

**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  
«Пожарная безопасность  
электроустановок»**

(специальность 20.05.01 «Пожарная безопасность»)

**Иваново**

**Ульева С.Н., Семенова К.В.**

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Пожарная безопасность электроустановок» по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – 66с.

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.

## ВВЕДЕНИЕ

Цель изучения дисциплины состоит в формировании теоретических представлений о методах обеспечения пожарной безопасности электроустановок, устройствах и принципах работы аппаратов защиты, особенностях 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.

Объектами профессиональной деятельности обучающихся, освоивших дисциплину «Пожарная безопасность электроустановок», являются:

- общие принципы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты;
- системы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты.

При изучении дисциплины планируется проведение лекций, практических занятий и лабораторных работ. Основное учебное время отводится на проведение практических и лабораторных занятий.

## ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Умение работать с литературой – необходимое 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.

Кроме основной и дополнительной литературы, приведенной ниже, при изучении дисциплины рекомендуется использовать информационные письма, научные издания, сборники публикаций научных конференций и др.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### 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 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.

### б) дополнительная литература

1. Черкасов В.Н. Обеспечение пожарной безопасности электроустановок: учебное пособие / В.Н. Черкасов, В.И. Зыков.-М. ООО «Изд-во Пожнаука», 2010.-406с.
2. 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. 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. 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. Таджибаев. - СПб. «Северная звезда», 2011.-188с.
4. 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.

### в) нормативная литература

5. Федеральный закон от 22.07.08 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [www.garant.ru](http://www.garant.ru)
6. 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)
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 №390 «О противопожарном режиме» [www.garant.ru](http://www.garant.ru)
8. ГОСТ 12.1.018-93. «ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования». [www.gost.ru](http://www.gost.ru)
9. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.-2003. [www.garant.ru](http://www.garant.ru)
10. СО – 153 - 34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. [www.garant.ru](http://www.garant.ru)
11. РД 34.21.122 – 87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

г) базы данных, информационно-программное обеспечение дисциплины, поисковые системы и пр.

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

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

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

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

16. Единая ведомственная электронная библиотека МЧС России сеть Интранет по адресу: 10.46.0.45.

17. Электронная библиотека «MCHSbooks». Свидетельство о регистрации СМИ от 02.02.2016г. Эл № ФС77-64782.

18. Ведомственная электронная библиотека МЧС России. Договор от 22.08.2014 г. № 0372100009514000087-0003177-01 СПбУ ГПС МЧС России.

19. НП «Инновационно-образовательный центр». Техническая поддержка АБИС «ИРБИС» Договор от 18.02.2016 № 261с/46.

20. Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 20.02.2017 №1/101/НЭБ/1999

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

**Цель:** познакомить обучающихся с основными причинами пожаров, показать данные по особо частым причинам пожаров от электроустановок и их проявлениям.

#### **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).
3. Общие сведения о Правилах устройства электроустановок (ПУЭ), ГОСТах и ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» регламентирующих требования пожарной безопасности электрических изделий и электроустановок.
4. Классификация взрывоопасных смесей. Нормативное обоснование технологической среды производства и зон по ПУЭ.
5. Электрооборудование и окружающая среда. Опасность взаимодействия окружающей среды и электрооборудования.
6. Электрооборудование общего назначения.
7. Взрывозащищённое электрооборудование.
8. Методика определения характеристики технологических сред производства, обоснование взрывоопасных и пожароопасных зон по ПУЭ.
9. Требования к выбору, монтажу и эксплуатации электрооборудования для взрывоопасных и пожароопасных зон по ПУЭ, ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

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.

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 нормативными 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 воспламенить 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.

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.

Схема 1



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 - взрывозащищённый)** 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.

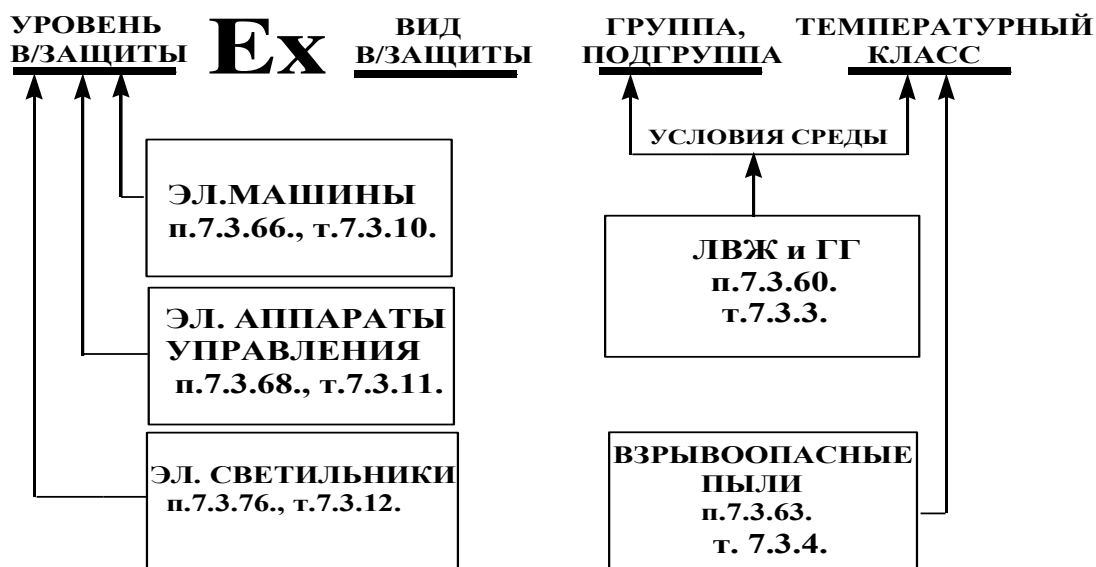
Следует предпринимать меры, предотвращающие попадание посторонних предметов в открытые вентиляционные отверстия вертикально расположенных вращающихся электрических машин.

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. 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.
4. Виды взрывозащиты и современные марки взрывозащищенного электрооборудования;
5. Взрывозащищенное электрооборудование применяемое в окрасочном производстве;
6. Электрооборудование объектов связанных с хранением, переработкой нефти и нефтепродуктов;

7. Электрооборудование используемое в процессах деревообработки.
8. Электрооборудование химических заводов.
9. Электрооборудование процессов нефтепереработки.
10. Электроустановки теплоэнергетических объектов;
11. Электрооборудование объектов хранения и расфасовки горючих газов и ЛВЖ;
12. Электрооборудование мукомольного производства;
13. Электрооборудование используемое текстильного производства;
14. Электрооборудование машиностроительного производства;
15. Пожарная безопасность холодильных электроустановок;
16. Нормативное обоснование пожарной безопасности электроустановок водородных станций;

### **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**

При каком виде соединения электропотребителей увеличивается пожарная опасность:

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

Для уменьшения вихревых токов используют сердечники трансформаторов:

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

Короткое замыкание можно охарактеризовать кратко (раскрыть сущность)

- а) законом Джоуля-Ленца*

- б) законом Ома*
- в) законом электромагнитной индукции*

Количество выделения тепла в проводнике зависит от:

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

Температура окружающей среды влияет на:

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

Основные причины возникновения короткого замыкания:

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

Параметр, влияющий на перегрузку:

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

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*

Большие переходные сопротивления зависят от:

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

Меры профилактики коротких замыканий в электрооборудовании:

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

Меры профилактики пожаров от электроустановок:

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

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*

Аккумуляторная зарядная станция тяговых и статерных батарей относится к зоне класса по ПУЭ:

- а) В-Iа.*
- б) В-I.*
- в) В-Iг.*
- г) В-Iб.*

К какой группе относится взрывозащищенное электрооборудование предназначенное для внутренней и наружной установки (кроме рудничного):

- а) I*
- б) II*
- в) II В*
- г) II А*

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.*

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*

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

- а) температуры вспышки,*



- б) температуры воспламенения,*
- в) низшего концентрационного предела распространения пламени,*
- г) температуры самовоспламенения.*

С каким уровнем взрывозащиты взрывозащищенное электрооборудование будет являться более надежным:

- а) 2*
- б) 1*
- в) 0*

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.*

На основании чего электрооборудование II группы подразделяются по температурным классам:

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

Сколько видов взрывозащиты может иметь взрывозащищенное электрооборудование по ПУЭ:

- а) 8*
- б) 6*
- в) 7*

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

- а) П-I*
- б) В-Ia*
- в) В-Iг*
- г) В-I*

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*

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.*

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.*

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

- а) П-I*
- б) В-Ia*
- в) В-Iг*

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

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. 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 «Взрывозащищенное и пожарозащищенное электрооборудование»:

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

**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 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.

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:** изучение пожарной опасности различных видов электрооборудования. Требования к выбору электроустановок и электропроводок с учетом соблюдения требований пожарной безопасности.

