

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-  
СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ  
СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И  
ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**



**Методические рекомендации  
для самостоятельной работы  
обучающихся по дисциплине  
«Электротехника и пожарная  
безопасность электроустановок»**

(специальность 40.05.03 «Судебная экспертиза»,  
специализация «Инженерно-технические экспертизы»)

**Иваново**

**Циркина О.Г., Ульева С.Н., Семенова К.В.**

Методические рекомендации для обучающихся по изучению дисциплины «Электротехника и пожарная безопасность электроустановок» – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2020. – 61 с.

Методические рекомендации содержат советы по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины; пожелания по изучению отдельных тем курса; рекомендации по работе с литературой; советы по подготовке к промежуточной аттестации.

Обсуждены и одобрены на заседании кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор»)

Протокол № 1 от «12» августа 2020 г.

## Содержание

	Стр.
Введение	4
Методические рекомендации по изучению тем дисциплины	
Раздел Электротехника	7
Тема 1. Линейные электрические цепи	
Тема 2. Типовое электротехническое оборудование	11
Раздел Пожарная безопасность электроустановок	
Тема 1. Основы обеспечения пожарной безопасности применения электроустановок	14
Тема 2. Пожарная безопасность электроустановок и электрических сетей	29
Тема 3. Основы электробезопасности	37
Тема 4. Молниезащита и защита от статического электричества	42
Общие рекомендации по работе с литературой	52
Правила рационального запоминания	53
Логические принципы построения решения задач	55
Методические рекомендации для подготовки к экзамену и зачету	56
Словарь терминов по дисциплине «Электротехника и пожарная безопасность электроустановок»	58

## ВВЕДЕНИЕ

Цель изучения дисциплины состоит в формировании теоретических представлений о методах обеспечения пожарной безопасности электроустановок, устройствах и принципах работы аппаратов защиты, особенностей применения молниезащиты и защиты от статического электричества, классификации производственных зданий и помещений по взрывоопасным и пожароопасным зонам, о методике выбора электроустановок для взрывоопасных и пожароопасных зон, подготовка специалистов к участию в организационно-управленческой деятельности.

Рекомендованный список основной и дополнительной литературы, приведены ниже, при изучении дисциплины так же рекомендуется использовать бюллетени, информационные письма, научные издания, сборники публикаций научных конференций и др.

### Литература

#### а) основная литература:

1. Назарычев А.Н. Пожарная безопасность электроустановок / А.Н. Назарычев, С.Н. Животягина, В.А. Грунцев; Под ред. И.А. Малого и А.Н. Назарычева: - Иваново.: Ивановский институт ГПС МЧС России, 2010.-700с.

2. Жаворонков, М.А. Электротехника и электроника: учеб пособие для студ. высш. учеб. заведений /М.А. Жаворонков, А.В. Кузин. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 400 с.

#### б) дополнительная литература

1. Семенова, К.В. Основы и применение электрических машин в пожарной технике и установках противопожарной защиты: Учебное пособие по дисциплине «Электротехника и электроника» для курсантов, слушателей и студентов./К.В. Семенова, С.В. Гладков.- Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2012. – 124с.(ГРИФ)

2. Семенова, К.В. Лабораторный практикум по электротехнике и электронике. Учебное пособие для курсантов и студентов, обучающихся по специальностям 280705.65 «Пожарная безопасность», 280700.62 «Техносферная безопасность» (профиль подготовки «Пожарная безопасность», профиль подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях») / К.В. Семенова. - Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2012. - 131с.

3. Семенова, К.В. Основы электротехники и электроники. Учебное пособие для самостоятельного изучения дисциплины /К.В. Семенова.- Иваново: ИВИ ГПС МЧС России. 2011. - 97с.

4. Черкасов В.Н. Обеспечение пожарной безопасности электроустановок: учебное пособие / В.Н. Черкасов, В.И. Зыков.-М. ООО «Изд-во Пожнаука», 2010.-406с.

5. Назарычев А.Н., Животягина С.Н., Федоринов А.С. Методических рекомендации и задания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Пожарная безопасность электроустановок» – Иваново: ООНИ Ивановский институт ГПС МЧС России, 2013. – 60 с.

6. Назарычев А.Н. Пожарная безопасность электроустановок (лабораторный практикум): учебное пособие А.Н. Назарычев, С.Н. Животягина, А.С. Федоринов. - Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2012. – 166с.

7. Назарычев А.Н. Методы и средства обеспечения пожарной безопасности электрооборудования: учебное пособие А.Н. Назарычев, И.А. Малый, М.В. Белоусов, С.Н. Животягина, А.И. Таджикиев. - СПб. «Северная звезда», 2011.– 188с.

8. Назарычев А.Н., Животягина С.Н., Никифоров А.Л. Учебное пособие «Пожарная безопасность электроустановок (для самостоятельного изучения дисциплины)» для обучающихся по заочной форме обучения специальность 280705 «Пожарная безопасность»– Иваново: Ивановский институт ГПС МЧС России, 2014.-169 с.

9. Смелков, Г.И. Пожарная безопасность электропроводок / Г.И. Смелков. – М.:ООО «Кабель», 2009.

10. Черкасов В.Н., Харламенков А.С. Пожарно-техническая экспертиза: учебное пособие /В.Н. Черкасов. - 5 изд. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2014.

11. Анализ обстановки с пожарами на территории Российской федерации. Департамент надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России, Москва. [www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.gov.ru).

#### **в) нормативная литература**

1. Федеральный закон от 22.07.08 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 24.02.2010 г. № 86 «Об утверждении технического регламента о безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах». [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 №390 «О противопожарном режиме» [www.garant.ru](http://www.garant.ru) [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru)

4. ГОСТ 12.1.018-93. «ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования».

5. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.- 2003. [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

6. СО – 153 - 34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

7. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. РД 34.21.122 – 87/Минэнэрго СССР. [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

г) базы данных, поисковые системы, электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки) и электронные образовательные ресурсы:

1. [www.vniipo.ru](http://www.vniipo.ru).

2. [www.gost.ru](http://www.gost.ru).

3. Образовательный сервер Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. – Режим доступа: <http://192.168.32.106/eduserver/>

4. Электронная библиотека академии <http://Bibliomchs37.ru>.

5. Единая ведомственная электронная библиотека МЧС России сеть Интранет по адресу: **10.46.0.45**.
6. Электронная библиотека «MCHSbooks».
7. Ассоциация ЭБНИТ. Поставка и установка программы для ЭВМ «Система автоматизации библиотек ИРБИС64».
8. Ведомственная электронная библиотека МЧС России.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

## Раздел Электротехника

### Тема 1. Линейные электрические цепи

#### 1.1. Электрические цепи постоянного тока

- Обучаемый должен:
  - знать:*
  - единицы измерения тока, напряжения, сопротивления, мощности.
  - закон Ома для участка и полной цепи,
  - закон Джоуля-Ленца,
  - законы Кирхгофа,
  - уметь:*
  - составлять простейшие схемы электрических цепей,
  - применять закон Ома для расчета электрических цепей,
    - производить преобразование цепей с последовательным, параллельным и смешанным соединением элементов,
  - владеть:*
  - методикой расчета электрической цепи.

#### Содержание учебного материала

Электрическая цепь и ее элементы. Электрический ток, его величина, направление, единицы измерения. Физические основы работы источника электродвижущей силы (ЭДС).

Закон Ома для участка и полной цепи. Электрическое сопротивление и электрическая проводимость, единицы измерения. Зависимость электрического сопротивления от температуры.

Работа и мощность электрического тока. Преобразование электрической энергии в тепловую, закон Джоуля-Ленца. Использование электронагревательных приборов. Токовая нагрузка проводов и защита их от перегрузок.

Режимы работы электрической цепи.

Виды соединения приемников энергии. Законы Кирхгофа. Понятие о расчете электрических цепей.

#### Перечень литературы и учебно-методических материалов для самостоятельной подготовки по теме

- а) основная
- 1. Семенова, К.В. Основы и применение электрических машин в пожарной технике и установках противопожарной защиты: Учебное пособие по дисциплине «Электротехника и электроника» для курсантов, слушателей и студентов./К.В.Семенова, С.В.Гладков.- Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2010.-129с.(ГРИФ)
- б) дополнительная литература

2. Прянишников, В.А. «Электроника: Полный курс лекций. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Учитель и ученик: КОРОНА принт, 2007. – 354 с.
3. Семенова, К.В. Основы электротехники и электроники. Учебное пособие для самостоятельного изучения /К.В. Семенова.- Иваново: ИВИ ГПС МЧС России. 2011. - 97с.

#### **Задачи и вопросы**

1. Дайте определение ЭДС источника, напряжения на зажимах и внутреннего падения напряжения. Чему равны эти величины, если ток в цепи 2 А, внутреннее сопротивление 0,5 Ом, а внешнее - 9,5 Ом?

Ответ: 20В, 19 В, 1 В.

2. Напишите закон Ома для всей цепи и для одного ее участка: внешнего и внутреннего.

3. Напишите формулу для определения мощности в резисторе сопротивлением  $R$  через квадрат тока и сопротивление.

4. Какое явление называют коротким замыканием цепи? Как защитить цепь от тока короткого замыкания?

5. Приведите определение участков схемы электрической цепи: узел, ветвь, замкнутый контур.

### **1.2. Электрические цепи однофазного переменного тока**

Обучаемый должен:

*знать:*

- параметры и формы представления переменных величин;
- электрические схемы включения элементов в цепи переменного тока,
- закон Ома для переменного тока,
- условия возникновения и особенности резонанса напряжения и тока в цепях переменного тока;
- связь между активной, реактивной и полной мощностями,
- векторные диаграммы для расчета электрических цепей переменного тока;

*уметь:*

- рассчитывать цепи переменного тока.
- строить векторные диаграммы неразветвленной цепи переменного тока определять активную, реактивную и полную мощности коэффициент мощности в цепях переменного тока;
- собирать схемы неразветвленной в разветвленной цепей переменного тока и измерять электрические параметры в этих схемах;

*владеть:*

- методикой построения векторных диаграмм.

#### **Содержание учебного материала**

Переменный синусоидальный ток и его определение. Целесообразность технического использования переменного тока. Параметры и форма представления переменных ЭДС, напряжения, тока и магнитного потока. Получение переменной ЭДС.



Особенности электрических процессов в простейших электрических цепях с активным, индуктивным и емкостным элементом. Закон Ома для этих цепей Векторные диаграммы напряжений и тока.

Неразветвленные цепи переменного тока с активным, индуктивным и емкостным элементами. Условия возникновения и особенности резонанса напряжения. Векторные диаграммы. Активная, реактивная и полная мощности в цепи переменного тока.

Разветвленная цепь тока с активным, индуктивным и емкостным элементами. Резонанс токов. Коэффициент мощности и способы его повышения.

### **Перечень литературы и учебно-методических материалов для самостоятельной подготовки по теме**

а) основная

4. Семенова, К.В. Основы и применение электрических машин в пожарной технике и установках противопожарной защиты: Учебное пособие по дисциплине «Электротехника и электроника» для курсантов, слушателей и студентов./К.В.Семенова, С.В.Гладков.- Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2010.-129с.(ГРИФ)

б) дополнительная литература

5. Прянишников, В.А. «Электроника: Полный курс лекций. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Учитель и ученик: КОРОНА принт, 2007. – 354 с.
6. Семенова, К.В. Основы электротехники и электроники. Учебное пособие для самостоятельного изучения /К.В. Семенова.- Иваново: ИВИ ГПС МЧС России. 2011. - 97с.

### **Задачи и вопросы**

1. Поясните основные параметры переменного тока: период, частота, амплитуда, фаза, начальная фаза.
2. Поясните процесс получения синусоидальной ЭДС с помощью простейшего генератора переменного тока.
3. В паспорте электродвигателя указано значение напряжения 380 В. К какому значению относится его напряжение: мгновенному, амплитудному, действующему?
4. Начертите треугольники напряжений, сопротивлений и мощностей для неразветвленной цепи с R, L и C.
5. В чем заключается явление резонанса напряжений?
6. При каких условиях в цепи наступает резонанс токов? Каковы последствия резонанса токов?
7. В чем заключается принципиальное отличие реактивной мощности от активной?
8. Первое предприятие имеет коэффициент мощности 0,9, а второе - 0,8 Какое предприятие лучше использует потребляемую полную мощность?

### **1.3. Электрические цепи трехфазного переменного тока**

Обучаемый должен *иметь представление*:

- о принципе получения трехфазной ЭДС;

- об устройстве трехфазного генератора;  
*знать:*
- схемы соединения генератора и потребителя «звездой» и «треугольником»,
- различия между симметричной и несимметричной нагрузками,
- основные расчетные уравнения трехфазной цепи при симметричной нагрузке;
- область применения трехфазной системы,  
*уметь:*
- строить векторные диаграммы в трехфазной системе,
- применять соотношения между фазными и линейными напряжениями и токами для расчета трехфазной цепи,
- собирать схемы соединения потребителей трехфазного тока «звездой» или «треугольником» и измерять фазные и линейные напряжения и токи;  
*владеть:*
- методами расчета трехфазных электрических цепей.

### **Содержание учебного материала**

Понятие о трехфазных электрических цепях и сравнение их с однофазными. Основные элементы трехфазной системы. Получение трехфазной ЭДС.

Соединение обмоток генератора и потребителя трехфазного тока «звездой». Основные расчетные уравнения. Соотношения между линейными и фазными величинами. Векторная диаграмма напряжений и токов. Симметричная и несимметричная нагрузка. Нейтральный провод и его значение

Соединение обмоток генератора и потребителя трехфазного тока «треугольником». Соотношения между фазными и линейными величинами. Векторная диаграмма напряжения и токов. Симметричная и несимметричная нагрузка.

Мощность трехфазной системы. Основы расчета трехфазной цепи при симметричной нагрузке.

### **Перечень литературы и учебно-методических материалов для самостоятельной подготовки по теме**

#### **а) основная**

1. Семенова, К.В. Основы и применение электрических машин в пожарной технике и установках противопожарной защиты: Учебное пособие по дисциплине «Электротехника и электроника» для курсантов, слушателей и студентов./К.В.Семенова, С.В.Гладков.- Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2010.- 129с.(ГРИФ)

#### **б) дополнительная литература**

2. Прянишников, В.А. «Электроника: Полный курс лекций. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Учитель и ученик: КОРОНА принт, 2007. – 354 с.

