**Профиль образовательной программы «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»**

**Форма обучения заочная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Лекция № 1 Основные сведения электротехнического оборудования.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Лекция № 2 Классификация электротехнического оборудования.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Лекция № 3 Автоматические выключатели. Контакторы, магнитные пускатели. Реле. Командоаппараты, магнитные станции, кнопки, выключатели, переключатели. Устройство, назначение и принцип работы. ....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Лекция № 4 Бесконтактные аппараты Предохранители плавкие. Резисторы и реостаты силовые. Силовые конденсаторы и конденсаторные установки. Устройство, назначение и принцип работы.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Методические указания по проведению практических занятий .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. Практическое занятие №1«Классификация электротехнического оборудования».....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Практическое занятие №2 «Электротехническое оборудование по величине рабочего напряжения – низковольтные (до 1000 В)».....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Практическое занятие №3 «Автоматические выключатели. Контакторы, магнитные пускатели. Реле.».....</b>	<b>13</b>
<b>2.4. Практическое занятие №4 «Командоаппараты, магнитные станции, кнопки, выключатели, переключатели.».....</b>	<b>14</b>

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1. 1 Лекция № 1 (2 часа).

**Тема:** «Введение. Основные сведения электротехнического оборудования»

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Основные понятия темы
2. Функциональное назначение электротехнического оборудования
3. Условные обозначения электротехнического оборудования

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Основные понятия темы

*Электротехническое оборудование* - это комплекс электротехнических устройств, предназначенных для производства, передачи, преобразования в другие виды, потребления и распределения электроэнергии.

Электротехническое оборудование используется не только в промышленном секторе но и в быту, входит в состав практически всех инженерных систем. Существует множество видов электротехнического оборудования, которые подразделяются в первую очередь в назначении, исполнении и технических параметрах.

Существует два основных подтипа электротехнического оборудования:

*Низковольтное:* автоматические выключатели, УЗО, диф. автоматы, контакторы, предохранители, изоляторы, розетки, выключатели, лампы, трансформаторы связи, пускорегулирующая аппаратура;

Главное отличие низковольтных приборов в том, что напряжение сети от которой они работают, непревышает 1000 вольт.

*Высоковольтное:* трансформаторы, выключатели, ограничители, реакторы, предохранители, изоляторы, разъединители;

Основное предназначение высоковольтного оборудования в выполнении ряда функций тестирования электрооборудования, а также решении измерительных задач в промышленной энергетике и энергоснабжении различных промышленных объектов.

#### 2. Функциональное назначение электротехнического оборудования

Электротехническое оборудование - это комплекс взаимодействующих и дополняющих друг друга:

- \* механизмов;
- \* машин;
- \* приборов;
- \* трансформаторов;
- \* КИПиА;
- \* кабельно-проводниковой продукции;
- \* устройств защиты и сигнализации, задействованных в единой технологической схеме.

Электрическое оборудование предназначено для:

- \* производства;
- \* передачи;
- \* распределения;
- \* преобразования электрической энергии в другие виды.

При необходимости электрическое оборудование способно изменять вид и силу тока, напряжение, частоту.

Электрическое оборудование входит в состав буквально всех инженерных

систем. Простейшим примером электротехнического оборудования может служить выключатель в системе освещения.

Электротехническое оборудование широко применяется не только во всех сферах промышленности, но и в быту. Без электротехнического оборудования сегодня невозможно даже представить существование ни одной семьи. Это оборудование обеспечивает работу:

- \* системы освещения;
- \* холодильников;
- \* телевизоров и компьютеров;
- \* стиральных машин;
- \* климатической техники.

На промышленных предприятиях применение электротехнического оборудования позволяет обеспечить:

- \* проведение производственных процессов согласно режимной карте;
- \* выпуск экономически эффективной и экологически безопасной продукции;
- \* безопасное проведение работ.

