

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

**Методические рекомендации для  
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**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. Организация самостоятельной работы .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Методические рекомендации по подготовке к занятиям .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1. Практическое занятие 1-2 Классификация электротехнического оборудования.....</b>	<b>22</b>
<b>4.2. Практическое занятие 3-4 Электротехническое оборудование по величине рабочего напряжения – низковольтные (до 1000 В).....</b>	<b>22</b>
<b>4.3. Практическое занятие 5-6 Автоматические выключатели. Контакторы, магнитные пускатели. Реле.....</b>	<b>22</b>
<b>4.4. Практическое занятие 7 Практическое занятие 4. Командоаппараты, магнитные станции, кнопки, выключатели, переключатели.....</b>	<b>22</b>

## 1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 1.1. Организационно-методические данные дисциплины

№ п.п.	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы				
		подготовка курсового проекта (работы)	подготовка реферата/эссе	индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	самостоятельное изучение вопросов (СИВ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)
1	2	3	4	5	6	7
1.	<b>Тема 1</b> Введение. Основные сведения электротехнического оборудования	-	-		8	
2.	<b>Тема 2</b> Классификация электротехнического оборудования	-	-	2	6	
3.	<b>Тема 3</b> Автоматические выключатели, контакторы, магнитные пускатели, реле, командоаппараты, магнитные станции	-	-		8	
4.	<b>Тема 4</b> Бесконтактные аппараты, предохранители плавкие, резисторы и реостаты силовые конденсаторы и конденсаторные установки	-	-	2	5	
5.	<b>Тема 5</b> Масляные выключатели Электромагнитные выключатели Разъединители внутренней и наружной установки 10 кВ.	-	-		8	
6.	<b>Тема 6</b> Комплектные трансформаторные подстанции 10 кВ Комплектные конденсаторные установки 6 (10) кВ	-	-	2	6	
7.	<b>Тема 7</b> Современное электротехническое Оборудование	-	-	2	6	
8.	<b>Тема 8</b>	-	-		7	

	Основы рационального выбора использования электрооборудования					
--	---	--	--	--	--	--

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА)**

### **2.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта).**

1. Необходимо внимательно ознакомиться с исходными данными своего варианта выполнения задания, провести характеристику электроприемников по условиям окружающей среды, по режимам работы (длительный, кратковременный и т.д.).
2. На «миллиметровку» формата А1 нанести компоновку цеха в соответствии с вариантом задания. Самостоятельно нанести станки в виде квадратов и прямоугольников по всем отделениям цеха, оставив место, для проезжей части.
3. Составить предварительно однолинейную схему электроснабжения цеха, которую после уточнения расчетов и уточнения компоновки нанести на второй лист формата А1.
4. Далее выполнять работу в соответствии с заданием своего варианта.

### **2.2 Порядок и сроки выполнения курсовой работы (проекта)**

### **2.3. Структура курсовой работы (проекта):**

#### **Исходные данные для проектирования.**

- 1 Компоновка технологического оборудования
- 2 Перечень технологического оборудования с установленной мощностью и техническими данными приемников электроэнергии
- 3 Дополнительные исходные данные

#### **Содержание курсового проекта**

1. Расчетно-пояснительная записка
2. Аннотация
3. Содержание
4. Введение
5. Характеристика потребителей цеха
6. Предварительный выбор схемы питания приемников электроэнергии цеха по отделениям
7. Определение расчетных нагрузок силовых приемников электроэнергии цеха

8. Выбор числа трансформаторов и предварительный выбор мощности трансформаторов трансформаторной подстанции
9. Выбор места расположения трансформаторной подстанции
10. Определение мощности компенсирующих устройств и обоснование их рационального размещения
11. Окончательный выбор мощности трансформаторов на трансформаторной подстанции
12. Выбор и обоснование схемы, конструктивного выполнения питающей и цеховой сети.
13. Схемы – трансформаторной подстанции
14. Расчет питающей сети; цеховой сети
15. Расчет токов короткого замыкания питающей сети, цеховой сети
16. Выбор, расчет и проверка защитных устройств питающей сети, цеховой сети
17. Проверка выбранной коммутационной аппаратуры, токоведущих частей и селективности защит в питающих и цеховых сетях
18. Расчет искусственного заземления
19. Молниезащита здания ремонтно-механического цеха.
20. Расстановка контрольно-измерительных приборов
2. Графическая часть
21. Компановка технологического оборудования (формат листа А1)
22. Схема силовой сети цеха в однолинейном исполнении (формат листа А1)

## **2.4 Требования к оформлению курсовой работы (проекта).**

РПЗ проекта выполняют на листах белой бумаги формата А4 ручным или машинописным способом через 2 интервала. Текст располагают на одной стороне листа с полями: слева - 30 мм, справа - 10 мм, сверху и снизу - 20 - 25 мм. Каждый раздел РПЗ обозначают порядковым номером арабскими цифрами, название раздела записывается прописными буквами. Если в разделе имеются подразделы, то их обозначают порядковыми номерами, перед которыми стоит номер раздела с точкой. Названия подразделов записываются строчными буквами.

В тексте РПЗ должны содержаться все необходимые схемы, рисунки и таблицы, расположенные по тексту.

## **2.5 Критерии оценки:**

Курсовой проект выполняют в соответствии с календарным графиком, составленным руководителем проекта. В графике указывают очередность, сроки

выполнения и трудоемкость отдельных этапов работы. Периодически руководитель проекта контролирует его выполнение.

По завершении курсового проекта студент сдает пояснительную записку и чертежи руководителю, который после проверки предоставленных материалов решает вопрос о допуске студента к защите. Защита курсового проекта производится перед комиссией, образованной из двух-трех преподавателей. В процессе защиты студент кратко излагает основное содержание проекта (не более 10 мин). После ответов на вопросы членов комиссии выносится решение об оценке проекта.