3. Семенова, К.В. Основы электротехники и электроники. Учебное пособие для самостоятельного изучения /К.В. Семенова.- Иваново: ИВИ ГПС МЧС России. 2011. - 97с.Задачи и вопросы

1. Поясните методику получения трехфазной симметричной системы ЭДС.
2. Чем отличаются несвязная и связная трехфазные системы? Начертите их схемы.
3. Какие стандартные напряжения в трехфазных цепях Вам известны?
4. К трехфазной цепи с линейным напряжением 380 В присоединили симметричную нагрузку, активное сопротивление которой в каждой фазе 4 Ом, а

индуктивное 3 Ом. Определить фазные токи и напряжения при соединении нагрузки «звездой» и «треугольником».

5. Начертите трехфазную четырехпроводную цепь. Соотношение между фазными и линейными токами и напряжениями. Роль нейтрального провода.

## **Тема 2. Типовое электротехническое оборудование**

Обучаемый должен:

*знать:*

- назначение, устройство и принцип действия трансформаторов,
- основные параметры,
- схему включения трансформатора в электрическую цепь,
- устройство и принцип действия асинхронных электродвигателей,
- способы пуска в ход и регулирования частоты вращения асинхронного электродвигателя,
- устройство, принцип действия и свойства машин постоянного тока,
- классификацию, функциональные схемы, принцип действия и область применения электроприводов;

*уметь:*

- измерять напряжения, токи и мощности в номинальном режиме и режиме холостого хода;
  - определять тип, параметры асинхронного электродвигателя по его маркировке,
  - подключать асинхронный электродвигатель к сети, осуществлять его пуск и реверсирование, снимать рабочие характеристики.

*владеть:*

- методикой определения основных параметров электротехнического оборудования.

### **Содержание учебного материала**

Назначение трансформаторов, их классификация, применение. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Элементы конструкции. Основные параметры. Электрическая схема однофазного трансформатора.

Режимы работы трансформатора: холостого хода, короткого замыкания, нагрузочный. Потери энергии и КПД трансформатора.

Понятие о трехфазных трансформаторах, схемы и группы соединения трехфазных трансформаторов. Понятие о трансформаторах специального назначения (сварочных, измерительных, автотрансформаторах), особенностях конструкции и применения.

Назначение, классификация и область применения машин переменного тока. Получение вращающегося электромагнитного поля.

Устройство и принцип действия трехфазного асинхронного электродвигателя. Понятие о скольжении. ЭДС, сопротивление и токи в обмотках статора и ротора.

Вращающий момент асинхронного электродвигателя. Пуск в ход, регулирование частоты вращения и реверс асинхронного электродвигателя. Механическая характеристика. Потери энергии и КПД асинхронного электродвигателя.

Однофазные асинхронные электродвигатели их устройство и принцип действия и область применения.

Понятие о синхронном электродвигателе.

Синхронный трехфазный генератор. Особенности конструкции трехфазных генераторов, применяемых в автомобиле. Рабочие характеристики синхронного генератора.

### **Перечень литературы и учебно-методических материалов для самостоятельной подготовки по теме**

а) основная

7. Семенова, К.В. Основы и применение электрических машин в пожарной технике и установках противопожарной защиты: Учебное пособие по дисциплине «Электротехника и электроника» для курсантов, слушателей и студентов./К.В.Семенова, С.В.Гладков.- Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2010.-129с.(ГРИФ)

б) дополнительная литература

8. Прянишников, В.А. «Электроника: Полный курс лекций. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Учитель и ученик: КОРОНА принт, 2007. – 354 с.
9. Семенова, К.В. Основы электротехники и электроники. Учебное пособие для самостоятельного изучения /К.В. Семенова.- Иваново: ИВИ ГПС МЧС России. 2011. - 97с.

### **Задачи и вопросы**

1. Каково назначение трансформатора в энергосистеме при передаче и распределении электрической энергии?

2. Поясните назначение и устройство отдельных элементов транспорта: магнитопровода, обмоток, расширителя, изоляторов.

3. Поясните принцип работы трансформатора. Почему он может работать только на переменном токе?

4 Число витков первичной обмотки 100, вторичной - 500. Определить напряжение холостого хода вторичной обмотки, если к первичной подведено напряжение 220 В. какой ток будет протекать через активную нагрузку, присоединенную ко вторичной обмотке, если в первичной ток 10 А?

Ответ: 1100 В, 2 А.

5. Схемы соединений трехфазных трансформаторов

6. Каковы особенности сварочного трансформатора?

7. Приведите классификацию машин тока. Каковы их преимущества и недостатки?

8. Поясните получение трехфазного вращающегося магнитного поля. Какие синхронные скорости можно получить при частоте тока в сети 50 Гц?

9. Поясните устройство и принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

10. Напишите формулу для определения скольжения. В каких пределах может измениться его значение? Из формулы напишите выражение для определения частоты вращения ротора.

11. Номинальная частота вращения ротора 730 об/мин. Чему равно его скольжение, если частота тока в сети 50 Гц?

Ответ: 2,7 %.

12. Чему равно скольжение ротора при пуске двигателя?

13. Режимы работы электродвигателей, начертите диаграммы для каждого режима.

14. Классификация электрических сетей.

## **Раздел Пожарная безопасность электроустановок**

### **Тема 1. Основы пожарной безопасности применения электроустановок**

**Цель:** познакомить обучающихся с основными причинами пожаров, показать данные по особо частым причинам пожаров от электроустановок и их проявлениям. Изучить вопросы нормативного обоснования и выбора электрооборудования по условиям внешней, технологической среды.

#### **1.1 Основные причины пожаров от электроустановок**

##### **Методические рекомендации по изучению темы**

Данная тема дает общие представления о причинах возникновения пожаров от электроустановок.

1. Изучите данную тему с использованием материала лекций и учебной литературы.
2. Заучите определения основных понятий (см. опорные термины, словарь терминов расположен в конце данных методических указаний).

Анализ причин пожаров от электроустановок показывает, что пожары, возникающие в результате неисправности электроустановок или неправильной их эксплуатации, составляет примерно 30%- 35%. Необходимо знать, что основными причинами возникновения пожаров являются:

- короткое замыкание;
- перегрузка;
- большие переходные сопротивления;
- электрические дуги и искры;
- вихревые токи.

Кроме того, причиной пожара могут быть разряды статического электричества и разряды атмосферного электричества (молнии).

При изучении этой темы следует знать, что электрические установки состоят из источников электроэнергии, электросетей, потребителей, а также из аппаратов защиты и управления.

Источниками электроэнергии в большинстве являются генераторы постоянного и переменного тока, электрохимические элементы. Электрические сети, служащие для передачи эл. энергии к потребителям представляют собой провода и кабели, прокладываемые в воздухе, в земле или под водой. Сети могут содержать аппараты для преобразования эл. энергии (трансформаторы, выпрямители).

К потребителям эл. энергии относятся:

- эл. двигатели постоянного и переменного тока,
- эл. термические установки (эл. печи, сварочные агрегаты, бытовые нагревательные приборы),
- эл. химические установки (эл. химические ванны),
- осветительные установки.

К аппаратам защиты и управления относятся магнитные пускатели, пусковые и регулировочные реостаты, выключатели, рубильники, предохранители, тепловые реле и автоматы.

Пожарная опасность электроустановок обуславливается наличием *горючей среды* в виде изоляционных материалов проводов, кабелей, обмоток эл. машин,

различных установочных деталей и корпусов аппаратов, выполненных из горючих материалов, а также наличием горючих материалов вблизи эл. установок.

Кроме того, эл. установки могут находиться и эксплуатироваться во *взрывоопасной среде*, создаваемой ГГ и парами ЛВЖ, а так же некоторыми взрывоопасными пылями.

Другим фактором, характеризующим пожарную опасность эл. установок является наличие *источника зажигания*.

К ним относятся:

- искры и дуги, возникающие при нормальном режиме работы электрических машин;
- искрение, возникающее при авариях и неисправностях;
- дуга, возникающая при электросварке и К. З.;
- тепло, аккумулированное в различных частях электроустановок;
- искрение, вызванное зарядами статического электричества и вторичным проявлением молнии.

Как видно из выше изложенного электроустановки представляют собой большую пожарную опасность. Поэтому будущим работникам органов ГПН важно знать причины пожаров от электрического тока для разработки противопожарных мероприятий.

Большое значение имеет знание действующих нормативных документов, предусматривающих вопросы пожарной безопасности.

Строгое выполнение правил пожарной безопасности и правил эксплуатации практически полностью исключают возможность возникновения пожаров.

#### **Темы докладов и рефератов**

1. Пожарная опасность комплектующих элементов электротехнических устройств.
2. Вероятностная оценка пожароопасных отказов и загораний в электротехнических устройствах.
3. Современные научно-технические разработки направленные на обеспечение пожарной безопасности электротехнического оборудования.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите основные нормативные документы регламентирующие выбор и эксплуатацию электроустановок?
2. Основные причины пожаров от электроустановок?
3. В чем состоит опасность коротких замыканий (КЗ)?
4. Каковы меры профилактики КЗ?
5. В чем состоит опасность перегрузок?
6. Каковы меры профилактики перегрузок?
7. В чем состоит опасность больших переходных сопротивлений (БПС)?
8. Каковы меры профилактики БПС?
9. В чем состоит пожарная опасность электрических искр, дуги, вихревых токов? Назовите меры уменьшения пожарной опасности.

#### **Опорные термины по теме:**

пожары от электроустановок, короткое замыкание, тепловое проявление электрического тока, перегрузка, электрические дуги и искры.

### Тесты для самоконтроля

1. При каком виде соединения электропотребителей увеличивается пожарная опасность:

- а) при параллельном соединении электропотребителей*
- б) при последовательном соединении электропотребителей*

2. Для уменьшения вихревых токов используют сердечники трансформаторов:

- а) Из сплошной стали*
- б) Из наборной листовой стали со слоями диэлектрика*
- в) Комбинированную сталь*

3. Короткое замыкание можно охарактеризовать кратко (раскрыть сущность)

- а) законом Джоуля-Ленца*
- б) законом Ома*
- в) законом электромагнитной индукции*

4. Количество выделения тепла в проводнике зависит от:

- а) величины сопротивления*
- б) величины протекаемого тока*
- в) частоты тока*
- г) сечения проводника*

5. Температура окружающей среды влияет на:

- а) рабочий ток установки*
- б) рабочее напряжение сети*
- в) потребляемую мощность установки*
- г) сопротивление изоляции*

6. Основные причины возникновения короткого замыкания:

- а) увеличение рабочего тока цепи*
- б) повышение рабочего напряжения*
- в) нарушение изоляции*

7. Параметр, влияющий на перегрузку:

- а) увеличение напряжение сети*
- б) увеличение сопротивления изоляции*
- в) включение дополнительных электроприемников*

8. Загрязнение поверхности оборудования приводит к:

- а) Уменьшению потребляемого тока от сети*



- б) Увеличению сопротивления изоляции установки*
- в) Увеличению потребляемого тока из сети*
- г) Уменьшению сопротивления изоляции*

9. Большие переходные сопротивления зависят от:

- а) Материала проводников*
- б) Напряжения сети*
- в) Силы, сжимающей контакты*
- г) Рабочего тока установки*
- д) Температуры окружающей среды*

10. Меры профилактики коротких замыканий в электрооборудовании:

- а) исключение дополнительных токоприемников*
- б) контроль сопротивления изоляции*
- в) применение аппаратов защиты*
- г) установка измерительных приборов*

11. Меры профилактики пожаров от электроустановок:

- а) исключение дополнительных токоприемников*
- б) контроль сопротивления изоляции*
- в) применение аппаратов защиты*
- г) установка измерительных приборов*

### **Вопрос для самостоятельного изучения:**

Используя материал, изложенный в [1], изучить вопросы:

1. Основные причины пожаров от электроустановок. Короткие замыкания. Большие переходные сопротивления. Электрические перегрузки. Вихревые токи. Причины возникновения, виды, меры пожарной профилактики.
2. Причины загораний электрических проводов и кабелей, в распределительных устройствах.
3. Причины загораний электродвигателей, генераторов и трансформаторов, в электрических аппаратах пуска. Переключения, управления, защиты.
4. Причины загораний осветительной аппаратуры.
5. Причины загораний бытовых электронагревательных приборов, электротермических нагревательных приборов.

## **1.2 Выбор электрооборудования по условиям технологической среды**

Применение электрооборудования обуславливается тем, что эксплуатация его осуществляется в различных условиях окружающей среды: в жарких, сырых, пыльных и т.п. условиях. По этому, прежде чем установить какое-то электрооборудование, необходимо изучить ту среду, в которой оно будет эксплуатироваться.

Требования к выбору электрооборудования, к исполнению его защитных оболочек для обеспечения его нормальной работы строго регламентируются нор-

мативными документами: Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), ГОСТах и НПБ, ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Основным нормативным документом при выборе электрооборудования является ПУЭ.

ПУЭ предусматривает классификацию помещений по условиям влияния внешней среды. Согласно ПУЭ раздел 1, глава 1.1. все помещения в зависимости от воздействия окружающей среды на электрооборудование подразделяются : сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные и помещения с химически агрессивной средой.

Внешняя среда активно разрушает электроустановки. Что бы внутренние части электроустановок были защищены от внешних сред оборудование должно иметь защитные оболочки.

В помещениях устанавливается общепромышленное электрооборудование с маркировкой IP\_ \_, в зависимости от климатических условий и условий окружающей среды, имеющее разную степень защиты от проникновения внутрь электрооборудования пыли, твердых предметов и влаги.

Выбор электродвигателей для помещений, где отсутствует пожаровзрывоопасная среда, осуществляется в соответствии с гл.5.3. ПУЭ. Выбор электросветильников и аппаратов управления осуществляется в соответствии с требованиями раздела 6 ПУЭ.