### 3. Условные обозначения электротехнического оборудования

Условные обозначения электротехнического оборудования

Обозначение	Наименование
	Выключатель одноклавишный
	Выключатель двухклавишный
	Переключатель на два направления одноклавишный
	Трансформатор понижающий малой мощности
	Люстра
	Светильник встроенный потолочный
	Лампа дневного света
	Бра
	Розетка штепсельная для открытой установки со степенью защиты IP20–IP23 двухполюсная одинарная
	Розетка штепсельная для открытой установки со степенью защиты IP20–IP23 двухполюсная сдвоенная
	Розетка штепсельная со степенью защиты IP44–IP55двухполюсная с защитным контактом, пылевлагозащищенная.
	Розетка антennaя
	Вывод электропровода
	Розетка телефонная
	Розетка выделенной линии интернет
	Шкаф, ящик управления
	Звонок
	Датчик движения
	Видеодомофон
	Терморегулятор
	Светодиодник с лампой накаливания для специального освещения (светодиодный указатель).
	Вентилятор
	Водонагреватель

333dn.3dn.ru

## 2. 1 Лекция № 2 (2 часа).

Тема: «Классификация электротехнического оборудования»

### **2.1.1 Вопросы лекции:**

1. Электротехническое оборудование по величине рабочего напряжения
2. Электротехническое оборудование по величине рабочего или коммутируемого тока

### **2.1.2 Краткое содержание вопросов:**

#### *1. Электротехническое оборудование по величине рабочего напряжения.*

Электротехническое оборудование классифицируют по различным признакам:

- 1) по величине рабочего напряжения - низковольтные (до 1000 В) и высоковольтные (более 1000 В).

*Низковольтное:* автоматические выключатели, УЗО, диф. автоматы, контакторы, предохранители, изоляторы, розетки, выключатели, лампы, трансформаторы связи, пускорегулирующая аппаратура;

Главное отличие низковольтных приборов в том, что напряжение сети от которой они работают, непревышает 1000 вольт.

*Высоковольтное:* трансформаторы, выключатели, ограничители, реакторы, предохранители, изоляторы, разъединители;

Основное предназначение высоковольтного оборудования в выполнении ряда функций тестирования электрооборудования, а также решении измерительных задач в промышленной энергетике и энергоснабжении различных промышленных объектов.

#### *2. Электротехническое оборудование по величине рабочего или коммутируемого тока*

По величине рабочего или коммутируемого тока — слаботочные (аппараты управления, защиты, сигнализации) и сильноточные, используемые в силовых цепях.

Первая группа — сильноточные производства, выпускающие сравнительно дорогостоящую продукцию промышленного назначения (оборудование для выработки электроэнергии — генераторы; ее передачи — кабели; для преобразования электроэнергии — трансформаторы, выпрямители; для преобразования электроэнергии в механическую — электродвигатели разной мощности). Промышленное назначение имеет изготовление электротермического оборудования для электросварки, электропечей для получения металлов и т.д. Производство сильноточного оборудования — материалоемкое, использует большое количество цветных металлов (медь, алюминий, ртуть), специальных сортов стали, синтетических смол и пластмасс. Это производство наиболее наукоемкое в отрасли, требует сложного оборудования для своего изготовления. Большая часть сильноточных изделий — штучная продукция, вырабатывается по заказам (мощные генераторы, трансформаторы, электропечи в количестве лишь нескольких тысяч единиц в мире), только средние и мелкие электродвигатели выпускаются серийно в массовых количествах. Производство сильноточного оборудования ведется на средних и крупных, хорошо оснащенных техническими средствами предприятиях.

Вторая группа — слаботочные производства, дают массовую и, как правило, дешевую продукцию для широкого использования во всех отраслях народного хозяйства и в быту. К ней относится изготовление светотехнических изделий (лампы накаливания, люминесцентные и др.), электроустановочные изделия (выключатели, розетки, патроны для ламп и т.д.), химические источники получения тока (аккумуляторы, элементы), специфические вспомогательные виды оборудования: изоляторы, Электроугли и др. Очень большое значение для данной группы производств имело увеличение выпуска бытовой аппаратуры длительного пользования: домашние холодильники, морозильники, кондиционеры, стиральные и посудомоечные машины, пылесосы, вентиляторы, электропечи, микроволновые печи. Эта сравнительно дорогостоящая бытовая техника имеет очень широкий рынок сбыта. Она изготавливается в мире в десятках миллионов

единиц каждого вида и выпуск ее продолжает расти. Производство слаботочной продукции по большинству ее видов технически более простое, менее материалоемкое, давно и хорошо освоено. Оно, как правило, сводится к простым сборочным операциям, где не требуется высокой квалификации и широко используется женская рабочая сила. Изделия слаботочных производств изготавливаются как на малых, часто кустарных предприятиях, так и на крупных (например, холодильники на заводах с выпуском десятков и даже сотен тысяч штук). Это дает возможность разной территориальной организации производства по странам и регионам мира.