## **2.6 Рекомендованная литература.**

- 1.Указания по расчету электрических нагрузок. РТМ 36.18.32.4-92.М: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект,1993.
- 2.Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР - 7-е издание переработанное и дополненное М.:Энергоатомиздат,1998.
- 3.Нормы технологического проектирования электроснабжения промышленных предприятий. М.:ВНИПИ Тяжпромэлектропроект,1994.
- 4.Справочник по проектированию электроснабжения/Под редакцией Ю.Г.Барыбина, Л.Е.Федорова и др.М.:Энергоатомиздат,1990.
- 5.Жохов Б.Д. Анализ причин завышения расчетных нагрузок и возможность их коррекции./Промышленная энергетика.1989 N 7. С.7 - 9.
- 6.Указания по проектированию установок компенсации реактивной мощности в электрических сетях общего назначения промышленных предприятий.РТМ36.18.32.6-92.М:ВНИПИ Тяжпромэлектропроект,1992.
- 7.Федоров А.А., Старкова Л.Е. Ученое пособие для курсового и дипломного проектирования. М.: Энергоатомиздат, 1987-358с.
- 8.Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций, справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. М.: Энергоатомиздат 1989 - 656с.
- 9.Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под ред.Кнорринга Г.М. Л.Энергия 1992.
- 10.Ристхейн Э.М. Электроснабжение промышленных установок.М.Энергоатомиздат 1991-424с.
- 11.ГОСТ 14209-85 Трансформаторы масляные общего назначения. Москва, 1987.
- 12.Кудрин Е.И., Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат 1995.-416с.

- 13.Электротехнический справочник т. 3, книга 1, 2 под ред. Орлова Н.Н. 1988.
- 14.Епанешников М.М. Электрическое освещение. М.: Энергия 1973-352с.
15. Киреева Э.А., Юнес Т., Айюби М. Автоматизация и экономия электроэнергии в системах промышленного электроснабжения. М.: Энергоатомиздат 1998.-425 с.

В конце методических рекомендаций для самостоятельной работы обучающихся показать в приложениях образец титульного листа и содержания курсовой работы (проекта).

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ**

#### **3.1.Электротехническое оборудование по выполняемой функции.**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Электротехническое оборудование – это оборудование, предназначенное для производства, передачи, распределения и изменения характеристик (напряжения, частоты, вида электрического тока и др.) электрической энергии, а также для ее преобразования в другие виды энергии.

Область применения электротехнического оборудования:

- Металлургия и машиностроение
- Объекты ТЭЦ и энергетический сектор
- Аэропорты
- Портовые сооружения
- Социальные и административные здания
- Газовая промышленность
- Автомобильная промышленность
- Горная промышленность
- Цементная индустрия
- Химическая промышленность
- Электромеханические заводы
- Сталелитейные заводы
- Тяговые подстанции
- Судостроение

К основной номенклатуре предлагаемой нами продукции относятся следующие виды электротехнического оборудования:

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

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

Средства безопасности: заземления, штанги оперативных переключений, боты, ковры, перчатки, индикаторы, указатели;

#### **3.2. Обозначение основных элементов электротехнического оборудования на принципиальных электрических схемах.**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Для обозначение типа элемента используется кодировка латинскими прописными буквами.

Первая буква элемента обязательная и определяет типа элемента, вторая буква разбивает тип элементов на некоторое подмножество.

А -устройство (общее обозначение)

В- преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот аналоговые или многоразрядные преобразователи или датчики для указания или измерения

- ВА- Громкоговоритель
- ВВ- Магнотриксционный элемент
- ВС- Сельсин-датчик
- ВД- Детектор ионизирующих излучений
- ВЕ- Сельсин-приемник
- ВФ- Телефон (капсюль)
- ВК- Тепловой датчик
- ВЛ- Фотоэлемент
- ВМ- Микрофон
- ВР- Датчик давления
- ВQ- Пьезоэлемент
- ВR- Датчик частоты вращения (тахогенератор)
- ВS- Звукосниматель
- ВV- Датчик скорости

С- Конденсаторы

Д- Схемы интегральные, микросборки

- ДА- Схема интегральная аналоговая
- DD- Схема интегральная, цифровая, логический элемент
- DS- Устройства хранения информации
- DT- Устройство задержки

Е- Элементы разные

- ЕК- Нагревательный элемент
- EL- Лампа осветительная
- ET- Пиропатрон

Ф- Разрядники, предохранители, устройства защитные

- FA- Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия
- FP- Дискретный элемент защиты по току инерционного действия
- FU- Предохранитель плавкий
- FV- Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник

Г- Генераторы, источники питания

- GB- Батарея

Н- Устройства индикационные и сигнальные

- НА- Прибор звуковой сигнализации
- НG- Индикатор символьный
- НL- Прибор световой сигнализации

К- Реле, контакторы, пускатели

- КА- Реле токовое
- КН- Реле указательное
- КК- Реле электротепловое
- КМ- Контактёр, магнитный пускатель
- КТ- Реле времени
- КV- Реле напряжения

Л-Катушки индуктивности, дроссели

- LL- Дроссель люминесцентного освещения



М- Двигатели

Р- Приборы, измерительное оборудование. Примечание. Сочетание РЕ применять не допускается

- РА- Амперметр
- РС- Счетчик импульсов
- PF- Частотомер
- PI- Счетчик активной энергии
- РК- Счетчик реактивной энергии
- PR- Омметр
- PS- Регистрирующий прибор
- PT- Часы, измеритель времени действия
- PV- Вольтметр
- PW- Ваттметр

Q- УВыключатели и разъединители в силовых цепях (энергоснабжение, питание оборудования и т.д.)

- QF- Выключатель автоматический
- QK- Короткозамыкатель
- QS- Разъединитель

R- Резисторы

- RK- Терморезистор
- RP- Потенциометр
- RS- Шунт измерительный
- RU- Варистор

S- Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных.