Кроме непосредственного воздействия окружающей среды, возможно воздействие на электрооборудование сред, участвующих в технологическом процессе, в том числе твердые, пылеобразные и жидкие горючие вещества.

Пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества и в котором они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях называются **пожароопасной зоной** (п.7.4.2., ПУЭ).

Классификация пожароопасных зон приведена в ПУЭ гл.7.4. п.7.4.3. – 7.4.6. и в ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» гл.5, ст. 18.

Электрооборудование при нормальной работе способно нагреваться, искрить и оказывать другое негативное воздействие на окружающую среду. Поэтому любое электрооборудование, с точки зрения воздействия на окружающую среду следует расценивать как источник воспламенения.

Согласно главы 7.4. ПУЭ в пожароопасных зонах применяется электрооборудование общего назначения, с соответствующими защитными оболочками, не позволяющими воспламенять окружающую горючую среду.

Конкретная степень защитной оболочки электрооборудования для каждой пожароопасной зоны определяется по ПУЭ, в соответствии с гл.7.4.

- Электродвигатели п.7.4.15., табл.7.4.1 ПУЭ.

- Электрические аппараты и приборы п.7.4.20., табл. 7.4.2 ПУЭ.

- Электросветильники п.7.4.32., табл. 7.4.3 ПУЭ.

Алгоритм выбора защитных оболочек электрооборудования для пожароопасных зон представлен на схеме 1.

Схема 1



Особую опасность представляют пожары на предприятиях с пожаро-взрывоопасной средой.

Технологические процессы с возможной опасностью возникновения взрыва или пожара в таких, например, в отраслях, как нефте- или газодобывающая, нефтехимическая, химическая, мукомольных и т.д., требуют определения технологических опасных зон с возможным наличием взрывоопасных смесей горючих газов, паров ЛВЖ и мелкодисперсных горючих пылей. Понятие «взрывоопасная зона» в «Правилах устройств электроустановок» трактуется следующим образом: взрывоопасная зона — это помещение или ограниченное пространство в помещении и наружной обстановке, в которых имеются или могут образовываться взрывоопасные смеси. В этих зонах для обеспечения безопасной эксплуатации электрооборудования и электротехнических установок должны применяться соответствующие виды взрывозащиты.

Для того чтобы выбрать соответствующий вид взрывозащиты электрооборудования необходимо сначала классифицировать взрывоопасную зону.

Взрывоопасные зоны классифицируются по следующим нормативным документам:

- Правила устройства электроустановок гл. 7.3.;

- ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» гл. 5, ст.19;

- ГОСТ Р 51330.9-99. Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 10. Классификация взрывоопасных зон.;

- ГОСТ Р 51330.22-99. Электрооборудование, применяемое в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Часть 3. Классификация зон.

Все электрооборудование в зависимости от степени защиты от взаимодействия с окружающей средой подразделяют на два типа: электрооборудование общего назначения и взрывозащищенное электрооборудование.

**Электрооборудование общего назначения**, устанавливается на открытом пространстве и внутри помещения, и на оборудование активно воздействует внешняя агрессивная среда в виде негорючих пылей, влаги, температуры воздуха, химически активных веществ.

**Взрывозащищенное электрооборудование**, устанавливается на открытом пространстве и внутри помещений, при этом само электрооборудование термически активно воздействует на внешние взрывоопасные технологические среды.

**«Электрооборудование общего назначения** – это ЭО, выполненное без учета требований, специфических для определенного назначения, определенных условий эксплуатации. (Его так же называют общепромышленным)». п.7.3.24. ПУЭ.

Электрооборудование, выполненное без учета специфических требований, характерных для определенной отрасли производства, является электрооборудованием общего назначения. Применение его во взрывоопасных зонах, как правило, недопустимо, так как электрооборудование может искрить или нагреваться до опасных температур и явиться причиной пожара или взрыва.

На корпус ЭО общего назначения согласно ГОСТ Р 50571.17-2000 наносят условные обозначения.

В маркировку электрооборудования общего назначения входят :основной символ — **IP «International Protection»** , соответствующий международным стандартам МЭК и степени защиты электрооборудования от воздействия окружающей среды, обозначающиеся двумя цифрами. Первая - степень защиты персонала от соприкосновения с токоведущими и движущимися частями и от проникновения внутрь оболочки твердых тел и пыли; Вторая - степень защиты от проникновения воды. Классификация электрооборудования пожаровзрывоопасности и пожарной опасности приведена в - ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» гл. 6, ст.21, степени защиты электрооборудования приведены в приложении, табл. 4-5;

Имеются такие отрасли производства, связанные с технологическими процессами, в которых обращаются вещества, способные образовывать взрывоопасные смеси.

Во взрывоопасных зонах электрооборудование должно иметь защитные оболочки от воздействия окружающей среды (п.7.3.56., п.7.3.57.).

Кроме защиты электрооборудования от окружающей среды во взрывоопасных зонах оно должно иметь еще и специальные средства защиты.

Электрооборудование, как потенциальный источник зажигания, может воздействовать на взрывоопасные среды, воспламеняя их, поэтому степень защитных оболочек должна усложняться и иметь дополнительные средства защиты.

Защитные оболочки в таком оборудовании преследуют две цели:

1. Отделить технологическую среду от потенциального источника зажигания (внутренняя полость электрооборудования) методом полного изолирования внутренних токоведущих частей электрооборудования герметичной оболочкой;

2. Создать такой вид защиты, который препятствовал бы выходу продуктов взрыва из внутренней полости электрооборудования в наружную технологическую среду;

**Взрывозащищенное электрооборудование** – это электрооборудование, в котором предусмотрены конструктивные меры по устранению или затруднению возможности воспламенения окружающей его взрывоопасной среды вследствие эксплуатации этого оборудования.

Основной знак взрывозащищенного электрооборудования **Ex (Explosionproof - взрывозащищенный)** указывает на соответствие электрооборудования стандартам МЭК.

В соответствии с ГОСТ Р 51330.13-99[7], Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности (гл.6, ст.23) и ПУЭ (п.7.3.31.) взрывозащищенное электрооборудование подразделяется по уровням, видам взрывозащиты, группам и температурным классам.

### **Выбора электрооборудования для взрывоопасных зон**

При выборе электрооборудования, оборудование должно быть выбрано и установлено так, чтобы обеспечивалась его защита от внешних воздействий (например, химических, механических, вибрационных, тепловых, электрических, влажности), которые могут оказать отрицательное влияние на взрывозащиту.

Следует предпринимать меры, предотвращающие попадание посторонних предметов в открытые вентиляционные отверстия вертикально расположенных вращающихся электрических машин.

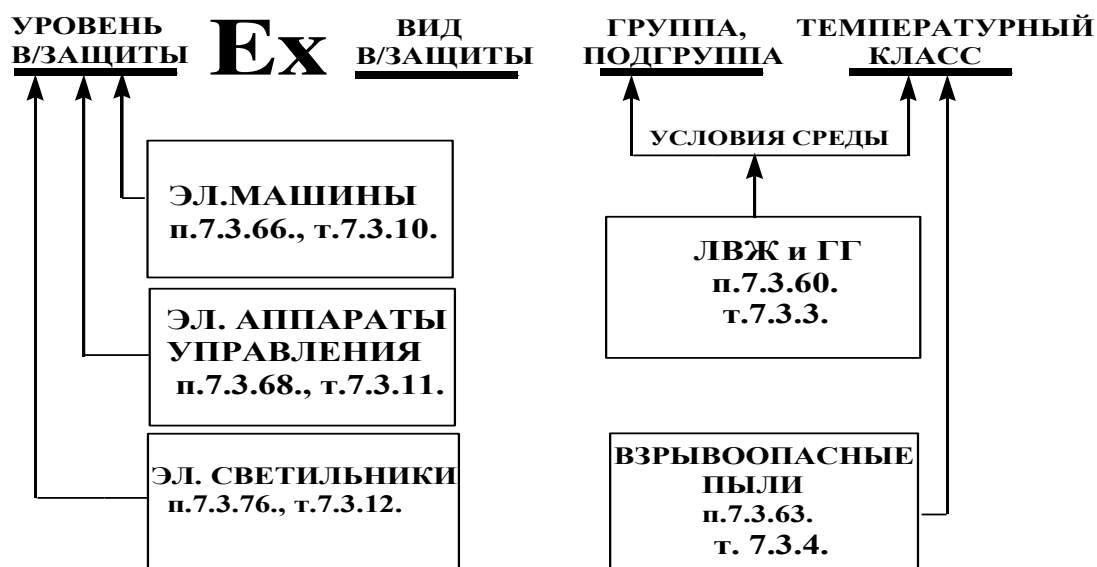
Чтобы избежать электрического искрения, способного воспламенить взрывоопасную газовую среду, необходимо предотвратить любую возможность контактирования с неизолированными токоведущими частями, кроме искробезопасных.

Для выбора электрооборудования, соответствующего классу взрывоопасной зоны, необходима следующая информация:

- класс взрывоопасной зоны;
- группа взрывоопасной смеси или температура ее самовоспламенения согласно 5.3;

- где это необходимо, категория взрывоопасной смеси (см.5.4);
- сведения о внешних воздействиях и температуре окружающей среды.
- составление нормы электрооборудования по ПУЭ и составление его маркировки:
- Электродвигатели п.7.3.66.,т.7.3.10.
- Аппараты управления п.7.3.68.,т.7.3.12.
- Электросветильники п.7.3.76., т.7.3.11.

Алгоритм методики выбора взрывозащищенного электрооборудования



### Темы докладов и рефератов

- 1.Виды взрывозащиты и современные марки взрывозащищенного электрооборудования;
  - 2.Взрывозащищенное электрооборудование применяемое в окрасочном производстве;
  - 3.Электрооборудование объектов связанных с хранением, переработкой нефти и нефтепродуктов;
  - 4.Электрооборудование используемое в процессах деревообработки.
  5. Электрооборудование химических заводов.
  - 6.Электрооборудование процессов нефтепереработки.
  7. Электроустановки теплоэнергетических объектов;
1. Электрооборудование объектов хранения и расфасовки горючих газов и ЛВЖ;
  2. Электрооборудование мукомольного производства;
  3. Электрооборудование используемое текстильного производства;

4. Электрооборудование машиностроительного производства;
5. Пожарная безопасность холодильных электроустановок;
6. Нормативное обоснование пожарной безопасности электроустановок водородных станций;

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Классификация помещений в зависимости от воздействий окружающей среды на электрооборудование
2. Показатели пожаро- взрывоопасности веществ и материалов;
3. Классификация ВОС по категориям и группам;
4. Классификация пожароопасных зон по ПУЭ и ФЗ№-123«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
5. Классификация взрывоопасных зон по ПУЭ и ФЗ№-123«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
6. Электрооборудование общего назначения;
7. Взрывозащищенное электрооборудование;
8. Выбор электрооборудования для пожароопасных зон;
9. Выбор электрооборудования для взрывоопасных зон;

**Опорные термины** по теме «Взрывозащищённое и пожарозащищенное электрооборудование»:

взрывозащита Ex, защита IP, виды взрывозащиты, уровень взрывозащиты, группа, подгруппа, температурный класс, температура самовоспламенения, безопасный экспериментальный максимальный зазор (БЭМЗ), минимальный ток воспламенения (МТВ).

### **Тесты для самоконтроля**

1. Укажите нормативный документ регламентирующий устройство электрооборудования во взрывоопасных и пожароопасных зонах:
  - а) *Правила пожарной безопасности в Российской Федерации 01-03*
  - б) *Правила устройства электроустановок ПУЭ 2006*
  - в) *Инструкция по устройству молниезащиты здания и сооружения*
2. Аккумуляторная зарядная станция тяговых и статорных батарей относится к зоне класса по ПУЭ:
  - а) *B-Ia.*
  - б) *B-I.*
  - в) *B-Iг.*
  - г) *B-Iб.*
3. К какой группе относится взрывозащищенное электрооборудование предназначенное для внутренней и наружной установки (кроме рудничного):
  - а) *I*

- б) II*
- в) II В*
- г) II А*

4. К какой зоне класса по ПУЭ относится помещение, в которых выделяются газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что в они могут образовывать с воздухом ВОС при нормальном режиме работы:

- а) В-Iа.*
- б) В-II.*
- в) В-I.*

5. Определить класс зоны по ПУЭ расположенной в помещении, в которых применяются или хранятся горючие жидкости с температурой вспышки более 61 °С:

- а) В-II.*
- б) В-I.*
- в) В-Iг.*
- г) II-I.*
- д) II-III*

6. Классификация взрывоопасных смесей газов и паров ЛВЖ с воздухом по температурным группам зависит от:

- а) температуры вспышки,*
- б) температуры воспламенения,*
- в) нижнего концентрационного предела распространения пламени,*
- г) температуры самовоспламенения.*

7. С каким уровнем взрывозащиты взрывозащищенное электрооборудование будет являться более надежным:

- а) 2*
- б) 1*
- в) 0*

8. Классификация взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом по категориям зависит от:

- а) температуры на поверхности оборудования*
- б) от температуры вспышки*
- в) безопасного экспериментального максимального зазора*
- г) то концентрации газов или паров в взрывоопасной смеси.*

9. На основании чего электрооборудование II группы подразделяются по температурным классам:

- а) температуры самовоспламенения смеси*
- б) температуры тления вещества*
- в) предельной температуры электрооборудования*



10. Сколько видов взрывозащиты может иметь взрывозащищенное электрооборудование по ПУЭ:

- а) 8
- б) 6
- в) 7

11. Определить класс зоны помещения по ПУЭ насосной станции по перекачке бензина расположенной в помещении:

- а) II-I
- б) B-Ia
- в) B-Ig
- г) B-I

12. При каких видах взрывозащиты взрывозащищенного электрооборудования II группы делятся на подгруппы II А, II В, II С.