### **3. 1 Лекция № 3 (2 часа).**

**Тема: «Автоматические выключатели. Контакторы, магнитные пускатели. Реле. Командааппараты, магнитные станции, кнопки, выключатели, переключатели. Устройство, назначение и принцип работы»**

#### **3.1.1 Вопросы лекции:**

1. Автоматические выключатели (автоматы) низкого напряжения (до 1500 В)
2. Контакторы, магнитные пускатели.
3. Реле, командааппараты, магнитные станции, кнопки, выключатели, переключатели.

#### **3.1.2 Краткое содержание вопросов:**

*1. Автоматические выключатели (автоматы) низкого напряжения (до 1500 В)* предназначены для автоматической защиты электрических сетей и оборудования от аварийных режимов (токов короткого замыкания, токов перегрузки, снижения или исчезновения напряжения, изменения направления тока, возникновения магнитного поля мощных генераторов в аварийных условиях и др.), а также для нечастой коммутации номинальных токов (6-30 раз в сутки). Иногда автоматом можно производить редкий запуск и останов асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Для обеспечения селективной (избирательной) защиты в автоматах предусматривается возможность регулирования уставок по току и по времени. Быстро действующие автоматы снижают время срабатывания и ограничивают отключаемый ток сопротивлением возникающей электрической дуги в автомате.

#### *2. Контакторы, магнитные пускатели.*

В промышленности и мелкомоторном секторе, гражданском и коммерческом строительстве, задачи связанные с пуском и остановкой электродвигателей, а также с дистанционным управлением электрическими цепями возложены на контакторы и магнитные пускатели. Данные устройства применяются там, где необходимы частые пуски либо коммутация электрических устройств с большими токами нагрузки.

Контактор - это дистанционно управляемый коммутационный аппарат, позволяющий коммутировать мощные (в том числе индуктивные) нагрузки как переменного, так и постоянного тока. Отличительной особенностью электромагнитных контакторов, по сравнению с близкими к ним электромагнитными реле является то, что контакторы разрывают электрическую цепь в нескольких точках одновременно, в то время как электромагнитные реле обычно разрывают цепь только в одной точке.

*3. Реле, командааппараты, магнитные станции, кнопки, выключатели, переключатели.*

Релé (фр. relais) — электрическое или электронное устройство (ключ), предназначенное для замыкания или размыкания электрической цепи при заданных изменениях электрических или неэлектрических входных воздействий.

Обычно под этим термином подразумевается электромагнитное реле — электромеханическое устройство, замыкающее и/или размыкающее механические электрические контакты при подаче в обмотку реле электрического тока, порождающего магнитное поле, которое вызывает перемещения ферромагнитного якоря реле, связанного механически с контактами и последующее перемещение контактов коммутирует внешнюю электрическую цепь.

Часто реле также называют самые различные устройства, замыкающие или размыкающие контакты при изменении некоторой, не обязательно электрической величины. Это, например, устройства, чувствительные к температуре (тепловые реле), освещённости (фотореле), уровню звукового давления (акустические реле) и др. Также, часто реле называют различные таймеры, например, таймер указателя поворота автомобиля, таймеры включения/выключения различных приборов и устройств, например, бытовых приборов (реле времени).

Командоаппарат - электрический аппарат для различного рода переключений электрических цепей в системах управления объектами или технологическими процессами. Простейшие командоаппараты - кнопки управления, концевые выключатели, контроллеры. В автоматических устройствах применяются программные командоаппараты.

Магнитные станции управления представляют собой комплекты установленных на общей конструкции аппаратов управления и приборов, работающих на электромагнитном принципе (реле, контакторы) и электрически связанных между собой по - определенной схеме, и предназначены в комбинации с внешними командными и блокировочными аппаратами для дистанционного автоматизированного управления электроустановками, а также для их защиты. Во многих случаях в состав магнитной станции входят плавкие предохранители, сопротивления и др.. Например, в состав магнитной станции управления электроприводом экскаватора СЭ-3 (с ковшом вместимостью 3 м3) входят 26 контакторов, 12 предохранителей и большое число специальных сопротивлений. [1]

Магнитные станции управления широко используются для; поверхностных и подземных электроустановок горнодобывающих предприятий. [2]

Магнитная станция управления представляет собой герметически закрывающийся металлический ящик, в котором смонтированы щит с рубильником, реверсивный магнитный пускатель П-213, реле тока ИТ-81-11. ВТ-380 / 6 в для сигнальных ламп, трехкнопочный пост управления электродвигателем и три сигнальные электролампы, сообщающие о закрытии и открытии превентера и о неполадках в нем, мешающих выполнению этих операций.

