

Министерство сельского хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия  
ветеринарной медицины»

**Кафедра технологии производства продукции  
и механизации животноводства**

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА**

Учебно-методическое пособие для студентов биотехнологического  
и факультета ветеринарной медицины по специальностям:

1 - 74 03 01 «Зоотехния»,

1 - 74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза»,

1 - 74 03 02 «Ветеринарная медицина»

Витебск  
ВГАВМ  
2017

УДК 631.158:658.382.3

ББК 65.246.95

Т38

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом  
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная  
академия ветеринарной медицины»  
от 28.09.2017 г. (протокол № 2)

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Л. В. Шульга*, кандидат технических наук, доцент *А. В. Гончаров*, кандидат технических наук, доцент *А. М. Карпеня*, старший преподаватель *И. Н. Таркановский*, ассистент *Г. А. Гайсенюк*

Рецензенты:

старший преподаватель кафедры радиологии и биофизики *А. Н. Толкач*; ведущий инженер по охране труда УО ВГАВМ *В. В. Качан*; преподаватель технических дисциплин аграрного колледжа УО ВГАВМ *В. Н. Грамузов*

**Технические средства обеспечения охраны труда** : учеб. - метод. пособие для студентов биотехнологического и факультета ветеринарной медицины по специальностям: 1 - 74 03 01 «Зоотехния», 1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза», 1 - 74 03 02 «Ветеринарная медицина» / Л. В. Шульга [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2017. – 48 с.  
ISBN 978-985-591-034-4.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с учебной программой по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека» для высших учебных заведений по специальностям 1 - 74 03 01 «Зоотехния», 1 - 74 03 02 «Ветеринарная медицина», 1 - 74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза». Для обеспечения более эффективного усвоения материала по разделу «Охрана труда». Представлены рисунки, таблицы и технологические схемы по всем изучаемым тематикам, что позволит студентам получить необходимые знания и навыки с последующим применением на практике.

**УДК 637.5(075.8)**

**ББК 36.92 я73**

**ISBN 978-985-591-034-4**

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2017

## Содержание

<b>Введение</b>	4
<b>1. ПЕРВИЧНЫЕ СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ</b>	5
1.1. Огнетушащие вещества и их свойства	5
1.2. Огнетушители	11
1.3. Размещение огнетушителей на объекте	19
1.4. Техническое обслуживание огнетушителей	20
1.5. Первичные средства пожаротушения	20
<b>2. КОНТРОЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК</b>	25
2.1. Электрическая изоляция электроустановок	25
2.2. Защитное зануление и заземление электроустановок	27
2.3. Приборы и порядок измерения сопротивления изоляции	29
2.4. Конструктивное исполнение заземлителей и их расчет	31
<b>3. ЗАЩИТА ЛЮДЕЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА</b>	34
3.1. Общие сведения о молнии	34
3.2. Системы молниезащиты	37
3.3. Методы и порядок разработки системы молниезащиты	39
3.4. Правила эксплуатации, проверки и меры безопасности по отношению к действующим системам защиты от молнии	42
<b>Литература</b>	45

## Введение

Одна из основных причин, наносящих существенный ущерб народному хозяйству – пожары. Они приводят к полной либо частичной гибели производственных мощностей, продукции, кормов, а также гибели людей и животных. К основным причинам, вызывающим пожар, относятся:

- нарушение правил безопасности эксплуатации электрооборудования;
- нарушение правил пожарной безопасности;
- поражение молнией и другие.

Пожарная ситуация животноводческих зданий и сооружений возрастает в результате использования утеплителей, сгораемой подстилки, теплогенерирующих установок. Нередко на чердаках и в тамбурах животноводческих помещений хранится сено, солома и подстилочный материал.

Знание и умение применять и рассчитывать необходимое количество технических средств для предотвращения возникновения пожароопасных ситуаций – одна из главных задач, которая стоит перед специалистами животноводческой отрасли.

Учебно-методическое пособие предназначено для обучения и компьютерного контроля знаний студентов, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности человека».

## Тема 1. ПЕРВИЧНЫЕ СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Цель занятия. Изучить свойства огнегасящих веществ; классификацию, устройство и применение средств и материалов для тушения пожаров.