- а) р
- б) о
- в) q
- г) d, i

13. Какую информацию указывает вторая цифра в маркировке электрооборудования общего назначения:

- а) *степень защиты персонала от соприкосновения с токоведущими частями и попадания внутрь оболочки твердых тел.*
- б) *степень защиты от попадания внутрь оболочки воды.*
- в) *степень защиты от атмосферного электричества.*

14. Какую информацию указывает первая цифра в маркировке электрооборудования общего назначения:

- а) *степень защиты персонала от соприкосновения с токоведущими частями и попадания внутрь оболочки твердых тел.*
- б) *степень защиты от попадания внутрь оболочки воды.*
- г) *степень защиты от атмосферного электричества.*

15. Зарядная станция баллонов с газом пропан расположена в помещении, определить зону класса по ПУЭ:

- а) II-I
- б) B-Ia
- в) B-Ig

### **Вопросы для самостоятельного изучения**

Используя материал, изложенный [1] изучить вопросы:

1. Классификация взрывоопасных смесей. Определение, распределение по категориям и группам взрывоопасных смесей.

2. Взрывоопасные зоны. Определение, классификация взрывоопасных зон по ПУЭ, 123 – ФЗ.

3. Классификация взрывозащищённого электрооборудования. Определение. Уровни взрывозащиты.

4. Виды взрывозащиты. Взрывонепроницаемая оболочка. Вид взрывозащиты вида «е». Искробезопасная электрическая цепь. Масляное заполнение оболочки с токоведущими частями. Заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением. Кварцевое заполнение оболочки. Специальный вид взрывозащиты.

5. Классификация взрывозащищённого электрооборудования. Определение. Группы, подгруппы взрывозащищённого электрооборудования. Температурные классы взрывозащищённого электрооборудования. Особенности расчёта температурного класса электрооборудования для взрывоопасных зон со взрывоопасными пылями.

6. Классификация взрывозащищённого электрооборудования. Определение. Маркировка взрывозащищённого электрооборудования.

7. Особенности эксплуатации взрывозащищённого электрооборудования.

8. Пожароопасные зоны. Определение, классификация пожароопасных зон по ПУЭ, 123 – ФЗ.

9. Электрооборудование общего назначения. Определение, маркировка электрооборудование общего назначения.

### **Практические задания для закрепления материала**

#### **Классификация помещений по ПУЭ**

*Определить типы помещений по ПУЭ*

- учебные классы образовательных учреждений;
- кухни квартир, неотапливаемые лестничные клетки;
- подвальные невентилируемые помещения;
- животноводческие фермы;
- помещения овощных баз;
- помещения бань и прачечных;
- помещения моечных в столовых;
- помещения сушильных камер;
- литейные и термические производства;
- формовочные цеха;
- цементные заводы;
- цеха получения кислот и щелочей;
- склад минеральных удобрений.

#### **Классификация взрывоопасных смесей по ПУЭ**

*- Определить по справочнику А.Н. Баратова «Пожаро- взрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения»*

*пожаро- взрывоопасные факторы ГГ и ЛВЖ для веществ:*

аммиак, водород, пропан, ацетилен, сероводород, бензин, ацетон, спирт этиловый, сероуглерод, скипидар.

- определить категорию и группу ВОС по ПУЭ для вышеперечисленных веществ;

### **Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон по ПУЭ**

#### **Пожароопасные зоны**

*Определить класс зон по ПУЭ для следующих помещений и пространств:*

- Складское помещение для минеральных масел
- оптовая база по продаже растительных масел;
- ткацкое и прядильное производство;
- мебельная фабрика;
- складское помещение книгоиздательства;
- помещения архивов и музеев;
- открытое хранение торфа и угля;
- перевалочная лесоторговая биржа;
- открытая мазутная ловушка;
- открытое складирование смазочных материалов в герметичной таре.

#### **Взрывоопасные зоны**

*Определить классы зон по ПУЭ:*

- Цех по обезжириванию металлических деталей;
- Помещения окрасочных камер;
- Насосная станция по перекачке этилацетата;
- Химический завод по переработке фурана;
- Помещение аммиачного компрессора;
- Автозаправочная станция;
- Резервуарный парк хранения бензинов;
- Пространства у дыхательных клапанов и емкостей с ЛВЖ;
- Нефтеналивная эстокада;
- Закрытая галерея транспортировки угольной пыли на ТЭЦ;

### **Выбор электрооборудования для непожаровзрывоопасных производств**

*Выбрать исполнение электродвигателей:*

- Для вентиляционных установок в кинотеатре;
- Для электропривода в формовочном цехе;
- Для электропривода водонасосной установки на открытом пространстве;
- Для электропривода на животноводческой ферме;

### **Выбор электрооборудования для пожароопасных зон**

- Выбрать исполнение защитных оболочек электродвигателя, аппарата управления и светильника для зоны П-I, П- Па;
- Проверить возможность установки электродвигателя IP34 и аппарата управления IP23 в зоне класса П- III.

### **Выбор электрооборудования для взрывоопасных зон**

- выбрать электродвигатель, аппарат управления для зоны В- I;
- выбрать светильник и аппарат управления для зоны В- Ig;
- выбрать провод и бронированный кабель для зоны В- Ia;
- проверить возможность установки электродвигателя 2ЕхеПТ2 в зоне В- Ia для технологической среды ацетилен;

- проверить возможность установки электродвигателя 1ExdIIAT1и аппарата управления IP65 для зоны В- Па;
- проверит возможность прокладки провода марки АПР открыто по конструкциям и кабеля АСБ в цехе получения толуола.

**Перечень литературы и учебно-методических материалов  
для самостоятельной подготовки по теме**

**а) основная литература**

1. Назарычев А.Н. Пожарная безопасность электроустановок / А.Н. Назарычев, С.Н. Животягина, В.А. Грунцев; Под ред. И.А. Малого и А.Н. Назарычева: - Иваново.: Ивановский институт ГПС МЧС России, 2010.-700с.
2. Никифоров А.Л., Животягина С.Н., Учебное пособие «Пожарная безоп. асность электроустановок (для самостоятельного изучения дисциплины)» для обучающихся по заочной форме обучения специальность 280705 «Пожарная безопасность»– Иваново: Ивановский институт ГПС МЧС России, 2014.-169 с.

**б) дополнительная литература**

3. Черкасов В.Н. Обеспечение пожарной безопасности электроустановок: учебное пособие / В.Н. Черкасов, В.И. Зыков.-М. ООО «Изд-во Пожнаука», 2010.-406с.
4. Никифоров А.Л., Животягина С.Н., Панев Н.М., Вогман Л.П. Электронное учебное пособие «Пожарная безопасность электроустановок» – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2016.

## **Тема. 2 Пожарная безопасность электроустановок и электрических сетей**

**Цель:** изучить аппараты защиты, используемые в электросетях, требования к выбору аппаратов защиты, электропроводки во взрывоопасных зонах, безопасной эксплуатации электроустановок.

Возникновение горения является наиболее важной и сложной стадией процесса горения. Детальное изучение механизмов возникновения горения очень важно для всех видов и аспектов профилактики пожаров.

В данной теме предусмотрено изучение теоретического материала, решение практических задач, выполнение лабораторных работ.

### **Методические рекомендации по изучению темы**

*Электродвигатель* – машина, преобразующая электрическую энергию в механическую. В зависимости от рода потребляемого тока электродвигатели подразделяются на электродвигатели *переменного* и *постоянного тока*. Электродвигатели переменного тока делятся на *асинхронные*, *синхронные* и *коллекторные*.

Важной задачей при выборе электродвигателя является определение условий, в которых он будет работать. Во многих случаях окружающая среда содержит большое количество влаги, пыли, газов, паров, химических веществ. Поэтому степень защиты оболочки электродвигателя должна соответствовать окружающей среде. При выборе электродвигателя для взрывоопасных зон, кроме того, учитывают класс зоны, уровень и вид взрывозащиты, категорию и группу взрывоопасной смеси. Для пожароопасных зон также учитывают ее класс.

Тип асинхронного электродвигателя во многом определяется условиями пуска рабочего механизма, а также режимом работы. Режим работы электродвигателя определяется характером его загрузки и временем, в течение которого он может работать, не нагреваясь выше установленной температуры.

Аварийным режимом работы электродвигателя будем называть любой режим работы, увеличивающий температуру нагрева электродвигателя выше допустимой. Необнаруженный аварийный режим работы электродвигателя может привести к его загоранию. Аварийные режимы работы электродвигателей возникают из-за снижения или увеличения питающего напряжения при номинальной нагрузке на валу, увеличении нагрузки на валу выше номинальной, обрыве одной фазы, снижении межвиткового сопротивления изоляции статорных обмоток; ухудшении вентиляции, увеличении числа включений выше допустимого.

Применительно к силовым трансформаторам следует различать номинальную мощность и нагрузочную способность. Номинальная мощность данного трансформатора однозначна. Это – некоторая вполне определенная мощность, которую он при экономически рациональном КПД может отдавать постоянно, без перерыва, в течение всего своего нормального срока службы. Нагрузочная способность – это мощность, которую трансформатор может отдавать только в течение заданного короткого промежутка времени. Величина этой мощности зависит от условий эксплуатации, в которых трансформатор находится в рассматриваемый момент, и от того, должна ли она допускаться без ущерба для его нормально-

го срока службы или же за счет некоторого увеличения естественного износа его изоляции.

Электрические аппараты управления – это слаботочные (с точки зрения собственного потребления) электротехнические устройства, предназначенные для управления сильноточными электроустановками. Основными видами аппаратов управления являются: контакторы, магнитные пускатели, контроллеры.

По принципу коммутации силовых цепей аппараты управления подразделяются на контактные и бесконтактные. Первые имеют подвижные контактные части, размыкающие и замыкающие сильноточные электрические цепи. Бесконтактные аппараты не имеют подвижных коммутирующих контактов.

Аппараты управления бывают высоковольтные – коммутирующие высоковольтные силовые цепи, низковольтные – коммутирующие низковольтные силовые и осветительные цепи.

Аппараты обычного исполнения применяются в нормальных условиях окружающей среды. Для взрывоопасной среды изготавливаются аппараты взрывозащищенные.

Наибольшую пожарную опасность аппаратов создают токи короткого замыкания. Поэтому для каждого аппарата задается ток допустимой величины, тепловое воздействие которого аппарат может выдержать в течение заданного времени без вывода его из строя.

Пожарная опасность электродвигателей, трансформаторов, электропроводки и других электротехнических изделий в значительной степени определяется надежностью электроизоляции. Основной характеристикой электроизоляции электротехнических изделий является ее электрическая прочность, которая (в зависимости от условий эксплуатации и вида изделия) определяется механической прочностью, эластичностью, исключающей возможность образования остаточных деформаций, трещин, расслоений под воздействием механических нагрузок. Однородность и монолитность структуры изоляции, ее высокая теплопроводность исключает вероятность возникновения местных нагревов, приводящих к уменьшению электрической прочности.

Разрушение изоляции происходит в основном в результате нагрева токами нагрузок и воздействий температур внешней среды, вибраций и других механических воздействий. Повышение температуры на каждые 8-9 °С в среднем вдвое сокращает срок службы изоляции. На старение изоляции влияет и электрическое поле.

Существенным фактором, способствующим интенсивному старению изоляции, является механическая нагрузка на нее, в особенности обусловленная электродинамическими процессами при резких изменениях тока. Предел механической прочности быстро снижается по мере нагрева. Электродинамические силы, воздействующие во время изменений тока, пропорциональны квадрату мгновенного значения тока.

Светильник состоит из источника света и осветительной арматуры, перераспределяющей световой поток. Она также предохраняет глаза от чрезмерной яркости источника света, а лампу - от механических повреждений, защищает полости

расположения источника света и патрона от воздействия окружающей среды и т.д.

Различают следующие виды освещения:

рабочее, обеспечивающее надлежащие условия видения при работе.

Разновидностью рабочего освещения является охранное освещение, служащее для обеспечения условий видения вдоль границ охраняемой территории;

аварийное, служащее для временного продолжения работы;

эвакуационное, обеспечивающее при отключении рабочего освещения безопасную эвакуацию из помещения.

Пожарная опасность осветительных приборов обуславливается наличием в них источника света, контактных элементов и ПРА. Основная часть подводимой к источникам света электрической энергии непосредственно переходит в тепловую, вследствие чего колба лампы и некоторые элементы осветительной арматуры нагреваются до весьма высокой температуры. Соприкосновение нагретых частей, особенно колб ламп накаливания или ДРЛ (высокотемпературные источники света), с горючими материалами может вызвать загорание и пожар.

Таким образом, пожарную опасность, например, ламп накаливания принято оценивать возможностью возникновения пожара от соприкосновения (или опасного приближения) лампы и горючего материала или возникновения пожара от попадания на окружающие горючие материалы раскаленных элементов ламп, образующихся при ее разрушении.

Иногда к этим двум возможностям добавляется и третья – загорание патрона или питающих проводов.

надежность и пожаробезопасность светильников в значительной степени зависит от их теплового режима. При несоответствии теплового режима светильников и температурных характеристик примененных в них комплектующих изделий и материалов сокращается их срок службы из-за: КЗ и замыканий на корпус монтажных проводов вследствие высыхания и выкрашивания их изоляции; припаивания цоколей ламп к контактам патронов и нарушения пружинящих свойств этих контактов; обгорания пластмассовых патронов; высыхания уплотняющих прокладок и потери необходимой герметизации светильников; сокращения срока службы ламп и ПРА и выхода из строя ПРА в результате межвитковых замыканий и пробоев на корпус, пробоя конденсаторов с возможностью загорания и др.

При проектировании электрического освещения необходимо, чтобы все осветительные установочные электроизделия (светильники, ПРА, выключатели, штепсельные розетки и др.) соответствовали среде помещений и наружных установок. Влага, пыль, едкие пары и газы, находящиеся в помещении, не должны оказывать влияния на состояние светильников и другое оборудование, а их конструкция не должна быть причиной пожара, взрыва и (или) поражения током.

Основными мероприятиями по снижению пожарной опасности ПРА являются применение в их конструкциях трудногорючих композиций, изготовление ПРА полностью в металлических оболочках, повышение показателей надежности стартеров и конденсаторов, оптимизация конструкций дросселей по температурным

режимам, применение конденсаторов в керамических корпусах. Эффективным средством повышения пожарной безопасности ПРА является введение в его конструкцию термopедохранителей и термовыключателей, срабатывающих при превышении допустимой температуры корпуса дросселя.