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

Современное развитие электроэнергетики приводит к значительному увеличению количества и номенклатуры электротехнического оборудования, токоведущих частей, электрических приборов и аппаратов, предназначенных для производства, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, в том числе используемых в промышленных, жилых и общественных зданиях.

Электротехническое оборудование, токоведущие части и электроустановки можно объединить в группы по наиболее существенным признакам: функциональному назначению, конструктивному исполнению, техническим характеристикам и др. Основные группы электроустановок охватывают практически все многообразие применяемых на практике электротехнических устройств -это турбогенераторы и гидрогенераторы, силовые трансформаторы и автотрансформаторы, коммутационные аппараты, измерительные трансформаторы тока и напряжения, распределительные устройства, электродвигатели, токопроводы, провода и кабели, осветительная аппаратура, электрические аппараты пуска, переключения, управления, защиты, электронагревательные приборы, электроустановочные изделия.

Интенсивный рост потребления электроэнергии во всех отраслях народного хозяйства требует постоянного внимания к повышению пожаробезопасности электроустановок.

Основными причинами технологических нарушений в работе электрооборудования приводящих к возникновению пожаров являются:

- физический износ оборудования;
- низкое качество технического обслуживания и ремонта оборудования;
- несоблюдение периодичности и объема выполнения профилактических мероприятий;
- недостаточный уровень использования средств оценки технического состояния и диагностики;
- ошибки и недостаточный уровень подготовки оперативного персонала;
- природно-климатические воздействия;
- недостатки эксплуатации;
- недостатки проектных решений, монтажных и строительных работ;
- недостатки конструкции и изготовления и др.

Проанализируем основные причины и места возникновения технологических нарушений электрооборудования с целью предупреждения пожаров от электроустановок и определения объектов, требующих наиболее пристального внимания при проведении обследований и контроле технического состояния.

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.

Пожарная опасность силового электрооборудования обуславливается наличием горючей среды в виде изоляционных материалов обмоток электрических машин, различных установочных деталей и корпусов аппаратов, выполненных из горючих материалов, а также наличием горючих материалов вблизи электрических установок.

Рассмотрим наиболее распространённые виды силового оборудования.

*Трансформатор* – электромагнитный аппарат, преобразующий переменный ток одного напряжения в ток другого напряжения без изменения частоты. Принцип действия трансформатора основан на взаимоиндукции.

Трансформатор представляет собой сложное устройство, состоящее из большого числа конструктивных элементов, основными из которых являются: магнитная система (магнитопровод), обмотки, изоляция, выводы, бак, охлаждающее устройство, механизм регулирования, защитные и измерительные устройства, тележка.

В магнитной системе проходит магнитный поток трансформатору (отсюда название «магнитопровод»). Магнитопровод является конструктивной и механической основой трансформатора. Он выполняется из отдельных листов электротехнической стали, изолированных друг от друга. Качество электротехнической стали влияет на допустимую магнитную индукцию и потери в магнитопроводе.

По способу охлаждения трансформаторы делят на сухие и масляные.

У сухих трансформаторов обмотки и сердечник охлаждаются окружающим воздухом. Эти трансформаторы менее пожароопасны чем маслonaполненные, т.к в них горючим материалом является лишь твердая изоляция – бумажно-бакелитовые цилиндры, а также бумажная и хлопчатобумажная изоляция обмоток, пропитанная лаками.

Трансформаторы имеющие масляное охлаждение – заполнены минеральным (трансформаторным) маслом которое является продуктом дробной перегонки нефти.

Трансформаторное масло обладает очень хорошими электроизоляционными свойствами. Благодаря этим свойствам и доступности данный продукт широко применяется не только в трансформаторах, но так же в выключателях, реакторах, реостатах, конденсаторах.

Масляные трансформаторы имеют ряд преимуществ, но в то же время являются более пожаровзрывоопасными, т.к. масло горит, а пары его в смеси с воздухом воспламеняются под действием электрической дуги, искр.

Масло начинает разлагаться уже при 105°C образуя разлагаясь на ацетилен, метан, этилен, водород. Такое разложение происходит при активном бурлении и кипении, при этом создается повышенное внутреннее давление на стенки корпуса. Газы, образующиеся при термическом распаде масла, могут прорвать стенку или крышку бака, и тогда горение масла получает полное развитие, превращаясь в пожар. В масляных трансформаторах при перегреве обмоток и магнитопровода или при образовании электрических дуг изоляционное масло может воспламениться, причем вероятность его воспламенения возрастает при перегреве масла, например вследствие перегрузки трансформаторов.

Перегрев и воспламенение изоляции трансформаторов возникают при различных аварийных явлениях, к которым относятся следующие короткие замыкания, внутренние разряды с образованием электрической дуги в масле, электрические перегрузки, перенапряжения.

*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*.

В современной энергетике наметилась тенденция к повсеместному использованию асинхронных электродвигателей с короткозамкнутой обмоткой ротора. Это связано с требованиями надежности и эффективности, предъявляемым к электроприводам механизмов. Остальные электродвигатели постепенно заменяются на двигатели данного типа.

*Режимы работы электродвигателей.* Для обеспечения нормальной работы электродвигателей, как правило необходимо поддерживать напряжение в пределах от 100 до 105 % номинального. При необходимости допускается работа электродвигателей при напряжении 90 - 110 % номинального с сохранением их номинальной мощности.

Отклонение напряжения от номинального, указанного на заводской табличке электродвигателя, влечет за собой изменение его вращающего момента, токов, температур нагрева обмоток и активной стали, энергоэкономических показателей - коэффициента мощности и КПД.

С уменьшением напряжения вращающий момент уменьшается пропорционально квадрату напряжения, снижается частота вращения и соответственно падает производительность механизма. Уменьшение напряжения ниже 90% номинального характеризуется значительным увеличением токов и нагревом обмоток. Повышение температуры нагрева сказывается на изоляции обмотки статора, вы-

зывая ее преждевременное старение. Увеличение напряжения свыше 110% номинального сопровождается увеличением нагрева активной стали.

Режим работы при котором температура нагрева электродвигателя увеличивается выше допустимой будет считаться аварийным режимом работы.

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.

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

Строгое выполнение правил пожарной безопасности почти всегда исключает возможность возникновения пожаров.

### **Пожарная опасность осветительного электрооборудования**

*Осветительным электрооборудованием* называется электрооборудование, в котором электрическая энергия преобразуется в энергию света.