#### **4. 1 Лекция № 4 (2 часа).**

**Тема: «Бесконтактные аппараты Предохранители плавкие. Резисторы и реостаты силовые. Силовые конденсаторы и конденсаторные установки. Устройство, назначение и принцип работы»**

##### **4.1.1 Вопросы лекции:**

1. Бесконтактные аппараты, предохранители плавкие
2. Резисторы и реостаты.
3. Силовые конденсаторы и конденсаторные установки

##### **4.1.2 Краткое содержание вопросов:**

*1. Бесконтактные аппараты, предохранители плавкие*

Электрический предохранитель — компонент электрических и радиоэлектронных устройств, предназначенный для защиты оборудования и приборов от повреждений при

их неисправностях или для защиты питающей сети от аварийных электрических токов, возникающих при авариях и отказах, неправильного включения, ошибок монтажа.

Предохранитель включается последовательно с потребителем электрического тока и разрывает цепь тока при превышении им номинального тока, — тока, на который рассчитан предохранитель.

По принципу действия при разрыве тока в защищаемой цепи предохранители разделяются на четыре класса — плавкие, электромеханические, электронные и использующие нелинейные обратимые свойства по изменению сопротивления после воздействия экстратока у некоторых проводящих полупроводниковых материалов (самовосстанавливающиеся предохранители).

В плавких предохранителях при превышении тока свыше номинального происходит разрушение токопроводящего элемента предохранителя (расплавление, испарение), традиционно этот процесс называют «перегоранием» или «сгоранием» предохранителя.

Автоматический выключатель защиты сети снабжён датчиками протекающего тока (электромагнитными и/или тепловыми), при превышении тока сверх номинального, разрывают цепь размыканием контактов, обычно, движение контактов на размыкание производится посредством предварительно взвешённой пружины.

В электронных предохранителях защищаемую цепь разрывают бесконтактные ключи.

В самовосстанавливающихся предохранителях, при превышении тока, на несколько порядков увеличивается удельное электрическое сопротивление полупроводникового материала токопроводящего элемента предохранителя, что снижает ток цепи, после снятии тока и их охлаждения восстанавливают своё сопротивление.

Под термином электрический предохранитель или, обычно, предохранитель, подразумевается наиболее часто используемый и дешёвый плавкий предохранитель.

Предохранители повсеместно используются для защиты любого электрооборудования, например, для исключения перегрева проводов бытовой электрической сети в случае коротких замыканий. Отсутствие предохранителей или неграмотное их применение может привести к пожару

#### Физические принципы работы плавкого предохранителя

В плавких предохранителях в качестве разрушаемого экстратоками токопроводящего элемента применяются чистые металлы (медь, цинк, свинец, железо и др.) и некоторые сплавы — (ковар, сталь, др.).

Все чистые металлы и практически все металлические сплавы имеют положительный коэффициент термического сопротивления, то есть при повышении температуры сопротивление плавкого элемента увеличивается. Именно положительный температурный коэффициент сопротивления обуславливает защитные свойства плавкого предохранителя. При токах, ниже защитного номинального тока, тепло, выделяемое в плавком элементе, стационарно рассеивается в окружающую среду. При этом температура плавкого элемента устанавливается немного выше температуры среды. При токах, свыше номинального тока, в плавком элементе развивается тепловая неустойчивость — повышение температуры ведёт к увеличению активного сопротивления плавкого элемента, что вызывает ещё больший разогрев его, так как мощность на ветви в последовательной электрической цепи есть  $I^2 \cdot R$ . Повышение сопротивления ведёт к увеличению тепловыделения, тепловыделение повышает температуру и увеличивает выделяющуюся мощность, что снова увеличивает температуру. При этом процесс развивается лавинообразно — температура плавкого элемента начинает превышать температуру его плавления что вызывает механическое разрушение нити предохранителя и разрыв электрической цепи.

Также важным электрическим параметром плавкого предохранителя, помимо номинального тока, является так называемый параметр защиты, определяемый по времени — токовой характеристике.