При оценке пожарной опасности наибольшего внимания заслуживают внутренние цеховые электрические сети, так как в них кабели и провода чаще всего располагаются открыто в виде пучков. Основными причинами, приводящими к загоранию горючего материала (изоляция, защитный покров оболочек) кабелей и проводов являются аварийные режимы работы электрооборудования. Например, возникновение КЗ сопровождается выбросом зажигающих частиц в виде горящих или расплавленных капель металла токопроводящих элементов. Токовая перегрузка кабелей и проводов, большие переходные сопротивления в местах их соединений, ответвлений и подключений к клеммным устройствам машин, аппаратов, светильников и других устройств приводят к перегреву токопроводящих жил и загоранию горючего материала.

Наличие электрической защиты, выбранной в соответствии с нормами и правилами, не всегда гарантирует безопасное протекание аварийных режимов при появлении источника зажигания. Тем более, что, например, автоматические выключатели имеют надежность от 0,85 до 0,95. Кроме того, защитные характеристики автоматических выключателей и плавких предохранителей имеют значительный разброс, что в ряде случаев не позволяет обеспечить время срабатывания защиты до появления пожароопасных факторов (зажигающих частиц, нагрева проводников, воспламенения газообразных продуктов разложения изоляции и т.п.). С учетом большой протяженности сетей от них, как показывает статистика, происходит до 50 % случаев загораний и пожаров.

Пожарная безопасность электрических сетей определяется рядом факторов: соответствием марки проводника и способа прокладки характеру и свойствам окружающей среды, в том числе и ее пожаровзрывоопасности; соответствием сечения проводников токовой нагрузке; выбором номинальных параметров аппаратов защиты от токов перегрузки и коротких замыканий; соблюдением требований монтажа, эксплуатации и т.д.

Внутрицеховые сети напряжением до 1000 В рассчитывают главным образом на допустимый ток по условиям нагревания проводников и на допустимую потерю напряжения. Такие расчеты необходимы для предупреждения опасного перегрева проводников, т.е. для создания условий пожарной безопасности и обеспечения электроприемников электроэнергией надлежащего качества. По экономической плотности тока проводники таких сетей не проверяются.

Из двух сечений, определенных указанными расчетами, принимается большее. Принятое сечение должно быть не меньше сечения, регламентированного условиями механической прочности для данных условий прокладки. Без этого не может быть гарантирована не только пожарная безопасность, но и электробезопасность электрических сетей, осветительной или силовой установки в целом.



При проектировании электрических сетей одновременно с выбором минимально допустимого сечения проводников выбирают номинальные параметры аппаратов защиты.

### **Темы докладов и рефератов**

1. Пожарная безопасность силовых трансформаторов.
2. Коммутационные аппараты напряжением выше 1000В и их пожарная опасность.
3. Пожарная безопасность измерительных трансформаторов.
4. Требования пожарной безопасности к монтажу силовых кабелей.
5. Пожарная безопасность асинхронных электродвигателей.
6. Коммутационные аппараты до 1000 В. Пожарная безопасность.
7. Пожаробезопасные силовые кабели и кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена.
8. Силовые трансформаторы с воздушным охлаждением и их пожарная опасность.
9. Требования пожарной безопасности к воздушным линиям электропередач.
10. Пожарная безопасность комплектных распределительных устройств.
11. Современные научно-технические разработки направленные на обеспечение пожарной безопасности электротехнического оборудования.
12. Методика расчёта термической стойкости электроустановок.
13. Обеспечение безопасной эксплуатации и надежности энергетических объектов и систем электроснабжения;
14. Исследование пожарной опасности электроизоляционных материалов кабельной продукции;

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Электродвигатели: назначение, требования к выбору, монтажу и эксплуатации, пожарная опасность;
2. Электросветильники: требования к выбору, монтажу и эксплуатации, пожарная опасность;
3. Аппараты управления: требования к выбору, монтажу и эксплуатации, пожарная опасность;
4. Пожарная безопасность силовых электроустановок;
5. Пожарная безопасность осветительных электроустановок;
6. Пожарная безопасность аппаратов управления;
7. Мероприятия по противопожарной защите электроустановок и электрических сетей;
8. Методика расчёта силовой электрической сети;
9. Методика расчёта осветительной электрической сети;
10. Методика выбора аппаратов защиты электрических сетей;

**Опорные термины** силовая сеть, осветительная сеть, аппараты защиты электросети, плавкий предохранитель, автоматический выключатель, УЗО.

### Тесты для самоконтроля

1. Электрическая перегрузка в электроустановках возникает при:  
а)  $I_p > I_{доп}$   
б)  $I_{доп} > I_p$
2. Выбрать марку кабеля для прокладки в зоне класса В-Iа.  
а) СРБ  
б) АБГ  
в) ВРГ  
г) АБ  
д) ААБ
3. Какая токоведущая жила запрещена к применению в проводах и кабелях во взрывоопасной зоне класса В-I:  
а) медная  
б) алюминиевая  
в) стальная
4. Наименее надежным способом соединения проводников является  
а) пайка контактов  
б) болтовое соединение контактов  
в) скрутка  
г) сварка контактов  
д) опрессовывание контактов  
е) безвинтовой контактный зажим
5. Во взрывоопасной зоне класса В-Iб разрешается применять провода и кабели с:  
а) только с медной токоведущей жилой  
б) только с алюминиевой токоведущей жилой  
в) с медной и с алюминиевой токоведущей жилой
6. Во взрывоопасной зоне класса В-Iа разрешается применять кабели с:  
а) с свинцовой оболочкой  
б) с алюминиевой оболочкой  
в) с полихлорвиниловой оболочкой  
г) с полиэтиленовой оболочкой
7. Во взрывоопасной зоне класса В-II разрешается применять кабели с:  
а) с свинцовой оболочкой  
б) с алюминиевой оболочкой  
в) с полихлорвиниловой оболочкой  
г) с полиэтиленовой оболочкой
8. В каких классах взрывоопасных зон запрещается открытая прокладка кабелей имеющих горючий покров:

- а) во всех разрешается*
- б) только в классах зон В-I, В-Ia*
- в) во всех запрещается*

9. Во взрывоопасных зонах любого класса запрещается применять провода и кабели:

- а) с резиновой изоляцией*
- б) с полиэтиленовой изоляцией*
- в) с полихлорвиниловой изоляцией*
- г) с бумажной изоляцией*

10. При каких параметрах срабатывает предохранитель:

- а)  $I_p > I_{н.вст}$*
- б)  $I_{н.вст} = I_p$*
- в)  $I_{н.вст} > I_p$*

11. Время перегорания плавкой вставки зависит от:

- а) формы вставки.*
- б) материала вставки*
- в) рабочего тока электроустановки.*

12. Короткое замыкание произошло в эл. двигателе, где раньше срабатывает автоматический воздушный выключатель:

- а) на трансформаторной подстанции города*
- б) на трансформаторной подстанции завода*
- в) перед двигателем*
- г) сразу везде*

13. Расчет сечения проводника для взрывоопасных зон класса В-I, В-Ia, В-II, В-Па осуществляется по:

- а)  $I_{доп} \geq I_{н.дв.}$*
- б)  $I_{доп}^m \geq 1,25 I_{н.дв.}$*
- в)  $I_{доп.} > I_{н.дв.}$*

### **Вопросы для самостоятельного изучения**

Используя материал, изложенный [1] изучить вопрос:

1. Контроль за соблюдением противопожарного состояния электроустановок.
2. Аппараты защиты в электроустановках. Плавкие предохранители. Устройство, принцип действия, основные параметры.
3. Аппараты защиты в электроустановках. Автоматические выключатели (Автоматы). Устройство, принцип действия, основные параметры.
4. Аппараты защиты в электроустановках. Типы плавких предохранителей напряжением до 1000 В. Автоматические выключатели (Автоматы). Типы автома-

тов. Устройство защитного отключения (УЗО). Назначение УЗО. Принцип действия УЗО.

5. Требования пожарной безопасности к УЗО.

6. Пожарная опасность короткого замыкания в электрических сетях.

7. Особенности выбора сечения проводников электросетей, подлежащих обязательной защите от перегрузки.

8. Особенности выбора сечения проводников электросетей, подлежащих обязательной защите от токов короткого замыкания.

9. Противопожарная защита электросетей при монтаже и эксплуатации.

### **Перечень литературы и учебно-методических материалов для самостоятельной подготовки по теме**

#### **а) основная литература**

1. Никифоров А.Л., Животягина С.Н. Учебное пособие «Пожарная безопасность электроустановок: учебное пособие для самостоятельного изучения дисциплины» для обучающихся по специальности 280705 «Пожарная безопасность», направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность» профиль «Пожарная безопасность» – Иваново: ООНИ ЭКО Ивановского института ГПС МЧС России, 2014. – 158 с.

#### **б) дополнительная литература**

2. Назарычев А.Н. Пожарная безопасность электроустановок (лабораторный практикум): учебное пособие А.Н.Назарычев, С.Н. Животягина, А.С. Федоринов.- Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2012.-166с.

3. Анализ обстановки с пожарами на территории Российской Федерации. Департамент надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России, Москва. [www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.gov.ru).

#### **в) нормативная литература**

4. Федеральный закон от 22.07.08 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru)

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 N 390 «О противопожарном режиме»[www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru)

6. СО – 153 - 34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. – М.: Из – во МЭИ, 2004. – 56 с.

7. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. РД 34.21.122 – 87/Минэнэрго СССР. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 56 с.

### Тема 3. Основы электробезопасности

**Цель:** познакомить обучающихся со способами защиты людей от поражения электрическим током, их особенностями. Изучить параметры и основные характеристики, способы расчетов устройств заземлителей.

#### Методические рекомендации по изучению темы

Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции должна быть применена, по крайней мере, одна из следующих защитных мер: заземление, зануление, защитное отключение, разделяющий трансформатор, малое напряжение, двойная изоляция, выравнивание потенциалов. Основными из них являются *заземление, зануление и выравнивание потенциалов*.

*Заземлением* всей установки или ее части называется преднамеренное гальваническое соединение с заземляющим устройством. Совокупность заземлителя и заземляющих проводников называется *заземляющим устройством*.

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электрооборудования, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжения прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус и другими причинами. Это достигается путем уменьшения потенциала заземленного оборудования (уменьшением сопротивления заземлителя), а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором находятся человек и заземленное электрооборудование.

*Занулением* в электроустановках напряжением до 1000 В называется преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в сетях постоянного тока.

Назначение зануления – устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим металлическим нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением относительно земли вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Принцип действия зануления – превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание (то есть замыкание между фазным и нулевым защитным проводниками) с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденную электроустановку от питающей сети.

*Выравнивание потенциала* – метод снижения напряжения прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек. Выравнивание потенциала осуществляется электрическим соединением металлических конструкций, находящихся вблизи электроустановки с ее корпусом, а также формированием зоны растекания путем использования специальных заземляющих устройств.

Заземление или зануление применяют во всех случаях при напряжении 380 В (и выше) переменного и 440 В и выше постоянного тока. В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных, в наружных установках эти защитные меры применяют при напряжениях выше 42 В переменного и 110 В постоянного тока.

Заземлять или занулять необходимо следующие части электроустановок: корпуса трансформаторов; рамы и приводы выключателей и других коммутационных аппаратов; вторичные обмотки измерительных трансформаторов; каркасы распределительных щитов и щитков, пультов и щитов управления, шкафов с электрооборудованием. Съёмные или открывающиеся части щитов и шкафов должны быть занулены отдельным гибким проводником, если на этих частях установлено электрооборудование напряжением выше 42 В переменного или 110 В постоянного тока. Зануляют также металлические оболочки и броню кабелей, проводов, металлические кабельные конструкции и муфты, стальные трубы электропроводки, тросы, на которых подвешены провода, кожухи шинопроводов, коробка и лотки, арматуру железобетонных опор и проволочные оттяжки любых опор, а также все другие металлоконструкции, связанные с установкой электрооборудования.

Значительные токи утечки, а тем более токи замыкания на землю при неблагоприятных условиях (горючая среда, обрыв или отсутствие заземляющих проводников, плохие контакты, искровые промежутки и т.д.) могут быть причиной возникновения пожара и взрыва.

Поэтому защитное заземление или защитное зануление следует рассматривать как одну из мер пожарной безопасности от токов замыкания на землю и коротких замыканий, особенно в пожаро- и взрывоопасных зонах.

Требуемый вариант заземления или зануления определяется по ПУЭ в главе 1.7, а для взрывоопасных зон дополнительные специфические требования к заземляющим устройствам в главе 7.3.

### **Темы докладов и рефератов**

1. Устройство заземлений и занулений.
2. Заземление и зануление электроустановок как устройств электро- и пожарной безопасности.
3. Защитные заземления и зануления во взрывоопасных зонах.
4. Эксплуатация и испытания заземляющих устройств.
5. Конструктивное выполнение заземляющих устройств.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Опасность поражения электрическим током.
2. Сущность защитного заземления и зануления
3. Повышение электробезопасности и пожарной безопасности.
4. Устройство заземлений и занулений.
5. Методика расчёта заземлений и занулений.

6. Проверка соответствия заземлений и занулений требованиям ПУЭ и правилам пожарной безопасности.

**Опорные термины** по теме «Заземление и зануление»:

Заземление, зануление, расчет сопротивления заземлителя, нормативное значение заземляющего устройства.

**Тесты для самоконтроля**

1. Каким видом соединения осуществляется заземление электроустановок с заземляющим устройством?
  - а) *плановым;*
  - б) *преднамеренным;*
  - в) *случайным;*
  - г) *естественным;*
  - д) *обоснованным*
2. Заземляющим устройством называется
  - а) *совокупность заземлителя и заземляющих проводников;*
  - б) *система, включающая в себя заземляемую установку и заземляющий провод;*
  - в) *устройство, объединяющее источник энергии, потребителя энергии и систему защиты от короткого замыкания и сверхтоков.*
3. Заземлителем называется
  - а) *одиночный металлический проводник, находящийся в непосредственном соприкосновении с землей;*
  - б) *группа проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей;*
  - в) *электрический проводник, соединяющий корпус электроустановки с заземляющим устройством*
4. Сопротивление, которое оказывает току грунт, называется
  - а) *сопротивлением растеканию;*
  - б) *сопротивлением заземлителя;*
  - в) *рабочим сопротивлением заземляющего устройства.*
5. Удельное сопротивление грунта зависит от
  - а) *химического строения почвы;*
  - б) *содержания в нем влаги и электролитов;*
  - в) *солнечной активности;*
  - г) *нахождения мощных источников энергии;*
  - д) *температуры.*
6. Что может быть использовано в качестве естественных заземлителей?