По принципу преобразования электрической энергии в энергию видимых излучений источники света делятся на две группы: тепловые (в основном лампы накаливания) и газоразрядные (ртутные трубчатые люминесцентные лампы низкого давления и ртутные лампы высокого давления с исправленной цветностью типа ДРЛ). К последней группе относятся металлогалогенные лампы (ДРИ, ДРИЗ) и натриевые лампы высокого давления (ДНаТ), а также мощные дуговые ксеноновые трубчатые лампы, типа ДКсТ (только для наружного освещения).

*Пожарная опасность осветительных приборов* обуславливается наличием в них источника света, контактных элементов и пускорегулирующей аппаратуры (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 (дугоразрядные лампы) (высокотемпературные источники света), с горючими материалами может вызвать загорание и пожар.

Пожарную опасность, 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, разрушение и загорание патрона или питающих проводов.

*К основным причинам загораний осветительной аппаратуры относят:*

1. Перегрев от электрического пробоя, образования слабого контактного соединения, искрения между токопроводящими элементами и местами с разными потенциалами, токоведущими элементами и корпусами в результате:

- механического смещения токопроводящих элементов до взаимного сопротивления разными потенциалами;

- снижения электроизоляционных качеств конструктивных элементов и образования в связи с этим цепей утечки тока от старения, загрязнения поверхностей, от агрессивных воздействий;

- ослабления контактного давления и в связи с этим увеличения переходного сопротивления в местах подсоединения проводов;

- ослабления контактного давления и увеличения переходного сопротивления в местах подсоединения источников света (в цоколе, патроне) к питающему напряжению;

- окисления контактируемых поверхностей и увеличения переходного сопротивления в местах подсоединения источника света (ламп в цоколе, патроне, ламподержателе) к питающему напряжению;

- использования источников света завышенной мощности, приводящего к перегреву патрона и рассеивающей арматуры.

2. Перегрев в элементах пускорегулирующей аппаратуры люминесцентных ламп и ламп типа ДРЛ в результате:

- «залипания» стартера, приводящего к токовой перегрузке дросселя;

- ухудшения естественного охлаждения (теплоотвода) конструктивных элементов, в частности дросселя при сильной запыленности, неправильной установке по месту;

- электрического пробоя конденсатора, приводящего к токовой перегрузке дросселя;

- «залипания» стартера, приводящего к расплавлению электродов, перегреву цоколя лампы и ламподержателя;

- повышенного рассеяния мощности в дросселе из-за расслабления крепления магнитного сердечка;

- межвиткового замыкания в трансформаторе для бесстартерных схем пуска и питания;

- электрического пробоя сетевого конденсатора в бесстартерной схеме пуска и питания, приводящего к токовой перегрузке дросселя и трансформатора;

- обрыва (перегорания) нити накала одного из электродов лампы (от чего лампа работает как выпрямитель), приводящего к токовой перегрузке первичной обмотки трансформатора для бесстартерной схемы пуска и питания.

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 термopредохранителей и термовыключателей, срабатывающих при превышении допустимой температуры корпуса дросселя.

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.

В пожаровзрывоопасных зонах применяют светильники только с соответствующими уровнем, видом взрывозащиты и степенью защиты оболочек.

При монтаже и эксплуатации необходимо надежно крепить арматуру светильников. Монтаж светильников рекомендуется выполнять одновременно с прокладкой трубопроводов для электропроводки. Светильники должны заряжаться проводами с термостойкой изоляцией (например, ПРКС или ПРБС), так как при эксплуатации их обычная изоляция проводов перегревается. Это приводит к коротким замыканиям. Такой способ зарядки термостойким проводом необходим только для тех взрывозащищенных светильников, у которых отсутствует специальное вводное устройство и заводская зарядка при изготовлении.

### **Классификация и маркировка электрокабельных изделий**

**Проводом** - называется один или несколько голых или изолированных проводников, служащих для передачи электроэнергии.

Токоведущие жилы в проводах бывают медные или алюминиевые. В зависимости от конструкции проводам присваивают марки.

Марка провода(кабеля) – это буквенное обозначение, характеризующее материал токопроводящих жил, изоляцию, степень гибкости и конструкцию защитных покрытий.

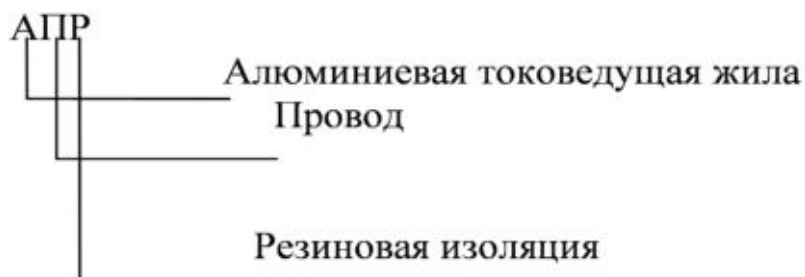
Провода маркируются в зависимости от того, из каких материалов выполнены токоведущие жилы. В обозначении маркировки провода первая буква «А» означает, что провод имеет алюминиевую жилу. Если обозначение маркировки провода начинается с другой буквы (например, ППВ, ПР, ПРП и др.), то это означает, что данный провод имеет медную жилу. Провода с резиновой изоляцией имеют в условном обозначении букву «Р», стоящую, как правило, после буквы «П» (провод). Провода с полихлорвиниловой изоляцией имеют в условном обозначении букву «В». Медные гибкие провода в своем условном обозначении имеют букву «Г» (гибкие). Структура маркировки приведена. Жилы проводов имеют стандартные сечения и выбираются по нагрузке.

Назовем наиболее распространенные марки проводов: ПР, ПВ, АППВ, АПР, ПРТО, ТПРФ.

## Маркировка электрических проводов

ТВЖ	П	Изоляция	Оболочка	Дополнительная информация
<b>А</b> - алюминиевая  --- - медная	провод	<b>П</b> - полиэтиленовая <b>В</b> - полихлорвиниловая <b>Р</b> – резиновая <b>Н</b> - найритовая	<b>П</b> - полиэтиленовая <b>В</b> - полихлорвиниловая <b>Р</b> – резиновая <b>Н</b> - найритовая	<b>Г</b> - гибкий <b>С</b> – для скрытой прокладки <b>Т</b> - для прокладки в трубах <b>Ф</b> - фальцованная металлическая оболочка <b>О</b> – хлопчатобумажная оплётка

### ПРИМЕР



По наличию или отсутствию в составе конструктивных элементов защитных покрытий провода делятся на голые и изолированные.

Голыми - называются провода, у которых поверх токопроводящих жил отсутствуют защитные или изолирующие покрытия. Голые провода марок ПСО, ПС, А, АС и др. применяются как правило, для воздушных линий электропередач.

Изолированными - называются провода, у которых токопроводящие жилы покрыты изоляцией, а поверх изоляции имеется оплетка из хлопчатобумажной пряжи или оболочка из резины, пластмассы либо металлической ленты. Изолированные провода подразделяются на защищенные и незащищенные.

*Защищенными* – называются изолированные провода, имеющие поверх электрической изоляции оболочку, предназначенную для герметизации и защиты от внешних климатических воздействий. К ним относятся провода марок АПРН, ПРВД, АПРФ. И др.

*Незащищенными* – называют изолированные провода, не имеющие поверх электрической изоляции защитной оболочки (провода марок АПРТО, ПРД, АППР, АППВ, ППВ.)

**Кабель** – кабельное изделие, содержащее одну или несколько изолированных жил (проводников), заключенных в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации накладывается защитный покров.

Материалом токоведущих жил является – медь и алюминий.

Изоляцией жил в кабелях – резина, ПВХ, пропитанная бумага, полиэтилен, найрит.

Защитная оболочка – служит для защиты изоляции жил кабеля от действия света, влаги, химически агрессивных сред и выполняется из: свинца, алюминия, ПВХ, полиэтилена, найрита.