Примечание. Обозначение SF применяют для аппаратов, не имеющих контактов силовых цепей

- SA- Выключатель или переключатель
- SB- Выключатель кнопочный
- SF- Выключатель автоматический
- SL- Выключатели, срабатывающие от уровня
- SP- Выключатели, срабатывающие от давления
- SQ- Выключатели, срабатывающие от положения (путевой)
- SR- Выключатели, срабатывающие от частоты вращения
- SK- Выключатели, срабатывающие от температуры

T- Трансформаторы, автотрансформаторы

- TA- Трансформатор тока
- TS- Электромагнитный стабилизатор
- TV- Трансформатор напряжения

U- Устройства связи. Преобразователи электрических величин в электрические

- UB- Модулятор
- UR- Демодулятор
- UI- Дискриминатор
- UZ- Преобразователь частотный, инвертор, генератор частоты, выпрямитель

V- Приборы электровакуумные и полупроводниковые

- VD- Диод, стабилитрон
- VL- Прибор электровакуумный
- VT- Транзистор
- VS- Тиристор

W- Линии и элементы СВЧ. Антенны

- WE- Ответвитель
- WK- Короткозамыкатель
- WS- Вентиль

- WT- Трансформатор, неоднородность, фазовращатель
- WU- Аттенюатор
- WA- Антенна
- X- Соединения контактные
  - ХА- Токосъемник, контакт скользящий
  - XS- Гнездо
  - ХТ- Соединение разборное
  - ХW- Соединитель высокочастотный
- Y- Устройства механические с электромагнитным приводом
  - YA- Электромагнит
  - YB- Тормоз с электромагнитным приводом
  - YC- Муфта с электромагнитным приводом
  - YH- Электромагнитный патрон или плита
- Z- Устройства оконечные фильтры. Ограничители
  - ZL- Ограничитель
  - ZQ- Фильтр кварцевый

### **3.3. Магнитные пускатели. Реле. Их классификация, назначение, конструкция, принцип работы.**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Магнитные пускатели прежде всего различают по назначению - они бывают обычные и реверсивные.

Степенью защиты от воздействий внешнего характера определяется следующая их классификация:

- степень защиты IP00 (открытое исполнение) – размещаются в сухих отапливаемых помещениях на панелях, в закрытых шкафах или других местах, защищенных от попадания влаги, пыли, посторонних предметов;
- IP20 (открытые) - предназначены для размещения в шкафах управления, исключающих попадание нежелательных предметов, а также пыли и влаги, в закрытых помещениях;
- IP40 (в оболочке) - могут размещаться в неотапливаемых объектах, характеризующихся низким содержанием пыли, и отсутствием вероятности попадания влаги на устройство;
- IP54 (в оболочке) - используются во внутренних и наружных установках, не подвергающихся воздействию осадков, солнечных лучей.

Магнитные пускатели подразделяются также на группы в зависимости от наличия или отсутствия следующих компонентов:

- кнопок управления;
- магнитного реле;
- дополнительных блокировочных контактов.

Рабочий ток устройства делит пускатели на устройства следующей величины:

- нулевая – рабочий ток 6,3 А;
- первая – 10-16 А;
- вторая – 25 А;
- третья – 40 А;
- четвертая – 63 А;
- пятая – 100 А;
- шестая – 160 А.

К пускателям предъявляются повышенные требования устойчивости в отношении износа. Выпускаются следующие три класса коммутационной износостойкости:

- А класс – высшая категория;
- Б - средняя;
- В – низкая.

Магнитные пускатели также различаются по напряжению катушки, которое должно соответствовать значению данной величины в цепях управления. Стандартный ряд таких напряжений: 12, 24, 110, 220, 380 В.

По категориям применения, пускатели делятся на:

- АС-1 - активная либо малоиндуктивная нагрузка;
- АС-3 - пуск и остановка двигателей с короткозамкнутым ротором производится без торможения противотоком;
- АС-4 - режим пуска и остановки электродвигателя с к.з. ротором осуществляется с торможением противотоком.

### **3.4 Конденсаторные установки. Их классификация, назначение, конструкция, принцип работы.**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.

Классификация конденсаторов возможна по разным признакам.

По характеру изменения емкости конденсаторы бывают постоянной и переменной емкости.

В зависимости от материала диэлектрика различают вакуумные, воздушные, с твердым неорганическим диэлектриком (слядяные, керамические, стеклокерамические, стеклоэмалевые), с твердым органическим диэлектриком (бумажные, металобумажные, пленочные) и оксидные (электролитические -танталовые, алюминиевые, ниобиевые) конденсаторы.

По выполняемым функциям конденсаторы подразделяют на общего назначения (применяются в основном в аппаратуре до 1000В) и специальные - высоковольтные, импульсные, помехоподавляющие, пусковые и дозиметрические.

Условное обозначение конденсаторов состоит из букв и цифр. Первый элемент обозначает группу конденсаторов: К - конденсатор постоянной емкости; КТ - конденсатор подстроечный; КП - конденсатор переменной емкости. Второй элемент - число, обозначающее разновидность конденсаторов: 1 - вакуумный; 2 - воздушный; 3 - с газообразным диэлектриком; 4 - с твердым диэлектриком; 10 - керамические на номинальное напряжение до 1600В; 15 - керамические на номинальное напряжение 1600В и выше; 20 - кварцевые; 21 - стеклянные; 22 - стеклокерамические; 23 - стеклоэмалевые; 31 - слядяные малой мощности; 32 - слядяные большой мощности; 40 - бумажные на номинальное напряжение до 2кВ с обкладками из фольги; 41 - бумажные на номинальное напряжение 2кВ и выше с обкладками из фольги; 42 - бумажные с металлизированными обкладками; 50 - электролитические фольговые алюминиевые; 51 - электролитические фольговые танталовые, ниобиевые и др.; 52 - электролитические объемно-пористые; 53 - полупроводниковые оксидные; 54 - металлические оксидные; 60 - воздушные; 61 - вакуумные; 71 - полистирольные; 72 - фторопластовые; 73 - полиэтилентерефталатные; 75 - комбинированные; 76 - лакопленочные; 77 - поликарбонатные; 78 - полипропиленовые. Третий элемент - порядковый номер конденсатора, присваиваемый при разработке.

### **3.5. Электромагнитные выключатели. Их классификация, назначение, конструкция, принцип работы**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

#### *1. Масляные выключатели*

Масляные выключатели - одни из первых коммутационных аппаратов в электроустановках высокого напряжения, применяются с конца прошлого столетия, не потеряли своего значения и широко используются в настоящее время. В СССР это основной вид выключателей на 6—220 кВ.

Различают выключатели масляные баковые — с большим объемом масла, масло служит и как дугогасящая среда, и как изоляция, и выключатели маломасляные — с малым объемом масла, масло служит только дугогасящей средой.

На напряжения 35-220 кВ применяются в основном баковые выключатели. Маломасляные выключатели являются основными на напряжение до 10 кВ. И это положение сохранится надолго, особенно если будут повышены их номинальные токи до 4 кА, а отключаемый ток - до 40— 50 кА. Начинают все более широко применяться маломасляные выключатели в наружных установках на 110 и 220 кВ при условии их достаточной отключающей способности (серия ВМТ).