- а. металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей;*
  - б) металлические трубы водопровода, проложенные в земле;*
  - в) трубопроводы горючих жидкостей;*
  - г) трубопроводы центрального отопления*
  - д) рельсовые пути магистральных неэлектрифицированных железных дорог;*
  - е) канализационные коммуникации;*
  - ж) свинцовые оболочки бронированных кабелей, проложенных в земле;*
  - з) рельсовые пути электрифицированных железных дорог;*
  - и) алюминиевые оболочки кабелей, проложенных в земле.*
7. Какие требования предъявляются к главной заземляющей шине?
- а) Ее сечение должно быть не менее сечения проводника питающей линии.*
  - б) Она может быть выполнена из проводника любого сечения;*
  - в) Она должна быть выполнена из меди;*
  - г) Она должна быть выполнена стали;*
  - д) Она должна быть выполнена из алюминия*

### **Вопросы для самостоятельного изучения**

Используя материал, изложенный [1] изучить вопросы:

1. Опасность поражения электрическим током.
2. Устройство заземлений и занулений.
3. Заземление и зануление электроустановок.
4. Заземление с изолированной нейтралью.
5. Зануление с глухим заземлением нейтрали.
6. Назначение и виды заземлителей.
7. Заземления и зануления во взрывоопасных зонах.
8. Общие требования эксплуатации заземляющих устройств.
9. Измерение сопротивления заземляющих устройств.

### **Перечень литературы и учебно-методических материалов для самостоятельной подготовки по теме**

#### **Литература**

##### **а) основная литература**

1. Назарычев А.Н. Пожарная безопасность электроустановок / А.Н. Назарычев, С.Н. Животягина, В.А. Грунцев; Под ред. И.А. Малого и А.Н. Назарычева: - Иваново.: Ивановский институт ГПС МЧС России, 2010.- 700с.

##### **б) дополнительная литература**

2. Никифоров А.Л., Животягина С.Н. Учебное пособие «Пожарная безопасность электроустановок: учебное пособие для самостоятельного изучения дисциплины» для обучающихся по специальности 280705 «Пожарная безопасность», направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность» профиль «Пожарная безопасность» –



- Иваново: ООНИ ЭКО Ивановского института ГПС МЧС России, 2014. – 158 с.
3. Назарычев А.Н. Пожарная безопасность электроустановок (лабораторный практикум): учебное пособие А.Н. Назарычев, С.Н. Животягина, А.С. Федоринов.-Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2012.-166с.
  4. Задачник по электротехнике и пожарной безопасности электроустановок: задачник для обучающихся по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза» / К.В. Семенова, С.Н. Ульева, А.Л. Никифоров, А.Г. Азовцев А.Г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018.

в) нормативная литература

5. Федеральный закон от 22.07.08 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Режим доступа: [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru).
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 N 390 «О противопожарном режиме» Режим доступа: [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru).

#### **Тема 4. Молниезащита и защита от статического электричества**

**Цель:** изучить опасность атмосферного электричества, последствия от него, способы и виды защиты оборудования и зданий от атмосферного электричества, нормативное обоснование необходимости устройства молниезащиты.

##### **Методические рекомендации по изучению темы**

**Молния** – электрический разряд в атмосфере длиной в несколько километров, развивающийся между грозовым облаком и землей (сооружением), между разноименно заряженными частями облака.

Опасные воздействия молнии разделяют на две основные группы:

Первичные – вызванные прямым ударом молнии;

Вторичные – индуцированные близкими ее разрядами или занесенные в объект протяженными металлическими коммуникациями.

В результате прямого удара молнии в здания и сооружения возможны: пожары, взрывы, частичное разрушение деревянных, бетонных, кирпичных конструкций, поражения людей и животных.

В результате вторичного проявления: образующиеся искры могут быть причиной взрыва в помещениях с наличием взрывоопасных смесей. Для людей и животных, находящихся на расстоянии 5-10м от места удара молнии в землю возникает опасность шагового напряжения.

Опасность прямого удара и вторичных воздействий молнии для зданий и сооружений и находящихся в них людей или животных определяется, с одной стороны, параметрами разряда молнии, а с другой стороны – технологическими и конструктивными характеристиками объекта (наличием взрыво- или пожароопасных зон, огнестойкостью строительных конструкций, видом вводимых коммуникаций, их расположением внутри объекта).

*I.Прямой удар* молнии вызывает следующие воздействия на объект:

Электрические – поражение людей или животных электрическим током и появлением перенапряжений на пораженных объектах;

Термические – связанные с резким выделением теплоты при прямом контакте канала молнии с содержимым объекта и при протекании через объект тока молнии;

Механические – обусловленные ударной волной, распространяющейся от канала молнии, и электродинамическими силами, действующими на проводники с токами молнии. Механическое разрушение материалов – расщепление древесины, трещины в бетоне, сплющивание тонких металлических трубок)

Защита: установка молниеотвода.

*II.Вторичные проявления* молнии опасно вследствие электростатической и электромагнитной индукции и занос высоких потенциалов.

Электростатическая индукция – наведение потенциалов на наземных предметах в результате воздействия электрического поля грозового облака, создающего опасность искрения между металлическими элементами конструкций и оборудования. Грозовое облако двигаясь над объектом наводит над всеми металлическими конструкциями электрический потенциал до 30-50кВольт.

Защита: Заземление всех металлических конструкций.

Поражение молнией объекта может привести к самым серьезным последствиям: пожару, взрыву, гибели людей и животных, механическим повреждениям элементов объекта. Воздействие импульса электромагнитного поля на системы электропитания, управления, пожарной и охранной сигнализации, телекоммуникации и компьютерные локальные сети, как правило, приводит к повреждению отдельных устройств или линий связи, оборудования, а также к неправильной работе системы.

Тяжесть последствий удара молнии зависит прежде всего от взрыво- или пожароопасности здания или сооружения при термических воздействиях молнии, а так же искрениях и перекрытиях, вызванных другими видами воздействий.

При наличии большого разнообразия технологических условий процессов к молниезащите объектов необходимо применять дифференцированный подход.

В настоящее время в России молниезащита объектов различного назначения осуществляется в соответствии со следующими нормативными документами:

1. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций СО 153-34.21.122-2003.
2. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. РД 34.21.122-87.
3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).
4. Инструкция по устройству сетей заземления и молниезащите. ВНИИПроектэлектромонтаж.
5. Заземление и молниезащита одноэтажных и многоэтажных зданий промышленных предприятий с использованием типовых строительных конструкций в качестве заземляющих устройств и токоотводов. Типовые строительные конструкции и изделия. Серия 5.407-134.

Кроме специальных руководящих документов по вопросам проектирования и устройства молниезащиты, в различные отраслевые нормативные документы внесены разделы по молниезащите. Фактически базовым документом для всех являлся РД 34.21.122-87.

В международной практике в качестве базовых документов по молниезащите зданий и сооружений используются стандарты Международной электротехнической комиссии (МЭК) 61024, 61312, 61662.

### **Классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты по СО 153-34.21.122-2003**

Рассматриваемые объекты могут подразделяться на обычные и специальные. Обычные объекты – жилые и административные строения, а также здания и сооружения высотой не более 60 м, предназначенные для торговли, промышленного производства, сельского хозяйства.

Специальные объекты:

- *Специальные объекты с ограниченной опасностью;*
- *Специальные объекты, представляющие опасность для непосредственного окружения;*
- *Специальные объекты, представляющие опасность для социальной и физической окружающей среды* (объекты, которые при поражении молнией могут вызывать вредные биологические, химические и радиоактивные выбросы);
- *прочие объекты, для которых может предусматриваться специальная молниезащита, например строения высотой более 60 м, игровые площадки, временные сооружения, строящиеся объекты.*

### **Классификация зданий и сооружений по РД 34.21.122-87**

Тяжесть последствий удара молнии зависит прежде всего от взрыво- или пожароопасности здания или сооружения при термических воздействиях молнии, а также искрениях и перекрытиях, вызванных другими видами воздействий. По этому здания и сооружения подразделяются на три категории по тяжести возможных последствий поражений молнии.

К I категории относятся производственные здания с взрывоопасными зонами класса В-I и В-II. (газы, пары, пыли, волокна)

Защиту от прямых ударов и от вторичных воздействий необходимо выполнять на всей территории России.

*Любое поражение молнией, вызывая взрыв, создает повышенную опасность разрушений и жертв, не только для данного объектов, но и для близ расположенных.*

Во II категорию попадают здания с взрывоопасными зонами класса В-Iа, В-Iб, В-Iг, В-IIа.

К III категории относятся: все оставшиеся объекты.

Их защищают от прямых ударов и от вторичных воздействий на территории России со средней грозовой деятельностью 20 часов и более в год.

Степень поражения молнией здания определяется вероятностью.

Зона А – вероятность защиты объекта – 99,5%  
(Из 100 ударов -1 в 1км<sup>2</sup>.) (В 300-500 лет- 1 раз.)

Зона Б –вероятность защиты -95%  
(из 100 -05 ударов в 1 км<sup>2</sup>)

Средством защиты от прямых ударов молнии служит молниеотвод – устройство, рассчитанное на непосредственный контакт с каналом молнии и отводящее ее ток в землю.

Молниезащита от прямых ударов молнии выполняется с помощью - молниеотводов.

Молниеотвод состоит из следующих элементов: молниеприемника, опоры, токоотвода и заземлителя.

По типу конструкции молниеотводы бывают: стержневые, тросовые и в виде сетки.

По количеству молниеотводы бывают: одиночные, двойные и многократные.

Молниеотводы в виде сетки рациональны лишь на зданиях с горизонтальными крышами, где равновероятно поражение молнией любого участка.

**Молниеприемник** – предназначен для прямого восприятия молнии.

Молниеприемники стержневых молниеотводов изготавливают из стали сечением не менее  $100 \text{ мм}^2$  и длиной не менее 200 мм. Их защищают от коррозии оцинкованием и окраской. Молниеприемниками могут быть: дымовые, выхлопные трубы, кровля, сетка и др. конструкции.

**Токоотвод** - служит для соединения молниеприемника с заземлителем..

Токоотводы изготавливают из стали различного профиля, но соответствующим сечением. Соединения токоотвода с молниеприемником и заземлителем должны быть сварными (болтовые допускаются для зданий III категории)

**Опоры** - служат для крепления всех других элементов молниеотвода. (в качестве опор могут использоваться здания, сооружения, деревья)

**Заземлитель** – служит для отвода тока молнии в землю. Конструкции заземлителей выбирают в зависимости от требуемого импульсного сопротивления грунта и удобства ведения работ по их укладке.

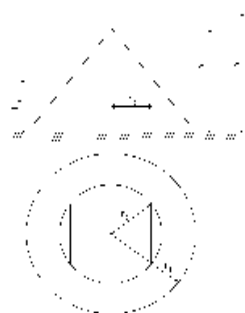
### Зоны защиты молниеотводов

Методика расчетов молниезащиты производится на основании «Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87»

Защитные свойства молниеотводов характеризуются зоной защиты.

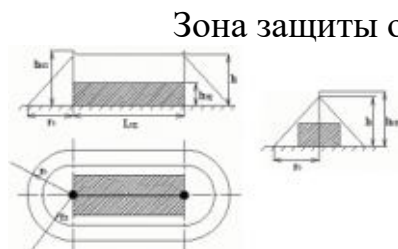
Зона защиты – это часть пространства примыкающая к молниеотводу, внутри которого здание, сооружение защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности.

Зона защиты зависит от их типа, количества, высоты и взаимного расположения молниеотводов. Здание считается защищенным от прямых ударов молнии, если все его элементы находятся внутри зоны защиты.



Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода – представляет собой конус. Вершина конуса находится на высоте  $h_0 < h$

На уровне земли зона защиты образует круг с радиусом  $r_0$ . Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого здания  $h_x$  представляет собой круг с радиусом  $r_x$ .



Зона защиты одиночного тросового молниеотвода –

где  $h$  – высота троса в точке наибольшего провеса;  
 $h_{оп}$  – высота опор;  
 $r_x$  – радиус зоны защиты на высоте  $h_x$ ;  
 $a$  – расстояние между опорами(стойками).

### Защита взрывоопасных производств от разрядов статического электричества

Ряд производственных процессов с участием твердых, жидких или газообразных диэлектрических сред сопровождается статической электризацией, т.е.

возникновением и разделением положительных и отрицательных зарядов. Иногда эти заряды быстро стекают в землю, рассеиваются или нейтрализуются. В других случаях они накапливаются и создают поле с высокой электрической напряженностью, обуславливающее электрические разряды (пробой воздуха или среды). В производствах, связанных с применением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, газов с наличием горючих пылей и волокон, искровые разряды статического электричества могут вызвать взрыв и пожар. В некоторых случаях статическое электричество приводит к браку продукции, препятствует увеличению скорости работы машин и аппаратов и, следовательно, повышению производительности труда. При определенных условиях разряды статического электричества причиняют травмы обслуживающему персоналу.

Согласно действующим правилам, защита от разрядов статического электричества должна осуществляться во взрыво- и пожароопасных производствах с наличием зон классов В-I, В-Ia, В-II, В-IIa, II-I и II-II, в которых применяются и вырабатываются вещества с удельным объемным электрическим сопротивлением, превышающим  $10^5$  Ом·м. В остальных случаях защита осуществляется лишь тогда, когда статическое электричество представляет опасность для обслуживающего персонала, отрицательно влияет на технологический процесс или качество продукции. Основными способами устранения опасности от статического электричества (в соответствии со степенью эффективности и частотой применения) являются:

заземление оборудования, коммуникаций, аппаратов и сосудов, а также обеспечение постоянного электрического контакта с заземлением тела человека;

уменьшение удельного объемного и поверхностного электрического сопротивления путем повышения влажности воздуха или применения антистатических примесей;

ионизация воздуха или среды, в частности, внутри аппарата, сосуда и т.д.