Экспериментально установлено, что область токов, вызывающих «сгорание» плавкого предохранителя лежит выше линии на графике ток — время срабатывания (сгорания, разрыва цепи), уравнение этой линии в декартовых координатах удовлетворяет условию:

$$I_2 \cdot t = k$$

$I$  — ток,  $t$  — время сгорания,  $k$  — параметр, в широком диапазоне изменения токов постоянен.

Таким образом, чем больше ток, тем ниже время «сгорания» плавкого предохранителя. Параметр  $k$  часто называют «защитным фактором» или «параметром защиты». Приведённое уравнение не выполняется при очень больших токах, так как разлёт и дейонизация плазмы в электрической дуге испарившегося защитного плавкого элемента занимает конечное время. Также, при малых токах, ниже номинального защитного тока время «сгорания» бесконечно.

В профессиональных спецификациях на предохранители параметр  $k$  обычно явно указывается.

Конструкции плавких предохранителей и их держатели

Плавкий предохранитель состоит из плавкой вставки и патрона, в который устанавливается плавкая вставка, которая может заменяться при перегорании (у предохранителей на малые токи плавкая вставка не сменная, конструкция является одноразовой и при срабатывании производится замена целиком предохранителя в держателе).

Плавкая вставка внутри патрона помещается в специальную дугогасящую среду (например кварцевый песок), которая при срабатывании интенсивно охлаждает и дейонизирует электрическую дугу, не давая выйти в наружу через корпус. В некоторых типах предохранителей имеется корпус из газогенерирующего материала (например фибры), при термическом действии дуги происходит интенсивное газовыделение с гашением внутри корпуса. В предохранителях на малые токи плавки вставки могут находится в среде инертных газов (для исключения окисления плавкой вставки со временем: находящаяся под током плавкая вставка нагревается и интенсивнее происходит процесс окисления).

Предохранители для защиты полупроводниковых элементов (быстродействующие) имеют дополнительные элементы конструкции для ускорения срабатывания: при этом перерыв электрической цепи внутри предохранителя производится электродинамическими силами и натянутыми пружинами. Ускорение срабатывания предохранителя производится также использованием metallurgического эффекта.

Различается номинальный ток плавкой вставки и номинальный ток патрона (для одного патрона выпускаются несколько номиналов вставок одинакового габарита и на разный ток).

Разновидности плавких предохранителей

Различные бытовые предохранители в керамическом корпусе.

Разрушающийся защитный элемент плавкого предохранителя или некоторую сменную конструкцию с этим элементом обычно называют вставкой. Вставка сменная, заменяется на новую после акта срабатывания.

Для защиты электрических цепей устройствами неоднократной защиты, экономически целесообразно применять автоматические выключатели — восстанавливающие электрическую цепь манипуляцией (автоматические выключатели).

В слаботочных низковольтных цепях применяются самовосстанавливающиеся предохранители.

Бесконтактные аппараты - устройство для включения или отключения тока в электрической цепи не механическим замыканием (размыканием) контактов, а скачкообразным изменением сопротивления управляемого элемента (магнитные усилители, некоторые полупроводниковые приборы и др.), включённого в цепь последовательно с нагрузкой. При положении "отключено" через Б. э. а. протекает незначительной силы ток вследствие высокого сопротивления элемента в закрытом состоянии; в положении "включено" сопротивление резко уменьшается (но всё же остаётся значительно больше сопротивления заменяемого контактного соединения). Преимуществом Б. э. а. перед контактными является их высокая надёжность и экономичность. Б. э. а. применяют в силовых устройствах коммутации и защиты электрических установок, в бесконтактных системах управления и регулирования и др.

## *2. Резисторы и реостаты*

Реостат (потенциометр, переменное сопротивление, переменный резистор; от др.-греч. *ρέος* «поток» и *στατός* «стоящий») — электрический аппарат, изобретённый Иоганном Христианом Поггендорфом, служащий для регулировки силы тока и напряжения в электрической цепи[1] путём получения требуемой величины сопротивления. Как правило, состоит из проводящего элемента с устройством регулирования электрического сопротивления. Изменение сопротивления может осуществляться как плавно, так и ступенчато.