Достоинства масляных выключателей — относительная простота конструкции, большая отключающая способность и независимость от атмосферных явлений. Недостатком, особенно баковых выключателей, является наличие большого количества масла, что приводит к большим габаритам и массам как самих выключателей, так и распределительных устройств, повышенной пожаро- и взрывоопасности, необходимости специального масляного хозяйства.

Первыми выключателями в цепях высокого напряжения были масляные многообъемные (баковые) выключатели без специальных устройств для гашения дуги. Контактная система размещалась в стальном заземленном баке, залитом изоляционным маслом, которое служило для гашения дуги и изоляции токоведущих частей друг от друга и от заземленного бака. При отключении возникает дуга между контактами, которая разлагает и испаряет масло, образуется газопаровой пузырь с давлением внутри 0,5 - 1 МПа, в котором охлаждается и гаснет дуга. Отключающая способность таких выключателей невелика, например выключатель ВМЭ-6-200 имеет  $I_{откл.ном}=4$  кА. Значительного увеличения отключающей способности можно достигнуть применением дугогасительных камер. Рассмотрим устройство выключателя С-35-630-10 ( $U_{НОМ}=35$  кВ,  $I_{ном}=630$  А,  $I_{откл.ном}=10$  кА).

Основные преимущества баковых выключателей: простота конструкции, высокая отключающая способность, пригодность для наружной установки, возможность установки встроенных трансформаторов тока.

Недостатки баковых выключателей: взрыво- и пожароопасность; необходимость периодического контроля за состоянием и уровнем масла в баке и вводах; большой объем масла, что обуславливает большую затрату времени на его замену, необходимость больших запасов масла; непригодность для установки внутри помещений; непригодность для выполнения быстродействующего АПВ; большая затрата металла, большая масса, неудобство перевозки, монтажа и наладки.

Указанные недостатки баковых выключателей привели к тому, что на вновь сооружаемых объектах они не применяются, а на действующих заменяются маломасляными и элегазовыми.

Малообъемные масляные выключатели (горшковые) получили широкое распространение в закрытых и открытых распределительных устройствах всех напряжений. Масло в этих выключателях в основном служит дугогасящей средой и только частично изоляцией между разомкнутыми контактами. Изоляция токоведущих частей друг от друга и от заземленных конструкций осуществляется фарфором или другими твердыми изолирующими материалами. Контакты выключателей для внутренней установки находятся в стальном бачке (горшке), отсюда сохранилось название выключателей “горшковые”.

Маломасляные выключатели напряжением 35 кВ и выше имеют фарфоровый корпус. Самое широкое применение имеют выключатели 6 - 10 кВ подвесного типа.

В этих выключателях корпус крепится на фарфоровых изоляторах к общей раме для всех трех полюсов. В каждом полюсе предусмотрен один разрыв контактов и дугогасительная камера.

Конструкция маломасляных выключателей 35 кВ и выше продолжает совершенствоваться с целью увеличения номинальных токов и отключающей способности. В мировой практике маломасляные выключатели изготавливаются на напряжения до 420 кВ.

Достоинства маломасляных выключателей: небольшое количество масла; относительно малая масса; более удобный, чем у баковых выключателей, доступ к дугогасительным контактам; возможность создания серии выключателей на разные напряжения с применением унифицированных узлов.

Недостатки маломасляных выключателей: взрыво- и пожароопасность, хотя и значительно меньшая, чем у баковых выключателей; невозможность осуществления быстродействующего АПВ; Необходимость периодического контроля, доливки, относительно частой замены масла в дугогасительных бачках; трудность установки встроенных трансформаторов тока; относительно малая отключающая способность.

Область применения маломасляных выключателей – закрытые распределительные устройства электростанций и подстанций 6, 10, 20, 35 и 110 кВ, комплектные распределительные устройства 6, 10 и 35 кВ и открытые распределительные устройства 35, 110 и 220 кВ.

## *2. Электромагнитные выключатели*

Электромагнитные выключатели имеют ряд преимуществ перед масляными и пневматическими. Они не требуют для работы масла или сжатого воздуха, допускают большое количество включений и отключений без ремонта. Отсутствие масла упрощает эксплуатацию выключателя, делает его полностью взрыво- и пожаробезопасным.

Электромагнитные выключатели нашли широкое применение в электроустановках с частыми коммутационными операциями. Гашение дуги в электромагнитном выключателе происходит за счет увеличения сопротивления ее вследствие интенсивного удлинения под действием магнитного поля и охлаждения.

Электромагнитные выключатели для гашения дуги не требуют ни масла, ни сжатого воздуха, что является большим преимуществом их перед другими типами выключателей.

Выключатели этого типа выпускают на напряжение 6 - 10 кВ, номинальный ток до 3600 А и ток отключения до 40 кА.

В этих выключателях для гашения дуги используется затягивание дуги в узкую щель энергией магнитного поля.

Выключатели серии ВЭ-10 на различные токи отключения отличаются размерами дугогасительных камер. При номинальных токах 1600 А и выше рабочие контакты имеют серебряные напайки. Выводные контакты у выключателей до 2500 А розеточного типа, у выключателей на 3600 А — пальцевые, без проходных изоляторов.

Приводы выключателей ВЭ-10 — пружинные, выключателей ВЭЭ-6 — электромагнитные.

Достоинства электромагнитных выключателей: полная взрыво-и пожаробезопасность, малый износ дугогасительных контактов, пригодность для работы в условиях частых включений и отключений, относительно высокая отключающая способность (20—40 кА).

Недостатки: сложность конструкции дугогасительной камеры с системой магнитного дутья, ограниченный верхний предел номинального напряжения (15 — 20 кВ), ограниченная пригодность для наружной установки.

### *3. Разъединители внутренней и наружной установки 10 кВ.*

Разъединители предназначены для отключения и включения отдельных участков сети или оборудования, находящихся только под напряжением, для отключения участков сети с незначительными токами, а также для создания видимого разрыва электрической цепи при работах на линии или оборудовании.

Разъединители различают по роду установки (для внутренней и наружной), напряжению (6, 10кВ), току (400, 630А и более), исполнению — однополюсные, трехполюсные и трехполюсные с заземляющими ножами.