Материальное обеспечение – стенды, таблицы, огнетушители ОУ-2, ОП-2.

Время выполнения работы – 2 часа.

### Порядок выполнения работы

1. Изучить опасные (поражающие) факторы атмосферного электричества и способы защиты от них.
2. Изучить назначение, конструкции и порядок эксплуатации молниезащитных устройств.
3. Изучить защитные зоны молниеотводов и порядок их расчета.
4. Выполнить расчеты по молниезащите животноводческого помещения согласно зданию.
5. Составить расчет по работе.

Материал раздела разработан на основе ППБ Беларуси 01–2014 «Правила пожарной безопасности Республики Беларусь», утвержденных постановлением МЧС Республики Беларусь от 14.03.2014 № 3 и введенных в действие с 01.07.2014 (в редакции постановления МЧС от 25.02.2016 г. № 14) и иных технических нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации.

### 1.1. Огнегасящие вещества и их свойства

**Пожар** – неконтролируемый процесс горения вне специального очага, представляющий угрозу для жизни и здоровья людей и наносящий материальный ущерб, уничтожая производственные мощности, склады продукции, урожай, корма, удобрения и животных.

К первичным средствам пожаротушения можно отнести:

- огнетушители различного типа;
- пожарные краны;
- противопожарный инвентарь:
  - бочки с водой;
  - ящики с песком;
  - кошма или войлок;
  - асбестовое полотно;
- инструменты для тушения:
  - ведра;
  - багры;
  - совковые лопаты;
  - топоры, ломы и проч.

Вещества, *снижающие скорость горения* или полностью прекращающие его при введении в зону горения, называют **огнегасительными**. По агрегатному состоянию их подразделяют на: *жидкие* (вода, бромистый этил), *твердые* или *порошкообразные* (сухой песок, земля, двууглекислая сода), *газообразные* (инертные газы, азот, углекислый газ, водяной пар) и *смешанные* (газообразные с твердыми – смесь углекислого газа или воздуха с порошкообразными веществами, газообразные с жидкими – пены). Огнегасительными свойствами обладают также асбестовые, войлочные или брезентовые покрывала.

По *принципу действия* огнегасительные вещества подразделяют на: *охлаждающие* (вода, четыреххлористый углерод), *разбавляющие* горючие вещества или *снижающие* содержание кислорода в зоне горения (вода, водяной пар, углекислый газ) и *химически тормозящие* процесс горения (бромистый этил, метил).

### **Пожарные щиты**

Приспособления служат для крепления и размещения противопожарного инвентаря и вспомогательного инструмента в помещениях различного назначения и на внутренней территории организации. Их необходимо устанавливать в доступных местах, проход к которым нельзя перекрывать.



**Рисунок 1 – Противопожарные щиты**

Допускается устройство пожарного щита (рисунок 1) в специализированном шкафчике или за защитной панелью или дверцей. Закрывающиеся элементы конструкции могут быть соединены пластиковыми пломбами так, чтобы в любой момент пломбирование можно было легко сорвать и иметь прямой доступ к содержимому.

## Огнегасильные вещества

Быстрое тушение возгораний пламени заключается в подавлении горения, что достигается охлаждением очага горения, изоляцией его от кислорода воздуха, химическим торможением процесса горения или механическим сбиванием пламени. Для тушения пожаров производственных объектов применяют воду, песок, химическую и воздушную пену, водяной пар и инертные газы, порошковые составы, галоидированные углеводороды и сжатый воздух.

Самый дешевый и простой в хранении материал для первичного тушения пожара после воды – **песок**. Его используют в основном для тушения жидких горючих веществ (бензина, натуральных и искусственных масел, ЛКМ, керосина и т.п.), локализации небольших очагов возгорания и предотвращения их распространения.

Песок и сухая земля своей массой прекращают доступ кислорода в зону горения.

Проверка пригодности песка к использованию производится до двух раз в год.

В процессе тушения жидких веществ песок нельзя насыпать на очаг горения – горящая жидкость будет разбрызгиваться. Следует обсыпать внешнюю кромку зоны горения и только после этого нагребать песок на жидкость.