Изменением сопротивления цепи, в которую включен реостат, возможно достичь изменения величины тока или напряжения. При необходимости изменения тока или напряжения в небольших пределах реостат включают в цепь параллельно или последовательно. Для получения значений тока и напряжения от нуля до максимального значения применяется потенциометрическое включение реостата, являющего в данном случае регулируемым делителем напряжения.

Использование реостата возможно как в качестве электроизмерительного прибора, так и прибора в составе электрической или электронной схемы.

### Основные типы реостатов

Проволочный реостат. Состоит из проволоки из материала с высоким удельным сопротивлением, натянутой на раму. Проволока проходит через несколько контактов. Соединяя с нужным контактом, можно получить нужное сопротивление.

Ползунковый реостат. Состоит из проволоки из материала с высоким удельным сопротивлением, виток к витку натянутой на стержень из изолирующего материала. Проволока покрыта слоем окалины, который специально получается при производстве. При перемещении ползунка с присоединённым к нему контактом слой окалины соскабливается, и электрический ток протекает из проволоки на ползунок. Чем больше витков от одного контакта до другого, тем больше сопротивление. Такие реостаты применяются в учебном процессе. Разновидностью ползункового реостата является агометр, в котором роль ползунка выполняет колёсико из проводящего материала, двигающееся по поверхности диэлектрического барабана с намотанной на него проволокой.

Жидкостный реостат, представляющий собой бак с электролитом, в который погружаются металлические пластины. Обеспечивается плавное регулирование. Величина сопротивления реостата пропорциональна расстоянию между пластинами и обратно пропорциональна площади части поверхности пластин, погруженной в электролит[2].

Ламповый реостат. Состоит из набора параллельно включённых ламп накаливания. Изменением количества включённых ламп изменялось сопротивление реостата. Недостатком лампового реостата является зависимость его сопротивления от степени разогрева нитей ламп.

По терминологии, используемой в ГОСТ 21414-75 «Резисторы. Термины и определения»:

Переменный резистор — резистор, электрическое сопротивление которого между его подвижным контактом и выводами резистивного элемента можно изменить механическим способом.

Регулировочный резистор — переменный резистор, предназначенный для многократной регулировки параметров электрической цепи.

Подстроечный резистор — переменный резистор, предназначенный для подстройки параметров электрической цепи, у которого число перемещений подвижной системы значительно меньше, чем у регулировочного резистора.

Резистор (англ. resistor, от лат. resisto — сопротивляюсь) — пассивный элемент электрических цепей, обладающий определённым или переменным значением электрического сопротивления[1], предназначенный для линейного преобразования силы тока в напряжение и напряжения в силу тока, ограничения тока, поглощения электрической энергии и др.[2].

Весьма широко используемый компонент практически всех электрических и электронных устройств.

Основные характеристики и параметры резисторов

- Номинальное сопротивление, - основной параметр.
- Предельная рассеиваемая мощность.
- Температурный коэффициент сопротивления.
- Допустимое отклонение сопротивления от номинального значения (технологический разброс в процессе изготовления).
- Предельное рабочее напряжение.
- Избыточный шум.
- Максимальная температура окружающей среды для номинальной мощности рассеивания.
- Влагоустойчивость и термостойкость.
- Коэффициент напряжения. Учитывает явление зависимости сопротивления некоторых видов резисторов от приложенного напряжения.

### *3. Силовые конденсаторы и конденсаторные установки*

Силовые конденсаторы предназначены для обеспечения высокочастотной связи по линиям электропередач, для делителей напряжения и отбора мощности, для продольной компенсации, для повышения коэффициента мощности, импульсные, фильтровые; силовые конденсаторы и конденсаторные батареи для электротермических установок.

Конденсаторной установкой называется электроустановка, состоящая из конденсаторов, относящегося к ним вспомогательного электрооборудования (выключателей, разъединителей, разрядных резисторов, устройств регулирования, защиты и т.п.) и ошиновки.

Конденсаторная установка может состоять из одной или нескольких конденсаторных батарей или из одного или нескольких отдельно установленных единичных конденсаторов, присоединенных к сети через коммутационные аппараты..."