Однополюсные разъединители обозначают буквами РВО, трехполюсные РВ и трехполюсные с заземляющими ножами РВЗ с указанием номинальных напряжений и токов. Разъединители с заземляющими ножами имеют три варианта исполнения: I — заземляющие ножи со стороны разъемных контактов, II — заземляющие ножи со стороны шарнирных контактов и III — заземляющие ножи с двух сторон. Например, разъединитель на напряжение 10кВ и ток 400А обозначают: однополюсный — РВО-10/400, трехполюсный — РВ-10/400 и трехполюсный с заземляющими ножами с двух сторон — РВЗ-10/400-III (рисунок б).

Трехполюсные разъединители могут быть изготовлены с тремя проходными изоляторами, на которых крепят подвижные ножи. Разъединители такого типа на напряжение 10кВ и номинальный ток 400А обозначают РВФ-10/400, а с заземляющими ножами РВФЗ-10/400.

Разъемную часть разъединителя выполняют с линейным или плоскостным контактом. В разъединителях с линейным контактом переход тока осуществляется через ряд расположенных по одной линии точек, в разъединителях с плоскостным контактом — через несколько точек, расположенных на соприкасающихся плоскостях. В разъемах штепсельного типа, применяемых в камерах КРУ, переход тока осуществляется также через несколько точек, расположенных на соприкасающихся плоскостях. Управление разъединителями в городских сетях производят вручную: однополюсными — с помощью изолирующей штанги, трехполюсными — с помощью рычажного привода ПР.

Разъединитель РВЗ имеет два привода — один для основных, второй для заземляющих ножей, причем предусмотрена блокировка между валами основных и заземляющих ножей, что исключает возможность включения заземляющих ножей при включенных основных разъединителях. И, наоборот, включения основных разъединителей при включенных заземляющих ножах, то есть исключает возможность ошибочных действий персонала при оперировании этими ножами.

### **3.6. Комплектные конденсаторные установки 6 (10) кВ.**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

#### *1. Комплектные трансформаторные подстанции 10 кВ.*

Комплектные трансформаторные подстанции применяют для приема, распределения и преобразования электрической энергии трехфазного тока частотой 50 Гц.

По числу трансформаторов КТП могут быть однитрансформаторными, двухтрансформаторными и трехтрансформаторными.

По роду установки КТП могут быть:

- внутренней установки с масляными, сухими или заполненными негорючей жидкостью трансформаторами;
- наружной установки (только с масляными трансформаторами);
- смешанной установки с расположением РУ высшего напряжения и трансформатора снаружи, а РУ низшего напряжения внутри помещения.
- КТП можно разделить на четыре основные группы.

. КТП наружной установки мощностью 25...400 кВ·А, напряжением 6...35/0,4 кВ, применяемые для электроснабжения объектов сельскохозяйственного назначения. Это в основном мачтовые подстанции. КТП данной группы состоят из шкафа ввода ВН, трансформатора и шкафа НН, укомплектованного на отходящих линиях автоматическими выключателями.

. КТП внутренней и наружной установки напряжением до 10 кВ включительно мощностью 160...2500 кВ·А, которые в основном используются для электроснабжения промышленных предприятий. КТП этой группы состоят из шкафов ввода на напряжение 10 кВ и РУ напряжением до 1 кВ. Для КТП применяют как масляные, так и заполненные негорючей жидкостью или сухие трансформаторы специального исполнения с боковыми выводами, для КТП наружной установки - только масляные.

. Сборные и комплектные трансформаторные подстанции напряжением 35...110/6...10кВ. Со стороны высокого напряжения подстанции комплектуются открытыми распределительными устройствами напряжением 35... 110 кВ, со стороны 6... 10 кВ - шкафами КРУН наружной установки.

. КТП специального назначения, перевозимые на салазках, напряжением 6... 10 кВ, мощностью 160...630 кВ·А, которые выпускаются для электроснабжения стройплощадок, рудников, шахт, карьеров.

## *2. Комплектные конденсаторные установки 6 (10) кВ.*

Компенсатор реактивной мощности УКРМ 6 кВ - Высоковольтные комплектные конденсаторные установки (6,3 - 10,5 кВ):

Чаще всего применяются аббревиатуры УКРМ, УКЛ56, УКЛ57, КРМ, УК, АУКРМ. Производство конденсаторных установок "СлавЭнерго" ставит в приоритет безопасность последующей эксплуатации продукции. Имеется множество внешних защитных устройств, а также встроенные защиты в конденсаторы. Так же, как и низковольтные ККУ, в случае необходимости изготавливаются с защитными дросселями от опасных гармоник.

Производятся либо полностью регулируемые высоковольтные ККУ с несколькими автоматическими ступенями, либо частично регулируемые с фиксированными и автоматическими ступенями.

Климатические исполнения комплектных конденсаторных установок

По способу размещения существует множество вариантов исполнения:

блок-бокс типа "север" для конденсаторной установки в специальном утепленном северном контейнере (блок-контейнере, блок-боксе, модульном здании). Контейнеры имеют собственное внутреннее освещение, отопление, вентиляцию, огнетушитель, щит собственных нужд, а также различные дополнения по желанию заказчика (противопожарные, охранные системы, наличие крыльца, фирменная окраска и т.д.);

открытого типа (внутреннего исполнения) - стандартное исполнение для размещения внутри помещений. В зависимости от типа помещения (отапливаемое/неотапливаемое/нерегулярно отапливаемое) корпуса конденсаторной установки по желанию клиента также могут иметь отличия по степени защиты и наличию обогрева;

устройство компенсации реактивной мощности открытого типа (в специальных корпусах для эксплуатации под открытым небом). Преимущества по сравнению с контейнерным исполнением: занимают меньшую площадь, стоимость несколько ниже. Минусы по сравнению с контейнерным исполнением: не рекомендуется применять при температурах ниже минус 45 °С, не столь удобны для обслуживания в зимнее время

(например, возможно проникновение капель влаги внутрь установки в момент открытия ее двери зимой или в пасмурную погоду).

### **3.7. Модульная установка для катодной защиты. Извещатель пожарный дымовой – оптико-электронный. Принципы работы и технические характеристики.**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

*1. Характеристика инновационных электротехнических материалов: диэлектрики, элегаз, проводники, полупроводники.*

По способности проводить электрический ток вещества можно разделить на

- проводники
- полупроводники
- диэлектрики

Эта способность обусловлена особенностью строения веществ.