Поверх защитной оболочки для защиты от механических повреждений изоляции применяется бронепокров из стальной ленты, плоской или круглой стальной проволоки. Броня провода защищается джутовым покровом (джут – суровая льняная нить, пропитанная битумной мастикой).

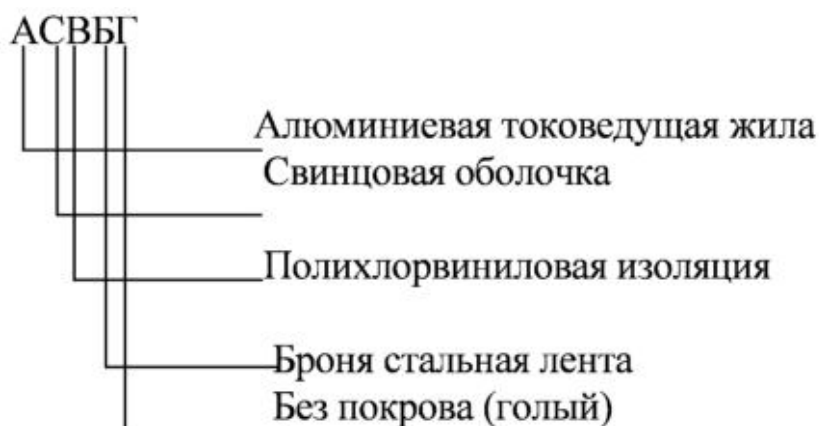
Для питания электроэнергией мощных потребителей в «тяжелых» условиях и средах, как правило, используются кабели. В зависимости от назначения и конструкции кабели маркируются буквенными символами, расшифровка которых приведена в таблице 3.4.2.

Таблица 3.4.2.

Маркировка электрических кабелей

ТВЖ	Оболочка	Изоляция	Броня	Покров
А - алюминиевая — - медная	П- полиэтиленовая В - полихлорвиниловая Р – резиновая Н - найритовая А- алюминиевая С- свинцовая	П- полиэтиленовая В - полихлорвиниловая Р – резиновая Н - найритовая — - бумажная	Б- стальная лента К-круглая проволока П- плоская проволока -- - брони нет	— - джутовый покров Г- покрыва нет В – полихлорвиниловый

### ПРИМЕР



Как видно из приведенной маркировки кабельная продукция отличается в основном видом электроизоляционных материалов.

Основными свойствами и параметрами электроизоляционных материалов являются: удельное объемное сопротивление, удельное поверхностное сопротивление, диэлектрическая проницаемость, электрическая прочность, влагостойкость, химическая стойкость.

Для оценки пожарной опасности большое значение имеет нагревостойкость – способность материалов выполнять свое назначение при длительном воздействии рабочей температуры.

Нагревостойкостью изоляции, в основном, определяется допустимый нагрев проводников при длительно допустимых токовых нагрузках.

Известно, что скорость реакции окисления зависит от температуры, следовательно, чем выше температура, тем меньше срок службы изоляции.

Относительный срок службы изоляции определяют по эмпирическому «восьмиградусному» правилу, согласно которому повышение температуры проводника на 8 °С снижает срок службы его изоляции вдвое.

Старение изоляции характеризуется уменьшением ее эластичности и механической прочности. Следствием этого могут быть электрический пробой изоляции и повреждение электроустановки, а при наличии горючей изоляции и пожаровзрывоопасной среды — пожар или взрыв.

Одним из путей обеспечения пожарной безопасности электроустановок, в которых применяются конструкционные полимерные материалы, является обеспечение их пониженной горючести и неспособности распространять пламя.

В последние годы при разработке или усовершенствовании кабелей, предназначенных для эксплуатации в кабельных сетях и сооружениях особо опасных объектов (АЭС, метрополитенов, зданий и сооружений с пожаровзрывоопасной технологией, на судах, в офисных помещениях и т.д.) к ним предъявляют более жесткие требования по совокупности показателей пожарной безопасности.

В маркировке кабелей появилась дополнительная информация, характеризующая безопасную эксплуатацию кабельной продукции.

Характеристика современной кабельной продукции

Наименование показателя	Обозначение марок кабелей
Нераспространение горения	Индекс «НГ»
Дымогазовыделение	Индекс «LS» Low Smoke
Огнестойкость	Индекс«FR» FireResistance
Коррозионная активность продуктов дыма и газовыделения	Индекс «HF» Halogen free
Низкая токсичность продуктов горения	Индекс«LTx» Low toxicity

#### ПРИМЕР:

**ВВГ<sub>нг</sub> – FRLS** – кабель силовой, огнестойкий, с медными жилами, с изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридных композиций пониженной пожароопасности.

Современные нормативные документы содержат жесткие требования к конструктивным материалам входящим в состав электрокабельных изделий - требования ст. 141,142 федерального закона № 123 – ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и ГОСТ Р 53315-2009 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности.» которые призваны снизить пожарную опасность применяемых кабельных изделий.

Большинство используемых ранее проводов и кабелей имеющих оболочки из обычного ПВХ пластиката (АВВГ, КВВГ) или даже из полиэтилена (ТПП) обладали «хорошей», горючестью. Введение современных требований к электрокабельной продукции способствовало внедрению в производство новых видов электрокабельных изделий,обеспечивающих современные требования пожарной безопасности предъявляемые к электрокабельной продукции включают индексы отражающие требования по нераспространению горения, низкому дымо- газовыделению при горении и тлении, огнестойкости, низкой коррозионной активности продуктов горения, низкой токсичности продуктов горения.

Для обеспечения новых требований пожарной безопасности были разработаны новые материалы - ПВХ пластикаты, предназначенные для изоляции, оболочек и внутреннего заполнения кабелей. Разработанные пластикаты имеют более высокое значение кислородного индекса, низкое значение параметра дымообразования и выделения хлороводорода, а также пониженная токсичность продуктов горения.

Кабельные изделия, выполненные с учетом современных требований более дорогостоящие, однако необходимость их использования вполне обоснована, так как показатель гибели людей на пожарах обусловлен в первую очередь отравлением ядовитым дымом, выделяющимся при горении. Ядовитый дым, являющийся одним из опасных факторов пожара, содержат такие токсичные газы как HCl, CO и другие токсичные продукты горения. Снижение коррозионной активности и токсичности продуктов горения кабелей осуществляется за счет замены ПВХ пластикатов безгалогенными композициями полиолефинов.

Большие надежды на снижение пожарной опасности и повышение огнестойкости кабелей связаны с разработкой и внедрением огнестойких кабелей типа FR, в том числе с минеральной изоляцией (например, марки КМЖ), которые являются абсолютно негорючими и способными поддерживать в течении трех часов работоспособность в условиях пожара. Такие кабельные изделия необходимы для обеспечения пожарной безопасности и бесперебойной работы на таких важнейших объектах, как объекты энергетики (включая АЭС), обеспечения надежной работы систем противопожарной защиты, систем которым необходимо обеспечить работу в условиях пожара – аварийное освещение, цепи сигнализации, оповещения, насосы пожаротушения, вентиляционные системы и системы дымоудаления.

### **Требования к монтажу и эксплуатации электропроводок и электрических сетей**

*Электропроводкой* называется совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими защитными конструкциями и деталями. Электропроводки выполняют изолированными установочными проводами всех сечений, а также небронированными силовыми кабелями сечением до до16 мм<sup>2</sup>.

В цехах промышленных предприятий основным конструктивным видом электропроводок является прокладка в *лотках, коробах, трубах и на тросах*. Реже в цехах промышленных предприятий применяется *прокладка на роликах и изоляторах*.

По способу выполнения электропроводки бывают открытые и скрытые.