**Вода** – наиболее распространенное и доступное вещество для тушения. Она используется в виде компактных и распыленных струй (диаметр капель более 100 мкм), в мелкораспыленном состоянии (диаметр капель до 100 мкм). Широко распространенное применение воды объясняется ее высокими огнегасительными качествами: большой удельной теплоемкостью (2263,8 кДж /кг град), значительным увеличением объема при парообразовании (1 кг воды при испарении образует 1700 л пара), который вытесняет из зоны горения кислород воздуха, чем ухудшает процесс окисления горючих веществ. Мелкораспыленная вода быстро снижает температуру в горящем объекте и способствует осаждению дыма. Однако вода обладает электропроводимостью, поэтому не может быть использована для тушения горящего электрооборудования, находящегося под напряжением. Кроме того, вода вступает в реакцию с некоторыми химическими веществами (карбид кальция, щелочные металлы), вызывает повышение температуры реагирующих веществ, что создает опасность.

Забор воды для тушения пожаров внутри помещения осуществляется через пожарные краны, снабженные пожарным рукавом. Рукав с пожарным краном соединяется с помощью соединительных головок с уплотняющими кольцами. Пожарные краны располагаются один от другого на расстоянии, обеспечивающем перекрытие струй при их использовании.

Забор воды для наружного пожаротушения осуществляется из гидрантов-колодезцев, оборудованных патрубком для подсоединения пожарного рукава и запорным вентилем.

Отрицательными свойствами воды также являются образование взрывоопасных концентраций при воздействии на слои пыли (угольной, травяной му-

ки, цементной пыли), опасность механического повреждения раскаленных предметов, плохая смачиваемость некоторых волокнистых и твердых веществ, упакованных в тюки (хлопок, лен, шерсть).

Для улучшения свойств воды при тушении пожара в нее могут добавляться различные химические вещества–смачиватели (сульфонаты, сульфонолы, пенообразователи), обеспечивающие снижение расхода воды и уменьшение времени тушения. При применении водных эмульсий галогенированных углеводородов (смесь воды с 5–10 % бромэтила) наряду с охлаждающим действием воды проявляется ингибирующее действие галогенированных углеводородов.

**Войлок, кошма, асбестовое полотно** – применяются при тушении небольших пожаров путем набрасывания материала на очаг возгорания для прекращения доступа воздуха. Производится в виде полотен площадью не менее 1×1 м, при этом войлок и кошма пропитываются антипиренами. Хранение рулонных материалов следует производить в свернутом виде в металлическом ящике, в помещении с низкой влажностью, чтобы полотно не сгнило. Применение этих материалов для тушения не слишком эффективно, поэтому они чаще используются для защиты ценного стационарного оборудования во время тушения другими средствами.

Багры, топоры, ломы используются для вскрытия помещений или отделения горящих элементов конструкций. Они размещаются на пожарных щитах.

### **Огнегасительные пены**

Для тушения легковоспламеняющихся жидкостей, а также твердых горючих веществ и материалов широко применяются химические и воздушно-механическая пена.

Пены применяют для тушения твердых горючих веществ и материалов, легковоспламеняющихся жидкостей с плотностью менее 1,0 г/см<sup>3</sup> и не растворяющихся в воде. Она представляет собой массу пузырьков газа, заключенных в тонкие оболочки жидкости. Растекаясь по поверхности горячей жидкости, пена охлаждает и изолирует очаг горения, а выделяющийся углекислый газ снижает концентрацию кислорода в окружающем воздухе. Пены характеризуются кратностью и стойкостью.

**КРАТНОСТЬ** – это отношение объема пены к объему исходных продуктов. Кратность химической пены около 5, воздушно–механической – 60–70.

**СТОЙКОСТЬ** – это время, в течение которого пена способна сохраняться при высокой температуре. Стойкость химической пены – до 1 часа, воздушно–механической – 30–45 мин.

Выделяют два вида пены: химическую и воздушно-механическую.

**Химическая пена** получается при взаимодействии серной кислоты или растворов ее солей угольной кислоты в присутствии пенообразователя. В результате реакции выделяется углекислый газ, образующий при наличии пенообразователя устойчивую химическую пену, способную удерживать на верти-



кальных поверхностях и относительно мало разрушающуюся под действием пламени.

Химическая пена состоит по объему примерно из 80 % углекислого газа, 19,6 % воды и 0,4 % пенообразующего вещества. Ее объемная масса около 0,2 г/см<sup>3</sup>.