### **Темы для докладов и рефератов**

1. Конструктивное выполнение молниеотводов.
2. Молниезащита взрывоопасных наружных технологических установок и открытых складов.
3. Испытания и приёмка в эксплуатацию устройств молниезащиты.
4. Контроль состояния и обслуживания устройств молниезащиты.
5. Измерение параметров статического электричества.
6. Приборы для измерения и нейтрализации зарядов статического электричества.
7. Техничко-экономическая эффективность решений противопожарной защиты электроустановок, молниезащиты и защиты от статического электричества.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Краткие сведения о разрядах молнии;
2. Параметры молнии;
3. Опасные воздействия молнии, пожаро – взрывоопасность молнии;

4. Классификация зданий и сооружений по молниезащите;
5. Средства и способы молниезащиты;
6. Защитное действие и зоны защиты молниеотводов;
7. Конструкции молниеотводов, исполнение их отдельных элементов;
8. Нормативные документы регламентирующие устройство молниезащиты;
9. Статическое электричество: места и причины образования, пожарная опасность;
10. Способы борьбы с накоплением зарядов статического электричества. Нормативные документы их регламентирующие.

**Опорные термины** по теме «Типы взрывов, классификация взрывов»: молниеотвод, молниезащита, зона защиты, категория молниезащиты.

### **Тесты для самоконтроля**

1. Определить категорию молниезащиты для зданий относящихся по ПУЭ к зоне класса В- I согласно РД 34.21.122-87 :
  - а) I*
  - б) II*
  - в) III*
  - г) IV*
  - д) V*
2. Определить категорию молниезащиты для насосной станции по перекачке растворителя Р646 согласно РД 34.21.122-87:
  - а) I*
  - б) II*
  - в) III*
  - г) IV*
  - д) V*
3. Определить категорию молниезащиты для помещения класса зоны В-II согласно РД 34.21.122-87:
  - а) I*
  - б) II*
  - в) III*
  - г) IV*
  - д) V*
4. Определить категорию молниезащиты для помещения класса зоны В-IIа согласно РД 34.21.122-87:
  - а) I*
  - б) II*
  - в) III*
  - г) IV*

д) V

5. Определить категорию молниезащиты для помещения класса зоны В-I согласно РД 34.21.122-87:

а) I

б) II

в) III

г) IV

д) V

6. Определить категорию молниезащиты для помещения класса зоны В-Ia согласно РД 34.21.122-87:

а) I

б) II

в) III

г) IV

д) V

7. Определить категорию молниезащиты для помещения класса зоны В-Iб согласно РД 34.21.122-87:

а) I

б) II

в) III

г) IV

д) V

8. Определить категорию молниезащиты для помещения класса зоны В-Iг согласно РД 34.21.122-87:

а) I

б) II

в) III

г) IV

д) V

9. Определить категорию молниезащиты для цеха химического завода по переработке фурана (процесс герметичен) согласно РД 34.21.122-87:

а) I

б) II

в) III

г) IV

д) V

10. Определить категорию молниезащиты для помещения аммиачного компрессора согласно РД 34.21.122-87:

а) I



- б) II*
- в) III*
- г) IV*
- д) V*

11. Определить категорию молниезащиты для цеха по обезжириванию металлических изделий согласно РД 34.21.122-87:

- а) I*
- б) II*
- в) III*
- г) IV*
- д) V*

12. Определить категорию молниезащиты для закрытой галереи транспортировки угольной пыли на ТЭЦ согласно РД 34.21.122-87:

- а) I*
- б) II*
- в) III*
- г) IV*
- д) V*

13. Определить категорию молниезащиты для резервуарного парка хранения бензина согласно РД 34.21.122-87:

- а) I*
- б) II*
- в) III*
- г) IV*
- д) V*

14. Определить категорию молниезащиты для автозаправочной станции согласно РД 34.21.122-87:

- а) I*
- б) II*
- в) III*
- г) IV*
- д) V*

15. Определить категорию молниезащиты для здания вычислительного центра согласно РД 34.21.122-87:

- а) I*
- б) II*
- в) III*
- г) IV*
- д) V*

16. Определить категорию молниезащиты для дошкольных учреждений согласно РД 34.21.122-87:

- а) I*
- б) II*
- в) III*
- г) IV*
- д) V*

17. К какому классу относятся электростанции согласно СО 153-34.21.122-2003:

- а) обычный*
- б) специальный с ограниченной опасностью*
- в) специальный, представляющий опасность для непосредственного окружения*
- г) специальный, опасный для экологии*
- д) прочие*

18. Классифицируйте объект - спортивную площадку подлежащий молниезащите согласно СО 153-34.21.122-2003:

- а) обычный*
- б) специальный с ограниченной опасностью*
- в) специальный, представляющий опасность для непосредственного окружения*
- г) прочие*

19. Классифицируйте объект – жилой дом подлежащий молниезащите согласно СО 153-34.21.122-2003:

- а) обычный*
- б) специальный с ограниченной опасностью*
- в) специальный, представляющий опасность для непосредственного окружения*
- г) прочие*

### **Вопросы для самостоятельного изучения**

Используя материал, изложенный [1] изучить вопрос:

1. Молния, термины и определения. Пожаро- взрывоопасность воздействия молнии.
2. Прямой удар молнии и его пожарная опасность.
3. Вторичные воздействия молнии и их пожарная опасность.
4. Категории молниезащиты. РД 34.21.122 – 87.
5. Конструктивное выполнение молниезащиты.
6. Требования к эксплуатации устройств молниезащиты.
7. Статическое электричество и его пожарная опасность.
8. Способы устранения статического электричества. Заземление.
9. Способы устранения статического электричества. Уменьшение объёмного удельного электросопротивления.
10. Способы устранения статического электричества. Уменьшение поверхностного удельного электросопротивления.

11. Требования к эксплуатации устройств защиты от разрядов статического электричества.

**Перечень литературы и учебно-методических материалов  
для самостоятельной подготовки по теме  
Литература**

а) основная литература

1. Назарычев А.Н. Пожарная безопасность электроустановок / А.Н. Назарычев, С.Н. Животягина, В.А. Грунцев; Под ред. И.А. Малого и А.Н. Назарычева: - Иваново.: Ивановский институт ГПС МЧС России, 2010.-700с.

б) дополнительная литература

2. Никифоров А.Л., Животягина С.Н. Учебное пособие «Пожарная безопасность электроустановок: учебное пособие для самостоятельного изучения дисциплины» для обучающихся по специальности 280705 «Пожарная безопасность», направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность» профиль «Пожарная безопасность» – Иваново: ООНИ ЭКО Ивановского института ГПС МЧС России, 2014. – 158 с.

3. Назарычев А.Н. Пожарная безопасность электроустановок (лабораторный практикум): учебное пособие А.Н. Назарычев, С.Н. Животягина, А.С. Федоринов.-Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2012.-166с.

4. Задачник по электротехнике и пожарной безопасности электроустановок: задачник для обучающихся по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза / К.В. Семенова, С.Н. Ульева, А.Л. Никифоров, А.Г. Азовцев А.Г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018.

в) нормативная литература

5. Федеральный закон от 22.07.08 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Режим доступа: [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru).

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 N 390 «О противопожарном режиме» Режим доступа: [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru).

6. Правила устройства электроустановок.-6 и 7 издание. [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

7. СО – 153 - 34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

8. РД 34.21.122 – 87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

## ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Умение работать с литературой — очень нужное качество. Вам оно потребуется не только в процессе учебы ВУЗе, но и на протяжении всей Вашей практической деятельности.

Наиболее предпочтительна по темная последовательность в работе с литературой. Ее можно представить в виде следующего примерного алгоритма:

- изучение конспекта лекций;
- изучение основной учебной литературы;
- проработка дополнительной (учебной и научной) литературы.

В ходе чтения очень полезно, хотя и не обязательно, делать краткие конспекты прочитанного, выписки, заметки, выделять неясные, сложные для восприятия вопросы. В целях прояснения последних нужно обращаться к преподавателю. По завершении изучения рекомендуемой литературы полезно проверить уровень своих знаний с помощью контрольных вопросов и тестов для самопроверки.

Настоятельно рекомендуется избегать механического заучивания учебного материала. Практика убедительно показывает: самым эффективным способом является не "зубрежка", а глубокое, творческое, самостоятельное проникновение в сущность изучаемых вопросов. Важно с самого начала изучения учебного материала дисциплины развивать понимание физической сущности явлений, их взаимосвязи, представлять, где эти явления встречаются в практике.

Необходимо вести систематическую каждодневную работу над литературными источниками. Объем информации по курсу настолько обширен, что им не удастся овладеть в "последние дни" перед сессией, как на это иногда рассчитывают некоторые учащиеся.

Следует воспитывать в себе установку на прочность, долговременность усвоения знаний по курсу. Надо помнить, что они потребуются не только и не столько в ходе изучения данной дисциплины, но — что особенно важно — в последующей профессиональной деятельности.

При работе с учебной и научной литературой принципиально важно принимать во внимание момент развития. Курс "Пожарная безопасность электроустановок", как и большинство других дисциплин, не является и не может являться набором неких раз и навсегда установленных истин в последней инстанции. Наоборот, он постоянно развивается и совершенствуется. В нем идет диалектический процесс отмирания устаревшего и возникновения новых идей, взглядов, теорий. В условиях ускоряющегося старения информации учебные и научные издания, далеко не всегда могут поспевать за новыми явлениями и тенденциями, порождаемыми процессом инновации. Учебную литературу невозможно, даже по чисто техническим причинам, не говоря уже о других, ежегодно обновлять и переиздавать. В связи с этим в литературе по курсу обучающимся могут встречаться положения, которые уже не вполне отвечают новым тенденциям развития. В таких случаях следует, проявляя нужную критичность мысли, опираться не на устаревшие идеи того или другого издания, как бы авторитетно оно ни было, а на нормы, вытекающие из современных изданий, имеющих отношение к изучаемому вопросу.

Наконец, обучающийся обязан знать не только литературу, рекомендуемую в данном пособии, но и новые, существенно важные издания по курсу, вышедшие в свет после его публикации.

### **ПРАВИЛА РАЦИОНАЛЬНОГО ЗАПОМИНАНИЯ**

У нашей памяти есть свойство: созданные ассоциации самопроизвольно разрушаются примерно через 40 - 60 минут, если их не закрепить повторением. Точно доказано: чтобы запомнить как следует, нужно повторять с достаточно большими интервалами. Вот алгоритм, который позволит задержать в голове максимум знаний:

#### ***Если надо запомнить текст:***

- первый раз мысленно повторите новую информацию сразу после запоминания;
- второй раз – через 15-20 минут;
- третий раз – через 6-8 часов (обязательно в тот же день);
- четвертый раз – на следующий день;

#### ***Если надо запомнить точную информацию (например, формулы):***

- второе повторение – через 40-60 минут;
- третье повторение – через 3-4 часа (в день запоминания);
- четвертое повторение – в течение следующего дня

### **Законы памяти**

**Закон 1 - осмысления.** Чем глубже осмысление запоминаемого, тем лучше (прочнее, легче, подробнее) оно сохраняется в памяти. Пользоваться этим законом - значит максимально приблизить процессы восприятия, запоминания к процессу мышления. Выработайте привычку, читая, выделять смысловые опорные пункты - неделимые, законченные "единицы смысла". При этом на полях можно отмечать: вот первая мысль, вот вторая, вот третья. Можно придумывать каждой мысли названия, привязывать к ним зримые образы, связывать их между собой. Этих «единиц смыслов» может оказаться совсем немного, но они помогут понять и запомнить главное.

**Закон 2 - интереса.** Легко запоминается интересное. Основа формирования интереса - цель. Когда мы видим: это может понадобиться для будущей работы, становится интересно. Мысль в тексте связывается с конкретной практической необходимостью и таким образом - часто без специальных усилий запоминается.

**Закон 3 - объема знаний.** Чем больше знаний по определенной теме, тем лучше запоминается все новое. Перед чтением вспомните все, что уже известно по данной теме может быть, нужно не просто вспомнить, но и более активно "приподнять" запертые в глубинах памяти знания.

Если Вы хотите запомнить что-то совершенно новое, учтите, что при единовременном восприятии память способна удержать в среднем 7 объектов (от 5 до 9). Безразлично, будут ли это отдельные слова, предметы или мысли. Кладите на стол 1, 2, 3 и т. д. различных предметов и запоминайте каждый набор. Где-то после 7 при воспроизведении некоторые предметы начнут "выпадать". А далее Вы вынуждены будете группировать их. То есть, устанавливая связи внутри запоминаемого материала, Вы так или иначе начнете осмысливать его.

**Закон 4 - готовности к запоминанию.** Давно известно, что готовность к выполнению определенного действия (установка) предопределяет восприятие. На восприятие какого материала Вы настроились, что приготовились увидеть в тексте, то и увидите. Допустим, Вам надо ознакомиться с описанием некоторого технического устройства. Вы должны быть готовы к тому, что в описании встретятся: название устройства, область его применения, принцип действия, техническая и экономическая эффективность, рабочие параметры и т. п. На получение такой информации Вы настраиваетесь - такую и получите из текста.

То же самое относится к установке на время. Опыты показывают следующее. Два человека запоминают одну и ту же информацию в течение одного и того же промежутка времени. Но один - с установкой запомнить надолго, а второй - только на короткое время. При проверке - не только по прошествии длительного времени, но и сразу после запоминания - оказывается, что первый показывает лучшие результаты.

**Закон 5 - одновременных впечатлений.** Он основан на следующем: если Вам трудно вспомнить что-либо, надо вызвать в памяти максимум одновременных (смежных) впечатлений.