*Открытые проводки* – проложенные по поверхности стен, потолков, по фермам и другим строительным элементам зданий и сооружений (открыто по конструкции) на струнах, тросах, роликах, изоляторах, в трубах, коробах, гибких металлических рукавах, на лотках, в электротехнических плинтусах и наличниках, свободной подвеской и т. п. Конструктивные элементы зданий и сооружений должны быть несгораемыми. Открытая электропроводка может быть стационарной, передвижной и переносной.

*Скрытая электропроводка* применяется в конструктивных элементах зданий, в стенах, полах и перекрытиях, в фундаментах оборудования и т.п. и может быть выполнена в трубах, в каналах, образованных в толще бетона, и закладываться в строительные элементы зданий или трубы.

*Наружные проводки* – электропроводки, положенные по наружным стенам, под навесами и т.п., а также между зданиями на опорах. Наружная электропроводка может быть открытой и скрытой.

Из всех видов электропроводок наибольшую пожарную опасность представляют открытые электропроводки, выполненные проводами и кабелями, проложенными непосредственно на поверхности стен, потолков и других строительных элементов зданий и сооружений. В случае загорания таких проводок они способны не только поджечь опорные конструкции, по которым проложены, но и явиться путями распространения пожара в смежные помещения. Вскрытых электропроводках из-за недостатка кислорода, как правило, воспламенения проводников не наблюдается.

Электрические сети могут быть причиной аварий, несчастных случаев и пожаров, если в процессе их монтажа не выполняются необходимые технические условия или нарушаются условия нормальной эксплуатации и ремонта. В основе указанных требований лежит строгое соблюдение соответствия проекту монтируемых проводов, кабелей, сечений токопроводящих жил и видов электропроводок. Особенно это важно при монтаже электрических сетей взрывоопасных зон.

Марок проводов и кабелей очень много и каждый из них имеет свои технические характеристики (переменное напряжение, площадь сечения проводника, рабочая температура) продиктованные ими условия эксплуатации и монтажа.

Электропроводка должна соответствовать условиям окружающей среды, назначению п.2.1.31. ПУЭ.

Выбор видов электропроводки, выбор проводов и кабелей и способа их прокладки следует осуществлять в соответствии с п.2.1.33., табл. 2.1.2. ПУЭ.

Провода и кабели должны применяться лишь в тех областях, которые указаны в стандартах и технических условиях на кабели (провода) п.2.1.48. ПУЭ.

*Требования по выбору электропроводок для взрывоопасных зон приведены в главе 7.3 ПУЭ.*

1. Во взрывоопасных зонах любого класса применение неизолированных проводников запрещается п.7.3.92.

2. Во взрывоопасных зонах классов В-I и В-Iа запрещается применять провода и кабели с алюминиевыми жилами.

Во взрывоопасных зонах классов В-Iб, В-Iг, В-II и В-IIа допускается применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами п.7.3.93.

3. Во взрывоопасных зонах любого класса запрещается: применение проводов и кабелей с полиэтиленовой оболочкой и изоляцией

Во взрывоопасных зонах класса В-I и В-Iа запрещается: применение кабелей с алюминиевой оболочкой п.7.3.102.

4. Кабели, прокладываемые во взрывоопасных зонах любого класса открыто, а также на конструкциях, стенах, не должны иметь наружных покровов и покрытий из горючих материалов, к которым относятся джут, битум, хлопчатобумажная оплетка п.7.3.108.

5. Вводы кабелей в электрические машины и аппараты должны выполняться при помощи вводных устройств. Места вводов должны быть уплотнены.

Кабели и провода должны быть только круглого сечения, (плоский провод применять нельзя) чтобы уплотнение было герметичнее п.7.3.112.

6. Допустимые способы прокладки кабелей и проводов во взрывоопасных зонах приведены в табл. 7.3.14. п.7.3.118.

Поскольку на промышленных предприятиях широко применяется прокладка кабелей и проводов на лотках и в коробах, то для исключения горения по трассе электрической сети используют различные огнепреградительные устройства. Эти устройства, выполняются в виде поясов и перегородок из огнезащитного материала, располагаются по длине трассы, а также в местах ее прохода через стены и перекрытия.

Правильный выбор марок проводов, кабелей и способа прокладки является одним из важнейших противопожарных мероприятий при монтаже и эксплуатации электрических сетей.

### **Аппараты защиты электрических сетей**

По данным МЧС из-за нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования в России ежегодно происходит значительное количество пожаров, практически каждый пятый пожар происходит по причине неисправности электрооборудования.

Анализ пожаров, возникших по электротехническим причинам, свидетельствует о том, что традиционно наибольшее количество пожаров происходит из-за нарушения правил выбора, монтажа и эксплуатации электропроводки и аппаратов защиты.

Следовательно, необходимо акцентировать внимание на противопожарном состоянии электрических сетей объектов.

Современное развитие электротехники привело к значительному увеличению количества электрических приборов и радиоэлектронной аппаратуры, используемых в жилых и общественных зданиях, электропроводка которых не рассчитана на такое количество потребителей.

Неправильный выбор сечения проводника и количества потребляемой энергии и аппаратов защиты, приводит к перегрузке, КЗ, сверхтоков достаточных для воспламенения изоляционных полимерных материалов, и как следствие к пожарам.

Пожарная безопасность электрических сетей во многом зависит от выбора аппаратов защиты с такими номинальными параметрами, при которых обеспечивалась бы надежная защита сетей от токов коротких замыканий и перегрузки.

По этому главная задача не допустить нарушения требований соответствующих нормативных документов по проектированию, монтажу, эксплуатации электроустановок и предложить профилактические мероприятия по снижению вероятности возникновения аварийных пожароопасных режимов работы электрических сетей зданий и электрических приборов.

Аппараты защиты предназначаются для защиты электрических сетей, машин и аппаратов от аварийных режимов (например, коротких замыканий, перегрузок), угрожающих сохранности электрооборудования и безопасности персонала. Однако при неправильном монтаже и эксплуатации они сами могут быть причиной аварии, пожара или взрыва, так как во время их работы возникают электрические искры, дуги и прочее.

Наиболее часто применяемыми аппаратами защиты являются плавкие предохранители, воздушные автоматические выключатели (автоматы) и устройства защитного отключения (УЗО).

**Плавким предохранителем** называется устройство, в котором при токе, превышающем допустимое значение, расплавляется плавкий элемент плавкой вставки и размыкается электрическая цепь.

Плавкий предохранитель состоит из плавкой вставки, поддерживающего ее контактного устройства и патрона (корпуса). Основной частью плавкой вставки является плавкий элемент. Плавкая вставка подлежит замене после срабатывания предохранителя.

Многие предохранители имеют специальные устройства для гашения дуги, образующейся при расплавлении плавкого элемента вставки. Обычно плавкие вставки находятся внутри патрона, покрытого изоляционной оболочкой, армированного деталями для крепления вставки и подвода к ней тока.

По конструкции плавких вставок предохранители бывают разборными и неразборными. Разборные допускают замену плавких элементов после срабатывания на месте эксплуатации без специального инструмента. У неразборных замене подлежит вся плавкая вставка.

Многие предохранители имеют специальные устройства для гашения дуги, образующейся при расплавлении плавкого элемента вставки. Обычно плавкие вставки находятся внутри патрона, покрытого изоляционной оболочкой, армированного деталями для крепления вставки и подвода к ней тока.

По конструкции плавких вставок предохранители бывают разборными и неразборными. Разборные допускают замену плавких элементов после срабатывания на месте эксплуатации без специального инструмента. У неразборных замене подлежит вся плавкая вставка.