При тушении легковоспламеняющихся горючих жидкостей пена, покрывая поверхности, изолирует их от окружающего воздуха, а углекислый газ снижает концентрацию кислорода в окружающем воздухе. Если снизить концентрацию кислорода в воздухе с 21 до 12...13 %, горение в обычных условиях прекращается.

**Воздушно–механическая пена** образуется в результате интенсивного перемешивания воздуха с водным раствором пенообразователя в специальных аппаратах – пеносмесителях и воздушно–пенных стволах. Воздушно–механическая пена в зависимости от пенообразования состоит из 83...90 % воздуха, 9,5...16,6 % воды и 0,4...0,5 % пенообразователя. Объемная масса пены – 0,11...0,17 г/см<sup>3</sup>, кратность – 60–70. Воздушно–механическую пену применяют для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и твердых веществ. По сравнению с химической пеной она менее стойкая, но более экономична, легко и быстро получается, безвредна для людей и животных, почти не электропроводна и не вызывает коррозию металла.

### ***Инертные разбавители***

Водяной пар, диоксид углерода, азот, аргон, дымовые газы, летучие ингибиторы.

Тушение при разбавлении среды инертными разбавителями связано с потерями тепла на нагревание этих разбавителей, снижением концентрации кислорода, скорости процесса и теплового эффекта реакции горения.

**Водяной пар** (технологический, отработавший) применяют для тушения пожаров в закрытых, плохо вентилируемых помещениях объемом до 500 м<sup>3</sup> и создания паровоздушных завес на открытых технологических площадках и установках. Огнегасительная концентрация водяного пара в воздухе при тушении должна составлять около 35 % по объему.

**Диоксид углерода** применяют для тушения пожаров в сушильных печах, легковоспламеняющихся жидкостей, электрооборудования, находящегося под напряжением, дорогого оборудования и ценностей, которые могут быть повреждены водой и пеной (компьютерные залы, ценные документы, картинные галереи). Однако нельзя тушить щелочные и щелочноземельные металлы, некоторые гидриды металлов. Для большинства веществ огнегасительная концентрация его должна составлять 20–30 % объема. Содержание в воздухе 10 % СО опасно, а 20 % – смертельно опасно для человека (наступает паралич органов дыхания).

**Азот** применяют при тушении веществ, горящих пламенем. Он плохо тушит вещества, способные тлеть (дерево, бумага), и практически не тушит во-

локнистые вещества (ткань, вата, хлопок). Огнегасительная концентрация азота в воздухе должна составлять 35 % объема. Разбавление воздуха азотом до содержания кислорода в пределах 12–16 % объема безопасно для человека.

### ***Тушение углекислотой***

Эффект тушения углекислотой заключается в том, что она в воздухе очага горения снижает содержание кислорода до предела, при котором горение прекращается, а также снижает температуру.

**Углекислый газ ( $CO_2$ )** – газ в 1,5 раза тяжелее воздуха. В огнетушителях углекислый газ находится в жидком состоянии, в которое он переходит при давлении 35 атм. (3,5 МПа) и 0°С или 60 атм. (6 МПа) и 20°С. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 л газа. При выпуске из огнетушителя она сильно расширяется (до 500 раз), превращаясь в снегообразную массу с низкой температурой. Углекислый газ электронейтральный. Углекислоту применяют для тушения небольших поверхностей горючих жидкостей, электрических установок под напряжением, изделий и материалов, портящихся при смачивании.

### ***Огнегасильные порошки***

Огнетушащие порошки представляют собой мелкоизмельченные минеральные соли. Они обладают ингибирующим действием, изолируют горящие материалы от воздуха или изолируют пары и газы от зоны горения. Предназначены для тушения щелочных металлов, металлоорганических соединений, фосфора, горючих жидкостей и других веществ, вступающих в реакцию с водой, электроустановок, находящихся под напряжением, ценных документов, картин и других материалов, повреждающихся воздействием воды и пены. Порошки безвредны для людей, экономичны, при низких температурах не замерзают. Выпускают порошки состава ПСБ, ПФ (тушат углеводороды, древесину, электрооборудование), ПС (тушат металлы, металлоорганические соединения) и др.