**Закон 6 - последовательных впечатлений.** Если Вы должны запомнить что-то целиком и близко к тексту, никогда не учите частями - только все вместе. Заучивание кусками - побочный способ запоминания. В погоне за быстрым результатом (как хочется скорее увидеть хотя бы часть уже сделанной работы!) мы повторяем несколько раз один кусок, пока не запомнится, - за ним следующий и т. д. В результате конец каждого куска - по закону последовательных впечатлений - связывается не с началом следующего, а с началом его же самого. И при воспроизведении происходит то же самое.

**Закон 7 - усиления первоначального впечатления.** Чем сильнее первое впечатление от запоминаемого, чем ярче образ, чем больше каналов, по которым идет информация, тем запоминание прочнее. Отсюда задача - всеми средствами усиливать первоначальное впечатление от запоминаемого. Существует два способа усиления первоначального впечатления: рациональный и эмоциональный. При рациональном старайтесь направлять информацию по нескольким каналам: записать то, что надо запомнить, нарисовать, проговорить, пропеть и т. п. Очень полезно обсудить, "проспорить" запоминание, особенно с лицом, придерживающимся противоположного мнения.

**Закон 8 - торможения.** Всякое последующее запоминание тормозит предыдущее. Лучший способ забыть только что заученное - сразу вслед за этим постараться запомнить сходный материал. Любая информация - чтобы быть запомненной - должна "отстояться".

Из законов памяти вытекают **три основных способа запоминания.**

**Рациональный** - основан на установлении логических, смысловых связей внутри запоминаемого материала, а также между ним и уже накопленными знаниями. Это наиболее эффективный способ.

**Механический** - его мы называем "зубрежкой". Он самый неэффективный, но, бывает, становится необходимым. Ориентируйтесь здесь на законы повторения и усиления первоначального впечатления.

***Мнемо технический*** - способ опосредованного запоминания. То, что необходимо запомнить, по определенным правилам или ассоциативно переводится в другую знаковую систему, в иные образы, которые запоминаются легче.

### **ЗАПОМНИТЕ!**

- Печаль, раздражение, неуверенность, страх - враги нам
- Не проработав как следует одного материала, не переходите к следующему, так как в Вашей нервной системе возникает своего рода процесс торможения и одни следы парализуют другие.

Не заставляйте себя работать, когда мозг утомлен - такое состояние мозга влечет тупое усвоение и, следовательно, неотчетливое припоминание. Лучше поработать два часа на свежую голову, чем восемь в состоянии утомления.

## ЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Приступая к решению задачи, каждый человек воспринимает и обрабатывает в своем сознании информацию, заложенную в условии задачи. Для оптимального выполнения этой деятельности рекомендуем ряд приемов.

- a. При прочтении задачи необходимо определить тему, на материале которой построено условие задачи. Это может быть не только материал, включенный, по существу, в вопрос задачи, но и скрытый в ее условии, то есть требующий дополнительных знаний уже пройденного ранее материала (что чаще всего и бывает). Таким образом, этим вы отвечаете на вопрос, какие знания потребуются для решения задачи.
- b. Содержанием следующего этапа деятельности является выделение конкретных формул, из которых можно найти искомую величину. Далее следует определить, какие величины в конечной формуле оказываются неизвестными, и записать выражения, из которых они могут быть найдены.
- c. Далее определяют, какие данные необходимо найти в справочниках, при необходимости привести размерность этих величин к используемым в расчетных формулах.
- d. Затем приступайте к численному решению задачи и после получения ответа посмотрите по справочнику примерные значения искомой величины. Если порядок и размерность величины совпадают, то можно считать решение правильным, если нет, то необходимо искать ошибку в расчетах.
- e. Запишите развернутый ответ.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ И ЗАЧЕТУ

Психолог советует: не бойтесь приближения экзамена. Рассматривайте экзамен как возможность показать обширность своих знаний и получить вознаграждение за проделанную работу. Отведите себе время с запасом, особенно для дел, которые надо выполнить перед экзаменом, и приходите на экзамен незадолго до его начала. Не старайтесь повторить весь материал в последнюю минуту.

Универсальных методов для подготовки к экзамену/зачету не существует, поэтому важно выбрать наиболее приемлемый для Вас. Приведенные ниже правила можно рассматривать в качестве общего руководства.

2. Предусмотрите как можно больше времени для подготовки. Если Вы оставляете основную работу на последний момент, это снижает Ваши шансы на успех. Развивается состояние стресса, снижается способность к концентрации.
3. Составьте расписание занятий. Спланировать подготовку к экзаменам нужно за несколько недель до их начала (лучше всего - в начале семестра). Твердо следуйте намеченному плану.
4. Отдыхайте. Усердная подготовка – очень тяжелая работа. Важно время от времени давать себе возможность расслабиться. Предусмотрите в своем расписании время на отдых.
5. Делайте перерывы. После часа занятий сделайте 15 -20-минутный перерыв и с новыми силами возвращайтесь к продуктивной работе.



6. Контролируйте степень готовности. Используйте список вопросов к экзамену, чтобы отслеживать степень усвоения материала. Отмечайте уже проработанные вопросы. Сконцентрируйте свое внимание на тех вопросах, которые Вы знаете хуже.
7. Делайте краткие записи. Часто подготовка оказывается не очень эффективной, если Вы просто читаете материал. Делайте краткие записи, отмечая ключевые мысли. Старайтесь не просто запомнить факты, а понять стоящие за ними идеи.
8. Тренируйтесь отвечать на вопросы. Проработав каждую тему, попробуйте ответить на проверочные вопросы. Некоторые из них приведены в разделе «Контрольные вопросы» после каждой темы. Вначале Вам, возможно, потребуется заглядывать в книгу или конспект, но к концу подготовки Вы сможете отвечать на вопросы самостоятельно, как на экзамене. Старайтесь проговаривать ответы на вопросы вслух, это способствует более глубокому усвоению материала и является хорошей тренировкой перед экзаменом.

#### Критерии оценки устного ответа

1. Соответствие ответа поставленному вопросу.
2. Полнота ответа, глубина знаний.
3. Владение терминологией, отчетливость и точность формулировки понятий.
4. Логичность изложения материала.
5. Аргументированность ответа (присутствие и доказательность примеров).
6. Использование знаний из других учебных дисциплин и дополнительного материала.
7. Культура речи.
8. Правильность решения и оформления задачи.

Оценка за устный ответ на экзамене выставляется в следующем порядке:

«Отлично» - если обучаемый глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает с задачами и деятельностью МЧС, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать материал, не допускает ошибок;

«Хорошо» - если обучаемый твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий;

«Удовлетворительно» - если обучаемый усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не совсем правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий;

«Неудовлетворительно» - если обучаемый не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большим затруднением выполняет практические задания, задачи.

**Словарь терминов**  
**по дисциплине «Электротехника и пожарная безопасность электроустано-  
вок»**  
**Приложения**

**Приложение 1.**

**Основные термины и определения в области пожарной безопасности элект-  
роустановок**

Блокировка электротех- нического изделия (устройства)	Часть электротехнического изделия (устройства), предназначенная для предотвращения или ограничения выполнения операций одними частями изделия при определенных состояниях или положениях других частей изделия в целях предупреждения возникновения в нем недопустимых состояний или исключения доступа к его частям, находящимся под напряжением
Взрывозащищенное электротехническое из- делие (электротехниче- ское устройство, элек- трооборудование)	Электротехническое изделие (электротехническое устройство, электрообо- рудование) специального назначения, которое выполнено таким образом, что устранена или затруднена возможность воспламенения окружающей его взрывоопасной среды вследствие эксплуатации этого изделия
Воздушная линия элек- тропередачи	Устройство для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным с помощью изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т.п.). За начало и конец воздушной линии электропередачи принимаются линейные порталы или линейные вводы распределительного устройства (РУ), а для ответвлений - ответвительная опора и линейный портал или линейный ввод РУ
Вторичные цепи элек- тропередачи	Совокупность рядов зажимов, электрических проводов и кабелей, соеди- няющих приборы и устройства управления электроавтоматики, блокиров- ки, измерения, защиты и сигнализации
Испытательное напря- жение промышленной частоты	Действующее значение напряжения переменного тока 50 Гц, которое должна выдерживать в течение заданного времени внутренняя и/или внеш- няя изоляция электрооборудования при определенных условиях испытания
Испытательное выпрям- ленное напряжение	Амплитудное значение напряжения, прикладываемого к электрооборудо- ванию в течение заданного времени при определенных условиях испыта- ния
Кабельная линия элек- тропередачи	Линия для передачи электроэнергии или отдельных импульсов ее, состоя- щая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями, а для маслонаполненных кабельных линий, кроме того, с подпитывающими аппаратами и системой сигнализации давления масла
Комплектная трансфор- маторная (преобразова- тельная) подстанция	Подстанция, состоящая из трансформаторов (преобразователей) и блоков (КРУ или КРУН и других элементов), поставляемых в собранном или пол- ностью подготовленном для сборки виде. Комплектные трансформаторные (преобразовательные) подстанции (КТП, КПП) или части их, устанавлива- емые в закрытом помещении, относятся к внутренним установкам, уста- навливаемые на открытом воздухе, - к наружным установкам

Комплектное распределительное устройство	Распределительное устройство, состоящее из полностью или частично закрытых шкафов или блоков со встроенными в них коммутационными аппаратами, оборудованием, устройствами защиты и автоматики, поставляемое в собранном или полностью подготовленном для сборки виде. Комплектное распределительное устройство (КРУ) предназначено для внутренней установки. Комплектное распределительное устройство (КРУН) предназначено для наружной установки
Линия электропередачи	Электрическая линия, выходящая за пределы электростанции или подстанции и предназначенная для передачи электрической энергии
Меры пожарной безопасности	Действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности.
Нейтраль	Общая точка соединенных в звезду обмоток (элементов) электрооборудования
Нарушение требований пожарной безопасности	Невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности.
Опасный фактор пожара	Фактор пожара, воздействие которого на людей и/или материальные ценности может приводить к ущербу
Огнезащищенное изделие (материал, конструкция)	Изделие (материал, конструкция), пониженная пожарная опасность которого является результатом огнезащиты
Огнепреграждающая способность	Способность препятствовать распространению горения
Огнезащита	Снижение пожарной опасности материалов и конструкций путем специальной обработки
Пожар	Неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.
Правила пожарной безопасности	Комплекс положений, устанавливающих порядок соблюдения требований и норм пожарной безопасности при строительстве и эксплуатации объекта
Противопожарный режим	Правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания помещений (территории), обеспечивающие предупреждение нарушений требований пожарной безопасности и тушения пожаров.
Пожарная профилактика	Комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара
Показатель пожарной опасности (показатель пожароопасности)	Величина, количественно характеризующая какое-либо свойство пожарной опасности
Принципиальная электрическая схема электростанции (подстанции)	Схема, отображающая состав оборудования и его связи, дающая представление о принципе работы электрической части электростанции (подстанции)
Приемник электриче-	Аппарат, агрегат, механизм, предназначенный для преобразования элек-

ской энергии (электроприемник)	трической энергии в другой вид энергии
Противопожарное состояние объекта	Состояние объекта, характеризующееся числом пожаров и ущербом от них, числом загораний, а также травм, отравлений и погибших людей, уровнем реализации требований пожарной безопасности, уровнем боеготовности пожарных подразделений и добровольных формирований, а также противопожарной агитации и пропаганды
Противодымная защита	Комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей дыма, повышенной температуры и токсичных продуктов горения
Пожарная охрана	Совокупность созданных в установленном порядке органов управления, сил и средств, в том числе противопожарных формирований, предназначенных для организации предупреждения пожаров и их тушения, проведения связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ.
Пожарный надзор	Функция пожарной охраны, состоящая в осуществлении контроля за выполнением мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности объектов и повышение эффективности борьбы с пожарами
Система предотвращения пожара	Комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение условий возникновения пожара
Система обеспечения пожарной безопасности	Совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами.
Система противопожарной защиты	Совокупность организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него
Система сборных шин	Комплект элементов, связывающих присоединения электрического распределительного устройства
Силовая электрическая цепь	Электрическая цепь, содержащая элементы, функциональное назначение которых состоит в производстве или передаче основной части электрической энергии, ее распределении, преобразовании в другой вид энергии или в электрическую энергию с другими значениями параметров
Сеть оперативного тока	Электрическая сеть переменного или постоянного тока, предназначенная для передачи и распределения электрической энергии, используемой в цепях управления, автоматики, защиты и сигнализации электростанции (подстанции)
Токопровод	Устройство, выполненное в виде шин или проводов с изоляторами и поддерживающими конструкциями, предназначенное для передачи и распределения электрической энергии в пределах электростанции, подстанции или цеха
Трансформаторная подстанция	Электрическая подстанция, предназначенная для преобразования электрической энергии одного напряжения в электрическую энергию другого напряжения с помощью трансформаторов
Требования пожарной безопасности	Специальные условия социального и/или технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным

Электрооборудование	государственным органом. Совокупность электрических устройств, объединенных общими признаками. Признаками объединения в зависимости от задач могут быть: назначения, например, технологическое; условия применения, например, в тропиках; принадлежность объекту, например, станку, цеху
Электроустановка	Совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии
Электроустановка действующая	Электроустановка или ее часть, которая находится под напряжением, либо на которую напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов
Электрооборудование с нормальной изоляцией	Электрооборудование, предназначенное для применения в электроустановках, подверженных действию грозовых перенапряжений, при обычных мерах защиты от перенапряжений
Электрооборудование с облегченной изоляцией	Электрооборудование, предназначенное для применения в электроустановках, не подверженных действию грозовых перенапряжений, или при специальных мерах защиты, ограничивающих амплитуду грозовых перенапряжений
Электростанция	Электроустановка, предназначенная для производства электрической или электрической и тепловой энергии, состоящая из строительной части, оборудования для преобразования различных видов энергии в электрическую или электрическую и тепловую, вспомогательного оборудования и электрических распределительных устройств
Электрическая подстанция	Электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электрической энергии
Электрическая сеть	Совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории
Электрическое распределительное устройство	Электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы
Электропроводка	Совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, установочными и защитными деталями, проложенных по поверхности или внутри конструктивных строительных элементов зданий и сооружений