В проводниках присутствуют свободные носители заряда - это часть электронов сравнительно слабо связанных с ядром, которые могут перемещаться с орбиты одного ядра на орбиту другого под воздействием внешнего электрического поля. Такие электроны называются свободными. К проводникам относятся такие вещества, как медь, алюминий.

Диэлектриками называются вещества, основным электрическим свойством которых является их способность поляризоваться в электрическом поле. Строение диэлектриков характеризуется наличием незначительного количества свободных электронов и молекул, вытянутых по форме (полярные диполи). Суть явления поляризации заключается в том, что под воздействием внешнего электрического поля связанные заряды диэлектрика смещаются в направлении действующих на них сил и тем больше, чем выше напряженность поля.

В дипольных диэлектриках воздействие электрического поля вызывает соответствующую ориентацию дипольных молекул в направлении поля. При отсутствии поля диполи расположены беспорядочно вследствие теплового движения. В результате поляризации на поверхности диэлектрика образуются заряды разных знаков. Проводимость диэлектриков обусловлена наличием незначительного числа свободных зарядов. Диэлектрические материалы обладают очень большим электрическим сопротивлением, которое находится в пределах  $10^6 \dots 10^{11} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

Диэлектрические материалы классифицируют по:

- агрегатному состоянию:
  - жидкие;
  - газообразные;
  - твердые.
- по способу получения:
  - естественные;
  - синтетические.
- по химическому составу:
  - органические;
  - неорганические.
- по строению молекул:
  - нейтральные;
  - полярные.

К диэлектрикам относятся воздух, азот, элегаз, лаки, слюда, керамика, полиэтилен.



Промежуточное положение между проводниками и диэлектриками занимают полупроводники. К полупроводникам относятся элементы IV группы периодической системы элементов Д. И. Менделеева, которые на внешней оболочке имеют четыре валентных электрона. Типичные полупроводники - германий Ge и кремний Si.

Чистые полупроводники обладают удельным сопротивлением в пределах  $10^{-5} - 10^8$  Ом \* м. Для снижения высокого удельного сопротивления в чистые полупроводники вводят примеси - проводят легирование, такие полупроводники называются легированными. В качестве легирующих примесей применяют элементы III (бор B) и V (мышьяк As) групп периодической системы элементов Д. И. Менделеева.

Область на границе двух полупроводников, один из которых имеет дырочную, а другой - электронную проводимость, называют p-n - переходом.

### Элегаз

Уникальные свойства элегаза были открыты в России, впервые его применение также началось в России. В 30-х годах XX века ученый Ленинградского физико-технический института Б. М. Гохберг исследовал электрические свойства ряда газов и обратил внимание на некоторые свойства шестифтористой серы SF<sub>6</sub>, а именно:

- электрическая прочность при атмосферном давлении и зазоре 1 см составляет 89 кВ/см (воздух при н.у. имеет электрическую прочность 30 кВ/см);
- большой коэффициент теплового расширения;
- высокая плотность (при 20 °С и 0,1 МПа равна 6,139 кг/м<sup>3</sup>, что почти в пять раз выше, чем у воздуха).

На основании полученных в результате опытов данных Б. М. Гохберг первым высказал предположение о возможности применения элегаза в качестве изоляционной среды для электрооборудования высокого напряжения и в 1942 году в России было получено авторское свидетельство на высоковольтный аппарат с элегазом. Однако для развития конструкций аппаратов необходимо было иметь данные по коррозионной стойкости материалов в среде элегаза с учетом наложенного электрического поля, данные о влиянии продуктов разложения элегаза на надежность аппаратов и здоровье персонала подстанций, а также удобный и достоверный метод анализа качества элегаза. До конца 50-х годов прошлого века практически не было никакой информации по физико-химическим, токсическим и коррозионным свойствам элегаза. Первые открытые научные публикации по этим темам появились лишь в начале 60-х годов, и именно в этот период времени отечественная промышленность выпустила первые образцы коммутационных аппаратов с элегазовой изоляцией.

Низкое качество отечественного элегаза, выпускаемого в 60-70-х годах требовало развития и совершенствования технологии получения чистого элегаза при наличии достоверного и оперативного метода контроля, решались задачи транспортировки, утилизации и регенерации элегаза, т. е. восстановления свойств до первичного состояния. По этой причине внедрение элегазового коммутационного оборудования на энергетических объектах в России началось лишь в 80 - х годах XX века, но оборудование устанавливалось в единичных экземплярах, лишь в середине 90-х годов началось их массовое применение в энергосистемах.

За рубежом так же шло активное изучение свойств этого элегаза: в период с 1906 по 1933 годы были определены и описаны основные физические и химические свойства, при чем в работах особое внимание уделялось диэлектрическим свойствам. В 1937 году специалисты компании General Electric (США) провели первые исследования по применению элегаза в промышленных целях и пришли к выводу, что его можно использовать в качестве изоляционной среды в электроэнергетике. В 1939 году компания «Томсон - Хьюстон электрик» запатентовала принцип применения элегаза для конденсаторов, были и другие разработки, но внедрение элегаза в промышленных объемах началось только после Второй мировой войны - в 50 - х годах шло активное

развитие промышленного производства SF6, а в 60 - х годах появились первые коммутационные аппараты высокого и сверхвысокого напряжения.

### **3.8. СИП - Самонесущий изолированный провод. Трубчатый элемент для батарей высокотемпературных электрохимических устройств. Пленочные ИМС.**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

#### *1. Потери электрической энергии*

При передаче электрической энергии в каждом элементе электрической сети возникают потери. Для изучения составляющих потерь в различных элементах сети и оценки необходимости проведения того или иного мероприятия, направленного на снижение потерь, выполняется анализ структуры потерь электроэнергии. Разделение потерь на составляющие может проводиться по разным критериям: характеру потерь (постоянные, переменные), классам напряжения, группам элементов, производственным подразделениями и т.д. Учитывая физическую природу и специфику методов определения количественных значений фактических потерь, они могут быть разделены на четыре составляющие:

1) *технические потери электроэнергии*  $\Delta W_T$ , обусловленные физическими процессами в проводах и электрооборудовании, происходящими при передаче электроэнергии по электрическим сетям.