Наиболее распространен порошок марки ПСБ. Его состав: гидро–карбонат натрия – 88 %, тальк – 10 %, стеарат металла – 2 %. В очаге пожара порошок разлагается с выделением углекислого газа. Огнегасящее действие сухих порошковых составов заключается в том, что они под воздействием высокой температуры плавятся, образуя на поверхности горящего вещества воздухо непроницаемую пленку, и препятствуют доступу кислорода в зону горения.

Огнегасильные порошки имеют ряд преимуществ:

- 1) они и продукты их разложения не опасны для здоровья человека;
- 2) как правило, не оказывают коррозионного воздействия на материалы;
- 3) защищают людей, производящих тушение пожара, от тепловой радиации, излучаемой от очага пожара.

## *Галоидоуглеводороды*

Галоидоуглеводороды (хладоны) относятся к ингибирующим средствам. Наиболее эффективное действие оказывают бром-, фторпроизводные метана и этана. Галоидоуглеводороды используют при тушении цехов химических производств, сушилок, окрасочных камер, складов с горючими жидкостями, электроустановок, находящихся под напряжением. Не применяются для тушения металлов, ряда металлосодержащих соединений, гидридов металлов, материалов, содержащих в своем составе кислород. Они (наркотическое, токсичное действие) вредны для человека и обладают коррозионным действием.

### *Комбинированные составы*

Соединяют в себе свойства различных огнетушащих веществ и позволяющие повысить эффективность тушения пожаров. К ним относятся водогалогенуглеводородные эмульсии, комбинированный азотно–углекислотный состав для тушения щелочных металлов в помещениях, водные растворы двууглекислой соды, углекислой соды, поташа, хлористого аммония, поваренной соли, глауберовой соли, аммиачнофосфорных солей, сернокислой меди, четыреххлористый углерод, бромэтил, азотно–хладоновые, углекислотно–хладоновые составы.

## **1.2. Огнетушители**

### *Классификация огнетушителей*

Пожары в начальной стадии ликвидируют с помощью огнетушителей. Огнетушители – технические устройства, предназначенные для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения.

1. Огнетушители по виду применяемого огнегасящего вещества подразделяются на:

1.1. В – водные.

Водные огнетушители по виду выходящей струи огнегасящего вещества подразделяются на:

Р – огнетушители с распылительной струей;

К – огнетушители с компактной струей.

1.2. Пенные огнетушители подразделяются на:

ВП – воздушно–пенные;

ХП – химические пенные.

По кратности пенообразования подразделяются на:

Н – низкой кратности от 5 до 20; С – средней кратности от 20 до 200.

1.3. П – порошковые.

1.4. Газовые, в том числе:

У – углекислотные;

Х – хладоновые.

2. По принципу вытеснения огнегасящего вещества огнетушители подразделяются на:

- З – закачные;
- Б – с баллоном сжатого газа;
- Г – с газогенерирующим элементом.

3. По возможности перезарядки огнетушители подразделяются на:

- перезаряжаемые;
- неперезаряжаемые (одноразового использования).

4. По величине рабочего давления огнетушители подразделяются на:

- низкого давления ( $P < 2,5$  МПа);
- высокого давления ( $P > 2,5$  Мпа).

Наибольшее распространение из приведенной классификации сельскохозяйственного производства получили порошковые и углекислотные огнетушители.

5. По массе корпуса: переносные (массой до 20 кг); передвижные (массой не менее 20 кг, но не более 40 кг); стационарные.