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

### **2.1 Практическое занятие №1(4 часа).**

**Тема:** «Классификация электротехнического оборудования»

#### **2.1.1 Задание для работы:**

1. Электротехническое оборудование по величине рабочего напряжения
2. Электротехническое оборудование по величине рабочего или коммутируемого тока

#### **2.1.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Электротехническое оборудование классифицируют по различным признакам:

1) по величине рабочего напряжения - низковольтные (до 1000 В и высоковольтные (более 1000 В);

2) по величине рабочего или коммутируемого тока — слаботочные (аппараты управления, защиты, сигнализации) и сильноточные, используемые в силовых цепях;

#### 3) по выполняемой функции:

- коммутирующие аппараты: выключатели, разъединители, контакторы, магнитные пускатели;
- управления, защиты, сигнализации: реле различного типа, путевые и конечные выключатели (контактные и бесконтактные);
- командные: кнопки управления, ключи, командоконтроллеры и командоаппараты;
- аппараты защиты: разрядники, плавкие предохранители.

К электрическим аппаратам относят также пускорегулировочные сопротивления.

В настоящее время электрооборудование делится на классы - по способу защиты людей от поражения током и на типы - по степени защиты оборудования от влаги и пыли (IP-коды). Классы оборудования нормируются в соответствии с ГОСТР 536 - 94 (МЭК 536 - 94).

Класс 0 - защита оборудования обеспечивается за счет основной изоляции. Сам корпус и открытые части его не присоединены к защитному проводнику, и в случае пробоя изоляции защита обеспечивается только степенью прикосновения человека между оборудованием и полом (или стеной).

Класс 1 - защита оборудования обеспечивается за счет основной изоляции и соединения токопроводящих частей оборудования с защитным проводником. При этом сама розетка также должна иметь третий заземляющий проводник, а подключаемое оборудование имеет 3-х жильный кабель.

Класс 2 - защита обеспечивается двойной или усиленной изоляцией, но средства защитного заземления отсутствуют.

Класс 3 - оборудование питается от источника низкого напряжения (12вольт, 24вольт, 36вольт, 48вольт) - то есть менее опасного для человека.

Степень защиты от пыли и влаги обозначается на электрооборудовании в соответствии с ГОСТР 14254 - 96 (МЭК 529 - 89). Это IP-код (Index of Protection) и он имеет в своем обозначении две цифры и две буквы, например, IP23CS. Первая цифра означает защищенность оборудования от пыли и степень защиты человека от прикосновения к токоведущим и движущимся частям оборудования.

#### **2.1.3 Результаты и выводы:**

Написать отчет и сделать выводы по практическому занятию

### **2.2 Практическое занятие №2 (4 часа).**

**Тема:** «Электротехническое оборудование по величине рабочего напряжения – низковольтные (до 1000 В)»

#### **2.2.1 Задание для работы:**

1. Обзор электротехнического оборудования (до 1000 В) прошлого столетия.
2. Обозначение основных элементов электротехнического оборудования на принципиальных электрических схемах.

### **2.2.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Изучить виды низковольтного оборудования, такие как: предохранители, магнитные пускатели. Реле. Командааппараты, магнитные станции, кнопки, выключатели, переключатели. Устройство, назначение и принцип работы.

**Автоматические выключатели (автоматы)** низкого напряжения (до 1500 В) предназначены для автоматической защиты электрических сетей и оборудования от аварийных режимов (токов короткого замыкания, токов перегрузки, снижения или исчезновения напряжения, изменения направления тока, возникновения магнитного поля мощных генераторов в аварийных условиях и др.), а также для нечастой коммутации номинальных токов (6-30 раз в сутки). Иногда автоматом можно производить редкий запуск и останов асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Для обеспечения селективной (избирательной) защиты в автоматах предусматривается возможность регулирования уставок по току и по времени. Быстродействующие автоматы снижают время срабатывания и ограничивают отключаемый ток сопротивлением возникающей электрической дуги в автомате.

### **Контакторы, магнитные пускатели.**

В промышленности и мелкомоторном секторе, гражданском и коммерческом строительстве, задачи связанные с пуском и остановкой электродвигателей, а также с дистанционным управлением электрическими цепями возложены на контакторы и магнитные пускатели. Данные устройства применяются там, где необходимы частые пуски либо коммутация электрических устройств с большими токами нагрузки.

Контактор - это дистанционно управляемый коммутационный аппарат, позволяющий коммутировать мощные (в том числе индуктивные) нагрузки как переменного, так и постоянного тока. Отличительной особенностью электромагнитных контакторов, по сравнению с близкими к ним электромагнитными реле является то, что контакторы разрывают электрическую цепь в нескольких точках одновременно, в то время как электромагнитные реле обычно разрывают цепь только в одной точке.