2) *расход электроэнергии на собственные нужды подстанций*  $\Delta W_{CH}$ , необходимый для обеспечения работы технологического оборудования подстанций и жизнедеятельности обслуживающего персонала, определяемый по показаниям счетчиков, установленных на трансформаторах собственных нужд подстанций;

3) *потери электроэнергии, обусловленные инструментальными погрешностями их измерения* (инструментальные потери)  $\Delta W_{Изм}$ ;

4) *коммерческие потери*  $\Delta W_K$ , обусловленные хищениями электроэнергии, несоответствием показаний счетчиков оплате за электроэнергию бытовыми потребителями и другими причинами в сфере организации контроля за потреблением энергии. Их значение определяют как разницу между фактическими (отчетными) потерями и суммой первых трех составляющих:

$$\Delta W_K = \Delta W_{Отч} - \Delta W_T - \Delta W_{CH} - \Delta W_{Изм.} \quad (1.1)$$

Три первые составляющие структуры потерь обусловлены технологическими потребностями процесса передачи электроэнергии по сетям и инструментального учета ее поступления и отпуска. Сумма этих составляющих хорошо описывается термином *технологические потери*. Четвертая составляющая - коммерческие потери - представляет собой воздействие "человеческого фактора" и включает в себя все его проявления: сознательные хищения электроэнергии некоторыми абонентами с помощью изменения показаний счетчиков, неоплату или неполную оплату показаний счетчиков и т.п.

Критерии отнесения части электроэнергии к потерям могут быть *физического и экономического* характера [1].

Сумму технических потерь, расхода электроэнергии на собственные нужды подстанций и коммерческих потерь можно назвать *физическими* потерями электроэнергии. Эти составляющие действительно связаны с физикой распределения энергии по сети. При этом первые две составляющие физических потерь относятся к технологии передачи электроэнергии по сетям, а третья - к технологии контроля количества переданной электроэнергии.

Экономика определяет *потери* как часть электроэнергии, на которую ее зарегистрированный полезный отпуск потребителям оказался меньше электроэнергии, произведенной на своих электростанциях и закупленной у других ее производителей. При этом зарегистрированный полезный отпуск электроэнергии здесь не только та его часть, денежные средства за которую действительно поступили на расчетный счет энергоснабжающей организации, но и та, на которую выставлены счета, т.е. потребление энергии зафиксировано. В отличие от этого реальные показания счетчиков, фиксирующих потребление энергии бытовыми абонентами, неизвестны. Полезный отпуск электроэнергии бытовым абонентам определяют непосредственно по поступившей за месяц оплате, поэтому к потерям относят всю неоплаченную энергию.

С точки зрения экономики расход электроэнергии на собственные нужды подстанций ничем не отличается от расхода в элементах сетей на передачу остальной части электроэнергии потребителям.

Недоучет объемов полезно отпущенной электроэнергии является такой же экономической потерей, как и две описанные выше составляющие. То же самое можно сказать и о хищениях электроэнергии. Таким образом, все четыре описанные выше составляющие потерь с экономической точки зрения одинаковы.

Технические потери электроэнергии можно представить следующими структурными составляющими:

нагрузочные потери в оборудовании подстанций. К ним относятся потери в линиях и силовых трансформаторах, а также потери в измерительных трансформаторах тока, высокочастотных заградителях (ВЗ) ВЧ - связи и токоограничивающих реакторах. Все эти элементы включаются в "рассечку" линии, т.е. последовательно, поэтому потери в них зависят от протекающей через них мощности.

потери холостого хода, включающие потери в электроэнергии в силовых трансформаторах, компенсирующих устройствах (КУ), трансформаторах напряжения, счетчиках и устройствах присоединения ВЧ-связи, а также потери в изоляции кабельных линий.

климатические потери, включающие в себя два вида потерь: потери на корону и потери из-за токов утечки по изоляторам ВЛ и подстанций. Оба вида зависят от погодных условий.

Технические потери в электрических сетях энергоснабжающих организаций (энергосистем) должны рассчитываться по трем диапазонам напряжения [4]:

в питающих сетях высокого напряжения 35 кВ и выше;

в распределительных сетях среднего напряжения 6 - 10 кВ;

в распределительных сетях низкого напряжения 0,38 кВ.

Распределительные сети 0,38 - 6 - 10 кВ, эксплуатируемые РЭС и ПЭС, характеризуются значительной долей потерь электроэнергии в суммарных потерях по всей цепи передачи электроэнергии от источников до электроприемников. Это обусловлено особенностями построения, функционирования, организацией эксплуатации данного вида сетей: большим количеством элементов, разветвленностью схем, недостаточной обеспеченностью приборами учета, относительно малой загрузкой элементов и т.п. [3]

В настоящее время по каждому РЭС и ПЭС энергосистем технические потери в сетях 0,38 - 6 - 10 кВ рассчитываются ежемесячно и суммируются за год. Полученные значения потерь используются для расчета планируемого норматива потерь электроэнергии на следующий год.

## *2. Методы снижения потерь электрической энергии.*

Для объективного технически и экономически обоснованного выбора мероприятий по снижению потерь электрической энергии, а также для определения объемов

финансирования сроков реализации должны разрабатываться и утверждаться схемы развития электрических сетей на расчетный период.

При разработке схем развития рассматриваются следующие вопросы и принимаются по ним решения.

#### Оптимизация схемных режимов

Проводится анализ существующих схем в части построения городских электрических сетей: двухлучевая; петлевая; смешанная с выполнением электрических расчетов и с оценкой двух режимов электрических сетей - для условий годового максимума и минимума нагрузок с учетом определившихся за период эксплуатации точек токораздела в нормальном и в послеаварийном режимах. Рассчитываются потери электроэнергии в элементах сети, в линиях электропередачи, в трансформаторах. Определяется баланс активной и реактивной мощностей в узлах распределения потоков. Дается оценка эффективности работы сети по потерям электроэнергии, ее качеству у потребителя, загрузке сети реактивной мощностью и ее дефициту, надежности электроснабжения.