Различают предохранители с наполнителем, у которых дуга гасится в порошковом, зернистом или волокнистом веществе (тальк, кварцевый песок и т.д.), и без наполнителя, у которых гашение дуги происходит благодаря высокому давлению в патроне или движению газов.

Предохранители иногда имеют визуальный указатель срабатывания, позволяющий судить о расплавлении плавкого элемента вставки при срабатывании.

Действие плавких предохранителей основано на том, что электрический ток в плавкой вставке выделяет тепло. При нормальных условиях это тепло отводится в окружающую среду путем излучения, конвекции и теплопроводности (главным образом через контакты). Если количество выделяющегося во вставке тепла больше отводимого, избыток тепла будет повышать температуру вставки до тех пор, пока снова не будет достигнут тепловой баланс при новой температуре или вставка расплавится (перегорит). При коротком замыкании плавкая вставка может быть разорвана электродинамическими силами.

Плавкие предохранители характеризуются следующими параметрами:

**Номинальное напряжение  $U_{н.пр}$**  – напряжение, указанное на предохранителе и соответствующее наибольшему номинальному напряжению сетей, в которых разрешается установка данного предохранителя. (Ток в сети 220В, 380В, 550В)

**Номинальный ток предохранителя  $I_{н.пр}$**  – ток, указанный на предохранителе и равный наибольшему из номинальных токов плавких вставок, предназначенных для данного предохранителя. На этот ток рассчитаны все токоведущие контактные части предохранителя. (Ток на ножах, на патроне)

**Номинальный ток плавкой вставки  $I_{н.вст}$**  – ток, указанный на вставке, для которого она предназначена, при длительной работе. Номинальный ток предохранителя всегда должен быть больше или равен номинальному току плавкой вставки, т.е.  $I_{н.предохранителя} \geq I_{н.вст}$ . (Ток на вставке)

**Пограничный ток плавкой вставки  $I_{\infty}$**  – ток, при котором вставка расплавится через промежуток времени, достаточный для достижения ею установившейся температуры. Это время обычно равно 1-2 ч. Ток  $I_{\infty} > I_{н.вст}$ .

**Предельный ток отключения предохранителя  $I_{пр.пр}$**  – наибольшее значение тока КЗ сети, при котором гарантируется надежная работа предохранителей, т.е. дуга гасится без каких-либо повреждений патрона.

Предохранители обладают защитной, или времятоковой характеристикой.

Она представляет собой зависимость времени полного отключения  $\tau_{откл}$  от отношения ожидаемого тока в цепи (тока КЗ или перегрузки  $I$ ) к номинальному току плавкой вставки.

В полное время отключения входит время нагревания вставки повышенным током  $I$ , ее расплавление, появление дуги и гашение. Откладывая кратности тока по горизонтальной оси и время  $\tau_{откл}$  по вертикальной, имеем кривую:

$$\tau_{откл} = f(I/I_{н.вст}).$$

Защитная характеристика позволяет определять надежность защиты элементов электроустановок плавкими предохранителями от токов перегрузки и КЗ. Для

этого на совмещенном графике необходимо сопоставить защитную характеристику предохранителя и тепловую характеристику защищаемого элемента (провода, кабеля, электродвигателя и т.п.).

Тепловая характеристика элемента электрической установки изображается кривой и выражает зависимость промежутка времени, в течение которого температура этого элемента станет предельно допустимой, от отношения фактического тока в нем  $I_k$  номинальному току  $I_n$ , т.е.

$$\tau_{\text{нагр}} = f(I/I_n).$$

На рис. сопоставлены защитные характеристики плавких вставок предохранителей и тепловая характеристика элемента электрической установки. Вставка с характеристикой  $a$  обеспечивает защиту элемента электроустановки с тепловой характеристикой  $b$  при любой кратности тока. Вставка с характеристикой  $c$  может обеспечивать защиту того же элемента только при значительных кратностях, в данном случае при кратности более четырех. При меньших кратностях температура защищаемого элемента может превысить предельно допустимую раньше, чем перегорит вставка, а элемент повредится.

Плавкие вставки обычно изготавливают из меди, серебра, олова, свинца, цинка, алюминия и их сплавов. Материал очень влияет на защитную характеристику вставки. Экспериментально установлено, что вставки из легкоплавких металлов - олова, свинца, цинка и алюминия - более удобны для защиты элементов электроустановок от токов перегрузки, так как позволяют получить большую выдержку времени. Вставки из этих материалов обладают большим удельным электрическим сопротивлением и малой теплопроводностью. Однако масса вставки из этих металлов при одинаковом номинальном токе больше, чем масса вставки из меди или серебра. Это снижает разрывную способность предохранителя.

Большая разрывная способность вставок из тугоплавкого металла явилась предпосылкой для применения плавких вставок с так называемым металлургическим эффектом. Для металлургического эффекта в середине вставки из тугоплавкого металла напаивают шарик из легкоплавкого металла. Физическая сущность металлургического эффекта заключается в растворении более тугоплавкого материала вставки (медь, серебро) в легкоплавких средах (олово, сплав олова с кадмием и др.), причем диффундирование меди или серебра повышается с увеличением температуры. Такая вставка имеет более благоприятную защитную характеристику от токов перегрузки.

С точки зрения конструктивного исполнения на защитную характеристику влияет главным образом длина и форма вставки. Увеличение длины повышает пограничный ток вставки.

Для уменьшения объема расплавляемого металла и увеличения быстроты разрыва при КЗ для одного и того же пограничного тока  $I_\infty$  вставки делают с несколькими параллельными ветвями, что увеличивает разрывную способность предохранителя и уменьшает время гашения дуги.

В некоторых типах предохранителей используются плавкие вставки, имеющие два-четыре коротких перешейка.

В этих перешейках повышаются электрическое сопротивление, плотность тока и выделяется больше тепла, чем в широких частях. В нормальных условиях это тепло отводится к менее нагретым частям вставки и контактными ножами предохранителя, с которых оно рассеивается в окружающую среду.

При токах короткого замыкания перешейки быстро нагреваются до температуры плавления металла, и плавкая вставка расплавляется (или разрывается под действием электродинамических сил) во всех перешейках.

При перегрузках вставка нагревается значительно медленнее, чем при токах КЗ, и благодаря лучшему охлаждению ее широких мест она расплавляется обычно только в одном месте, чаще всего в средней части.

**Автоматические выключатели** – аппараты защиты электрических сетей от токов перегрузки и КЗ и одновременно могут служить для нечастых коммутаций электрических сетей.

Автомат состоит из корпуса, подвижных и неподвижных контактов, дугогасительных камер, механизма управления, механизма свободного расцепления и расцепителя рис.

Корпус автомата выполнен из пластмассы, фарфора или стали и состоит из основания, на котором непосредственно монтируют части автомата и крышки. Корпус закрывает все части, обеспечивая безопасность персонала при срабатывании автомата и его обслуживании.

Конструктивно автоматы выполняются однополюсными, двухполюсными и трёхполюсными. Основные конструктивные элементы автоматов: контакты, дугогасительная система, механизм свободного расцепления, расцепители, вспомогательные контакты, привод .

Контакты предназначены для замыкания и размыкания электрической цепи, в которой установлен аппарат. Контакты автоматов должны без перегрева длительно пропускать номинальные токи и выдерживать воздействие дуги при отключении токов КЗ. Чтобы выполнить эти требования применяют две пары контактов – главные и дугогасительные. При отключении сначала размыкаются главные контакты, но разрыва цепи не происходит, так как весь ток переходит в цепь дугогасительных контактов, затем размыкаются дугогасительные контакты, на которых и гасится электрическая дуга.

В зависимости от встраиваемых расцепителей максимального тока автоматы изготавливаются с электромагнитным расцепителем М, тепловым расцепителем Т и комбинированным расцепителем МТ (т.е. электромагнитным и тепловым).