### **2.2.3 Результаты и выводы:**

Написать отчет и сделать выводы по практическому занятию

## **2. 3. Практическое занятие №3 (4 часа).**

**Тема:** «Автоматические выключатели. Контакторы, магнитные пускатели. Реле»

### **2.3.1 Задание для работы:**

1. Автоматические выключатели (автоматы) низкого напряжения (до 1500 В), контакторы, магнитные пускатели.
2. Реле, командааппараты, магнитные станции.

### **2.3.2 Краткое описание проводимого занятия:**

**Автоматические выключатели (автоматы)** низкого напряжения (до 1500 В) предназначены для автоматической защиты электрических сетей и оборудования от аварийных режимов (токов короткого замыкания, токов перегрузки, снижения или исчезновения напряжения, изменения направления тока, возникновения магнитного поля мощных генераторов в аварийных условиях и др.), а также для нечастой коммутации номинальных токов (6-30 раз в сутки). Иногда автоматом можно производить редкий запуск и останов асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Для обеспечения селективной (избирательной) защиты в автоматах предусматривается возможность регулирования уставок по току и по времени. Быстродействующие автоматы снижают время срабатывания и ограничивают отключаемый ток сопротивлением возникающей электрической дуги в автомате.

### **Контакторы, магнитные пускатели.**

В промышленности и мелкомоторном секторе, гражданском и коммерческом строительстве, задачи связанные с пуском и остановкой электродвигателей, а также с дистанционным управлением электрическими цепями возложены на контакторы и магнитные пускатели. Данные устройства применяются там, где необходимы частые пуски либо коммутация электрических устройств с большими токами нагрузки.

Контактор - это дистанционно управляемый коммутационный аппарат, позволяющий коммутировать мощные (в том числе индуктивные) нагрузки как переменного, так и постоянного тока. Отличительной особенностью электромагнитных контакторов, по сравнению с близкими к ним электромагнитными реле является то, что контакторы разрывают электрическую цепь в нескольких точках одновременно, в то время как электромагнитные реле обычно разрывают цепь только в одной точке.

Пускатель электромагнитный (магнитный пускатель) — низковольтное электромагнитное (электромеханическое) комбинированное устройство распределения и управления, предназначенное для пуска электродвигателя, обеспечения его непрерывной работы, отключения питания, защиты электродвигателя и подключенных цепей, и иногда для реверсирования направления его вращения.

### **2.3.3 Результаты и выводы:**

Написать отчет и сделать выводы по практическому занятию

## **2.4 Практическое занятие №4(2 часа).**

**Тема:** «Командоаппараты, магнитные станции, кнопки, выключатели, переключатели»

### **2.4.1 Задание для работы:**

1. Характеристика командоаппаратов, магнитных станций, кнопок, выключателей, переключателей.

### **2.4.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Командоаппарат - электрический аппарат для различного рода переключений электрических цепей в системах управления объектами или технологическими процессами. Простейшие командоаппараты - кнопки управления, концевые выключатели, контроллеры. В автоматических устройствах применяются программные командоаппараты.

Магнитные станции управления представляют собой комплекты установленных на общей конструкции аппаратов управления и приборов, работающих на электромагнитном принципе (реле, контакторы) и электрически связанных между собой по - определенной схеме, и предназначены в комбинации с внешними командными и блокировочными аппаратами для дистанционного автоматизированного управления электроустановками, а также для их защиты. Во многих случаях в состав магнитной станции входят плавкие предохранители, сопротивления и др.. Например, в состав магнитной станции управления электроприводом экскаватора СЭ-3 (с ковшом вместимостью 3 м3) входят 26 контакторов, 12 предохранителей и большое число специальных сопротивлений. [1]

Магнитные станции управления широко используются для; поверхностных и подземных электроустановок горнодобывающих предприятий. [2]

Магнитная станция управления представляет собой герметически закрывающийся металлический ящик, в котором смонтированы щит с рубильником, реверсивный магнитный пускатель П-213, реле тока ИТ-81-11. ВТ-380 / 6 для сигнальных ламп, трехкнопочный пост управления электродвигателем и три сигнальные электролампы, сообщающие о закрытии и открытии превентера и о неполадках в нем, мешающих выполнению этих операций.

### **2.4.3 Результаты и выводы:**

Написать отчет и сделать выводы по практическому занятию