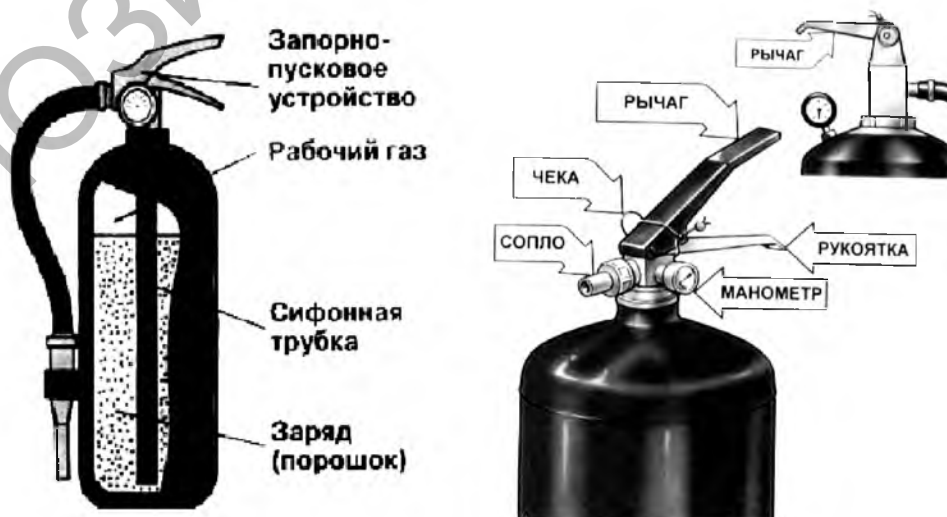
6. По объему корпусов: ручные малолитражные (до 5 л); промышленные ручные (5–10 л); стационарные и передвижные (более 10 л).

7. По виду пусковых устройств: с вентильным затвором; с запорно-пусковым устройством пистолетного типа; с пуском от пиропатрона; с пуском от постоянного источника давления.

### *Порошковые огнетушители закачного типа*

В закачных порошковых огнетушителях (рисунок 2) рабочий газ находится внутри металлического корпуса под давлением 1,4 МПа. В запорно-пусковое устройство входит: пусковой рычаг, запорно-пусковое устройство (клапан с пружиной), манометр. К запорно-пусковому устройству присоединяется шланг с распылителем.

Для приведения огнетушителя в действие необходимо выдернуть предохранительную чеку и, удерживая шланг с распылителем в нужном направлении, нажать на пусковой рычаг.



**Рисунок 2 – Порошковые огнетушители закачного типа**  
(<http://www.0-1.ru/articles/showdoc.asp?dp=extinguishers&chp=6>)

Не следует использовать порошковые огнетушители для защиты оборудования, которое может выйти из строя при попадании порошка (электровычислительные машины, электронное оборудование, электрические машины коллаторного типа), ценных вещей и одежды на человеке.

Все огнетушители должны перезаряжаться сразу же после применения или если величина утечки газового ОТВ или вытесняющего газа превысит допустимое значение (10 % в год от рабочего давления).

Порошковые огнетушители должны проходить ежегодную проверку ОТВ и раз в 5 лет перезаряжаться. При ежегодном техническом осмотре их выборочно (не менее 3 % от общего количества огнетушителей одной марки) разбирают и проводят проверку основных эксплуатационных параметров огнетушащего порошка:

- внешний вид;
- наличие комков или посторонних предметов;
- сыпучесть при пересыпании рукой;
- возможность разрушения небольших комков до пылевидного состояния при их падении с высоты 20 см;
- содержание влаги и дисперсность.

Техническая характеристика закачных порошковых огнетушителей представлена в таблице 1.

**Таблица 1 – Техническая характеристика закачных порошковых огнетушителей**

Наименование показателей	Значение		
	ОП–2 (3)	ОП–5 (3)	ОП–10 (3)
Вместимость корпуса, л	2	5	10
Рабочее давление, МПа	1,4	1,4	1,4
Длина струи ОТВ, м	3,0	3,0	4,5
Диапазон температур эксплуата-	–20... +50	–20... +50	–20... +50
Срок службы, лет	10	10	10
Продолжительность приведения огнетушителя в действие, не более,	5	5	5

В случае неудовлетворения требованиям нормативной и технической документации все огнетушители данной марки подлежат перезарядке.

Пусковой рычаг, преодолевая сопротивление пружины, откроет запорный клапан, и огнетушащий порошок поступит из емкости через дренажную трубку и удлиняющий шланг к распылителю. Тушение проводить с наветренной стороны.

Схема приведения в действие порошковых огнетушителей приведена на рисунке 3.