Для тепловых расцепителей характерно: чем больше ток, тем быстрее нарастает температура биметаллического элемента, тем быстрее он изгибается и производит отключение. Поэтому автоматы с тепловыми расцепителями защищают от перегрузок.

В автоматах с комбинированным расцепителем при относительно небольших токах перегрузки действует тепловой расцепитель с выдержкой времени. При то-

ках КЗ выше определенной величины срабатывает электромагнитный расцепитель мгновенного действия (дает отсечку) до того, как биметаллическая пластина успеет нагреться и изогнуться.

Таким образом, отключение автомата при срабатывании любого расцепителя происходит вследствие воздействия на механизм свободного расцепителя. При этом нарушается связь между механизмом управления и контактами, и они переходят в отключенное положение под действием отключающих пружин независимо от положения механизма управления.

Автоматы характеризуются следующими параметрами:

**Номинальное напряжение  $U_{н.а}$**  - напряжение, соответствующее наибольшему номинальному напряжению сетей, в которых разрешается применять данный автомат.

**Номинальный ток  $I_{н.а}$**  - наибольший ток, на который рассчитаны токоведущие и контактные части автомата, равный наибольшему из номинальных токов расцепителя.

**Номинальный ток расцепителя ( $I_{н.эл.м}$ ,  $I_{н.тепл}$  или  $I_{н.комб}$ )** - наибольший ток, на который рассчитан расцепитель автомата для длительной работы. При этом расцепитель не срабатывает.

**Номинальный ток уставки теплового расцепителя** - ток, на который отрегулирован тепловой расцепитель. При этом расцепитель не срабатывает.

Номинальные параметры автоматов приведены в каталогах или указаны на заводских табличках (щитках) автоматов.

Зависимость полного времени отключения  $\tau_{откл}$  тока автоматом изображают графически защитной, или времятоковой, характеристикой.

Защитная характеристика автомата определяет зависимость полного времени отключения цепи от отношения тока в расцепителе к номинальному току расцепителя:

$$\tau_{откл} = f(I/I_{н.тепл/н.эл.м}).$$

- линия *a* определяет зависимость времени отключения от кратности тока перегрузки, отключаемого под воздействием тепловых расцепителей;
- линия *б* - номинальную кратность тока, при которой уже начинает действовать электромагнитный расцепитель практически без выдержки времени.
- линия *в* - время от начала КЗ до момента удара якоря электромагнитного расцепителя по отключающей рейке; (после чего автомат отключается независимо от того, продолжается КЗ или нет)
- линия *г* - обозначает время полного отключения  $\tau_{откл}$  автоматом тока КЗ под действием электромагнитных расцепителей.

Защитная характеристика автомата позволяет определить надежность защиты элементов электроустановок от токов перегрузок и токов КЗ. Для этого, так же как и при защите предохранителями, необходимо сопоставить защитную характеристику автомата с характеристикой допустимой перегрузки защищаемого эле-

мента, т.е. с его тепловой характеристикой. Между этими характеристиками должно быть соответствие, чтобы при отключении тока, например из-за перегрузки, температура защищаемого элемента была близка к предельно допустимой.

Условием безопасности и надежности защиты элемента электроустановки автоматом будет являться выражение:

$$\tau_{\text{откл}} \leq \tau_{\text{нагр}}$$

**Устройство защитного отключения (УЗО).** УЗО предназначено для обеспечения электро- и пожарной безопасности в бытовых и промышленных электроустановках.

Из всех известных средств защиты от электрического тока УЗО является единственным устройством, обеспечивающим защиту человека от поражения током, даже в случае прямого прикосновения к токоведущим частям. УЗО предотвращает возгорания и пожары, возникающие вследствие длительного протекания токов утечки и развивающихся из них токов короткого замыкания. УЗО - производит отключение потребителей электрической энергии при возникновении в них токов утечки, величина которых значительно меньше токов короткого замыкания. Поэтому УЗО предупреждают нагрев проводников, обеспечивая также пожарную безопасность.

В основе действия защитного отключения, как электрозащитного средства, лежит принцип ограничения (за счет быстрого отключения) продолжительности протекания тока через тело человека при непреднамеренном прикосновении его к элементам электроустановки, находящимся под напряжением. Из всех известных электрозащитных средств УЗО является единственным, обеспечивающим защиту человека от поражения электрическим током при прямом прикосновении к одной из токоведущих частей.

Конструкция УЗО обеспечивает быстрое отключение защищаемой электроустановки от сети при протекании тока через тело человека. Если ток утечки на землю возникает в результате разрушения изоляции, то УЗО можно рассматривать как устройство пожарной безопасности.

Цепь тестирования предназначена для осуществления периодического контроля исправности устройства, создающего ток утечки нажатием кнопки «тест».

УЗО успешно выполняют свои защитные функции в сетях с глухозаземленной нейтралью и в сетях с изолированной нейтралью.

Плавкие предохранители и автоматы имеют различные достоинства и недостатки, которые следует учитывать при защите электроустановок от токов перегрузок и токов КЗ, особенно электроустановок пожаровзрывоопасных производств. Поскольку предохранитель является однофазным аппаратом, при перегрузках может перегореть плавкая вставка только в одной из фаз трехфазной сети. Трехфазный электродвигатель будет работать на оставшихся двух фазах. Обмотки электродвигателя быстро нагреваются (в течение нескольких минут) и при отсутствии защиты от перегрузки тепловыми реле могут быть повреждены.

Предохранители хуже, чем автоматы защищают установку от небольших перегрузок, так как у них отношение  $I_{\infty}/I_{н.вст}$  большее, т.е. инерционность выше. При этом и время, необходимое для замены плавких вставок и восстановления питания отключенной установки, достаточно велико. Из-за этого происходят большие простои оборудования, чем при использовании автоматов.

Однако по сравнению с автоматами предохранители имеют и некоторые преимущества. Они дешевы, конструктивно просты и срабатывают при сверхтоках безотказно. Предохранители лучше ограничивают большие токи КЗ и обладают большей разрывной способностью, чем установочные автоматы.

Автоматы рекомендуется применять в тех установках, в которых необходимо быстрое восстановление питания. Автоматы имеют более устойчивые и постоянные защитные характеристики, обеспечивают надежное отключение и селективную защиту от сверхтоков, позволяют сравнительно точно установить определенный ток срабатывания. Они удобны в эксплуатации, надежны и безопасны. Возможность неполнофазных отключений при защите автоматом отсутствует. В зарубежной практике часто используют совместную установку автоматов и токоограничивающих предохранителей, а некоторые фирмы даже встраивают такие предохранители в корпуса автоматов.

УЗО является единственным устройством, обеспечивающим защиту человека от поражения током, даже в случае прямого прикосновения к токоведущим частям. УЗО предотвращает возгорания и пожары, возникающие вследствие длительного протекания токов утечки и развивающихся из них токов короткого замыкания.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какая токоведущая жила запрещена к применению в проводах и кабелях во взрывоопасной зоне класса В-I?
2. Какой способ соединения проводников является наименее надежным?
3. С какой токоведущей жилой разрешается применять провода и кабели во взрывоопасной зоне класса В-Iб
4. При каком условии возникает электрическая перегрузка в электроустановках  $I_p > I_{доп}$  или  $I_{доп} > I_p$ ?
5. С какой оболочкой разрешается применять провода и кабели во взрывоопасной зоне класса В-Iа ?
6. От чего зависит время перегорания плавкой вставки ?
7. Какой способ соединения исключает возникновение переходных сопротивлений в электрооборудовании?
8. Перечислите аппараты защиты электрической сети?
9. Что является основным рабочим элементом предохранителя?
10. Что является основным элементом автоматического выключателя с тепловым расцепителем?