С учетом данных о росте нагрузок, существующих потребителей на расчетный период, данных о новых заявленных потребителях, планов городской застройки и перспективного развития формируется, дорабатывается схема развития на расчетный период, а так же ее принципы построения, уточняются точки токоразделов. Вновь выполняются электрические расчеты с оценкой двух режимов электрической сети - для условий годового максимума и минимума нагрузки с составлением нового баланса активной и реактивной мощностей в нормальном и послеаварийном режимах. По результатам электрических расчетов и данных полученных техническим аудитом, характеризующих физическое состояние электротехнического оборудования сетей, определяются объемы работ по его замене, по реконструкции и развитию электрических распределительных сетей, необходимых для приведения их к состоянию, при котором обеспечиваются оптимальные электрические потери, а также адаптация сетей к растущим электрическим нагрузкам.

#### Перевод электрической сети (участков сети) на более высокий класс напряжения

С появлением в жилищном секторе современных многоэтажных зданий, удельное потребление на квартиру в которых превышает 20кВт, необходимо рассматривать вопрос электроснабжения этих зданий по схеме глубокого ввода, сводя тем самым к минимуму появление новых кабельных линий напряжением 0,38 кВ.

При выполнении электрических расчетов с учетом роста нагрузок необходимо рассматривать возможность перевода участков сети на более высокий класс напряжения. Особенно это касается зон комплексной массовой застройки. Перевод сети на более высокий класс напряжения должен рассматриваться одновременно с режимами работы нейтрали (глухозаземленная или эффективно заземленная через резистор), с такими режимами работы нейтрали имеют меньшие потери электроэнергии за счет отсутствия дополнительного оборудования, необходимого для компенсации больших емкостных токов.

#### Компенсация реактивной мощности

При разработке схем развития сетей на стадии определения баланса активной и реактивной мощностей в узлах распределения потоков на расчетный период определяется дефицит реактивной мощности. На основании расчетных данных в схеме решаются вопросы необходимого количества устройств компенсации реактивной мощности, а также места их размещения. Приоритетным является размещение компенсирующих устройств непосредственно у потребителя, так как это коренным образом влияет на потери

электроэнергии в сети и на ее качество у потребителя. Батарея статистических конденсаторов в данном варианте установки является одновременно и элементом регулирования напряжения.

#### Регулирование напряжения в линиях электропередачи

Регулирование напряжения на центрах питания должно осуществляться по принципу встречного регулирования. На протяженных фидерах - в целях снижения потерь электроэнергии и обеспечения надлежащего уровня напряжения, в качестве регуляторов напряжения необходимо устанавливать конденсаторные батареи с автоматическим регулированием или вольтодобавочные трансформаторы, также с автоматическим регулированием напряжения.

Применение современного электротехнического оборудования, отвечающего требованиям энергосбережения

Необходимо заменять силовые трансформаторы и трансформаторы собственных нужд в случае, если они обладают большими потерями электроэнергии на перемагничивание сердечников, на трансформаторы с меньшими потерями, а также токоограничивающие реакторы на современные с большими индуктивными сопротивлениями к токам КЗ и меньшими потерями в нормальном режиме.

При разработке рабочих проектов на реконструкцию и техническое перевооружение должно закладываться оборудование, отвечающее требованиям энергосбережения. Применение трансформаторов с сердечниками из аморфной стали, также позволит снизить потери.

Применение измерительных трансформаторов тока и напряжения с высоким классом точности и замена индукционных счетчиков на электронные позволит получать более объективную информацию о потерях в электрических распределительных сетях, снижая тем самым величину коммерческих потерь электроэнергии.

Применение вольтодобавочных трансформаторов как линейных регуляторов напряжения позволяет не только снижать потери электроэнергии в сетях, но также решает вопрос адаптации линий электропередачи к изменению электрических нагрузок в сторону их роста - обеспечит нормированный уровень напряжения у потребителя.

Снижение расхода электроэнергии на «собственные нужды» электроустановок

Применение для электрообогрева зданий и сооружений подстанций, распределительных пунктов трансформаторных подстанций и т.д. нагревательных элементов с аккумуляторами тепла, позволяющих использовать электроэнергию на обогрев в ночной не пиковый период графика нагрузок позволит частично сократить потребление на собственные нужды на электросетевых объектах.

Применение для освещения зданий и территорий люминесцентных светильников с максимальным использованием так называемого режима «дежурного света».

Внедрение автоматизации и дистанционного управления электрическими распределительными сетями напряжением 6-20 кВ

Обеспечивает своевременное выявление неблагоприятных режимов работы сети и оперативное устранение этих режимов в неблагоприятных ситуациях графиков нагрузок, позволяет избегать аварийных ситуаций массового отключения потребителей. Недопущение развития неблагоприятных режимов в электрических сетях в значительной мере влияет и на потери электроэнергии в сетях.

Коммутационные аппараты выключатели, выключатели нагрузки должны применяться на базе вакуумных выключателей с программируемым микропроцессорным управлением, обеспечивающим функции АПВ, АВР, фиксацию изменения потоков мощности.

Необходимость вышеперечисленных мероприятий должна учитываться при согласовании властями муниципального образования производственных и инвестиционных программ электросетевых организаций.

## **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ**

### **4.1. Практическое занятие 1-2 Классификация электротехнического оборудования**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие моменты:

- классификация электротехнического оборудования по функциональному назначению, роду установки, величине тока, величине напряжения.

### **4.2. Практическое занятие 3-4 Электротехническое оборудование до 1000 В**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие моменты:

- характеристика электротехническое оборудование до 1000 В (рубильник, автоматический выключатель, предохранитель, магнитный пускатель, реле тока, реле напряжения и др.)
- назначение электротехнического оборудования до 1000 В.

### **4.3. Практическое занятие 5-6 Автоматические выключатели, контакторы, магнитные пускатели, реле, командоаппараты, магнитные станции**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие моменты:

- определение понятий: «автоматические выключатели», «контакторы», «магнитные пускатели», «реле», «командоаппараты», «магнитные станции».
- назначение, область использования, обозначение на схеме автоматических выключателей, контакторов, магнитных пускателей, реле, командоаппаратов, магнитных станций.

### **4.4. Практическое занятие 7 Командоаппараты, магнитные станции, кнопки, выключатели, переключатели.**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие моменты:

- определение понятий: «автоматические выключатели», «автоматические переключатели», «магнитные станции», «командоаппараты», «кнопки».
- назначение, область использования, обозначение на схеме командоаппаратов, магнитных станций, кнопок, выключателей, переключателей.