### **Темы докладов и рефератов**

1. Пожарная безопасность силовых трансформаторов.
2. Коммутационные аппараты напряжением выше 1000 В и их пожарная безопасность.
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. Особенности монтажа, эксплуатации и ремонта взрывозащищённого электрооборудования.
8. Элегазовые и вакуумные высоковольтные выключатели.
9. Особенности монтажа, эксплуатации и ремонта электроустановок в пожароопасных зонах.
10. Пожаробезопасные силовые кабели и кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена.
11. Сухие и негорючие силовые трансформаторы.
12. Пожарная безопасность электронагревательных приборов.
13. Требования пожарной безопасности к воздушным линиям электропередач.
14. Современные пожаробезопасные изоляционные материалы, используемые в электропроводках.
15. Современные научно-технические разработки направленные на обеспечение пожарной безопасности электротехнического оборудования.
16. Методика расчёта термической стойкости электроустановок.

### **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-Іб 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-Іа 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-ІІ 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-І, В-Іа
  - 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 сработает 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 сработает 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-III осуществляется по:

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

14. Исключить переходные сопротивления в электрооборудовании можно:

- а) пайкой контактов
- б) болтовым соединением контактов
- в) ограничивать рабочий ток установки
- г) не увеличивать напряжение сети

15. Расчет защиты электродвигателя от токов перегрузки магнитным пускателем с тепловым реле осуществляется по формуле:

- а)  $I_{\text{ном. тепл. расцеп.}} = I_{\text{н.дв.}}$
- б)  $I_{\text{ном. тепл. расцеп.}} = (1 \div 1,2) I_{\text{н.дв.}}$

16. Рабочий ток сети равен номинальному току плавкой вставки, что будет со вставкой:

- а) слегка нагреется
- б) расплавится
- в) нагреется до средних температур
- г) нагреется до максимальных температур

17. Автомат с тепловым расцепителем отключит цепь при:

- а) Увеличение переходного сопротивления
- б) Увеличение рабочего тока больше допустимого
- в) Увеличение тока магнитного расцепителя

18. Выбор сечения проводника для помещений с нормальной средой осуществляется в соответствии со следующим выражением:

- а)  $I_{\text{доп}} \geq I_{\text{н.дв.}}$

- б)  $I_{\text{доп.}}^T \geq 1,25 I_{\text{н.дв.}}$
- в)  $I_{\text{доп.}}^T \geq 1,5 I_{\text{н.дв.}}$
- г)  $I_{\text{доп.}}^T \leq 1,25 I_{\text{н.дв.}}$
- д)  $I_{\text{доп.}} < I_{\text{н.дв.}}$
- е)  $I_{\text{доп.}} > I_{\text{н.дв.}}$

19. Укажите аппараты защиты электрической сети:

- а) амперметр
- б) автоматический выключатель
- в) УЗО
- г) плавкий предохранитель
- д) вольтметр
- е) коммутаторы

20. Основным рабочим элементом предохранителя является:

- а) тепловой расцепитель
- б) плавкая вставка
- в) электромагнитный расцепитель
- г) тепловое реле
- д) гибкая вставка
- е) комбинированный расцепитель

### Вопросы для самостоятельного изучения

1. Контроль за противопожарным состоянием электроустановок.
2. Тепловые реле.
3. Селективность (избирательность) действия аппаратов защиты.
4. Устройство защитного отключения (УЗО).
5. Расчёт сетей по потере напряжения.
6. Особенности выбора сечения проводников электросетей, подлежащих обязательной защите от перегрузки.
7. Особенности выбора сечения проводников электросетей, подлежащих обязательной защите от токов короткого замыкания.
8. Противопожарная защита электросетей при монтаже и эксплуатации.
9. Пожарная опасность электродвигателей.
10. Пожарная опасность трансформаторов.
11. Пожарная опасность аппаратов управления.
12. Системы и виды электрического освещения.
13. Пожарная опасность осветительных приборов.

### Тема 3. Заземление и зануление электроустановок

**Цель:** изучить вопросы опасности поражения электрическим током и основные защитные меры.

#### 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 повы-

шенной 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. Съемные 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, коробки 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**

#### 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 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.

#### 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. России, Москва. [www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.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 оборудо-

дования. Грозное 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.

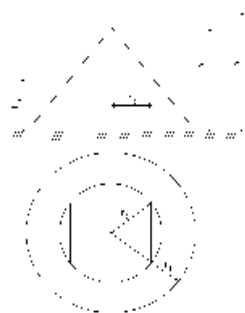
### Зоны защиты молниеотводов

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.

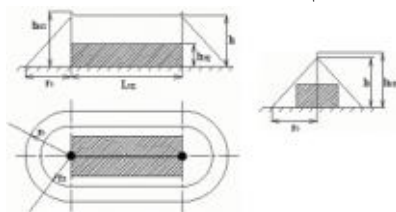
Зона защиты зависит от их типа, количества, высоты и взаимного расположения молниеотводов. Здание считается защищенным от прямых ударов молнии, если все его элементы находятся внутри зоны защиты.



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, П-I и П-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-IIa 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*

- з) 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. Определить категорию молниезащиты для животноводческих комплексов согласно РД 34.21.122-87:

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

18. 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*

19. 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*

20. 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.



## 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 одновременном 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 тек-

сте, 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 задач, 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 «Пожарная безопасность электроустановок»

Блокировка электротехнического 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 изделие (электротехническое устройство, электрооборудование)	Электротехническое изделие (электротехническое устройство, электрооборудование) специального назначения, которое выполнено таким образом, что устранена или затруднена возможность воспламенения окружающей его взрывоопасной среды вследствие эксплуатации этого изделия
Воздушная линия электропередачи	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 электропередачи	Совокупность рядов зажимов, электрических проводов и кабелей, соединяющих приборы и устройства управления электроавтоматики, блокировки, измерения, защиты и сигнализации
Испытательное напряжение промышленной частоты	Действующее значение напряжения переменного тока 50 Гц, которое должна выдерживать в течение заданного времени внутренняя и/или внешняя изоляция электрооборудования при определенных условиях испытания
Испытательное выпрямленное напряжение	Амплитудное значение напряжения, прикладываемого к электрооборудованию в течение заданного времени при определенных условиях испытания
Кабельная линия электропередачи	Линия для передачи электроэнергии или отдельных импульсов ее, состоящая 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 трансформаторная (преобразовательная) подстанция	Подстанция, состоящая из трансформаторов (преобразователей) и блоков (КРУ или КРУН и других элементов), поставляемых в собранном или полностью подготовленном для сборки виде. Комплектные трансформаторные (преобразовательные) подстанции (КТП, КПП) или части их, устанавливаемые в закрытом помещении, относятся к внутренним установкам, устанавливаемые 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 электрической энергии (электроприемник)	Аппарат, агрегат, механизм, предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии
Противопожарное состояние объекта	Состояние объекта, характеризуемое 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 государственным органом.
Электрооборудование	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

## ОГЛАВЛЕНИЕ

№ п/п		Стр.
1	ВВЕДЕНИЕ	3
2	ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ЛИТЕРАТУРОЙ	3
3	СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	5
4	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	7
5	Основы обеспечения пожарной безопасности электроустано- вок	7
6	Тема 2. Пожарная безопасность электроустановок и электри- ческих сетей	20
7	Тема 3. Заземление и зануление электроустановок	43
8	Тема 4. Молниезащита и защита от статического электричества	47
9	ПРАВИЛА РАЦИОНАЛЬНОГО ЗАПОМИНАНИЯ	57
10	ЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ	60
12	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ И ЗАЧЕТУ	60
13	Словарь терминов по дисциплине «Пожарная безопасность электроустановок»	62