**Рисунок 3 – Схема приведения в действие порошковых огнетушителей**

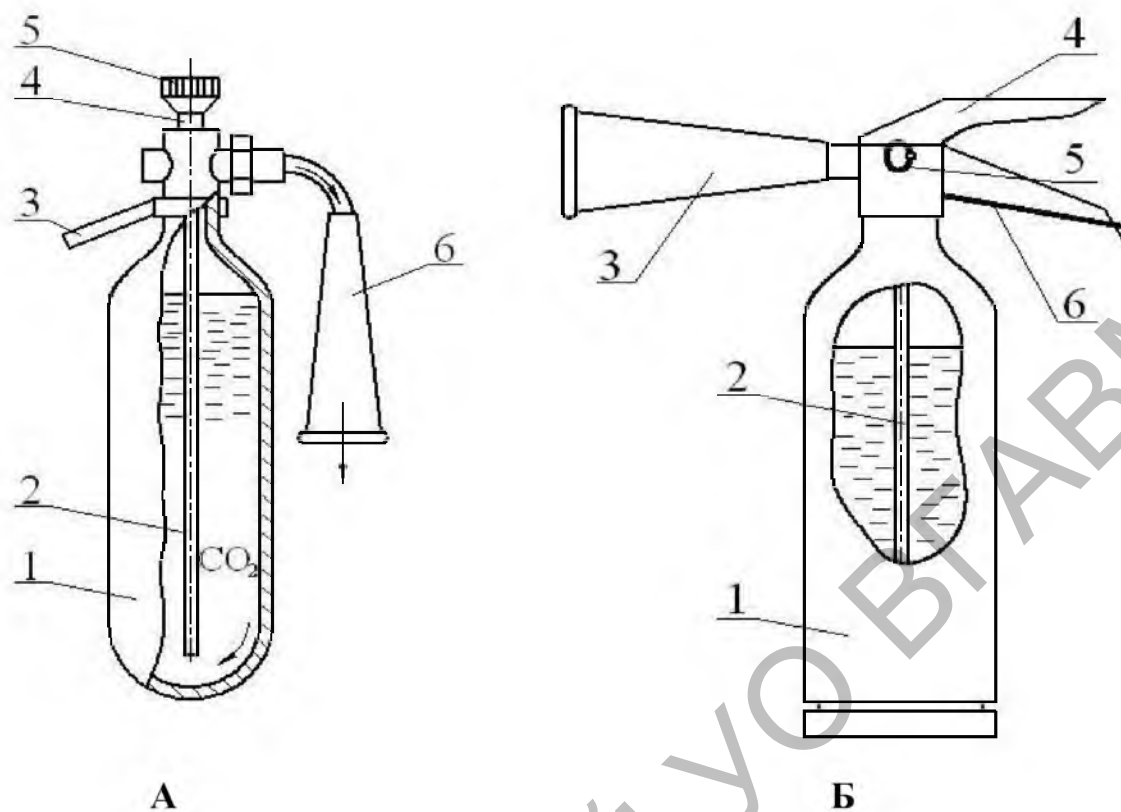
(<http://www.0-1.ru/articles/showdoc.asp?dp=extinguishers&chp=6>)

### *Углекислотные огнетушители*

Углекислотные огнетушители ОУ (рисунок 4) применяются для тушения загораний в электроустановках, находящихся под напряжением, а также тушения горящих материалов, которые могут быть испорчены водой, пеной и другими веществами. Эти огнетушители различной емкости заполняются углекислотой под давлением 6,0 МПа.

Углекислотные огнетушители подразделяются на переносные (ОУ-1, ОУ-2, ОУ-3, ОУ-5, ОУ-8), передвижные (ОУ-10, ОУ-20, ОУ-40, ОУ-80) и стационарные. Эксплуатируются при температуре от  $-40$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Переносные предназначены для тушения загорания в электроустановках под напряжением до 1000 В (различного электрооборудования, находящегося под напряжением до 10 кВ), а также различных веществ и материалов, за исключением тех, которые могут гореть без доступа воздуха. Они применяются особенно эффективно при объемном тушении и когда для тушения пожара необходимы «чистые» огнетушащие составы, не повреждающие защищаемое оборудование или объекты.

Передвижные предназначены для тушения возгораний горючих и легковоспламеняющихся жидкостей на площади до  $5 \text{ м}^2$ , электроустановок небольших размеров, находящихся под напряжением, двигателей внутреннего сгорания, а также возгораний и пожаров в тех случаях, когда применение воды не дает положительного эффекта или нежелательно (например, в музеях, картинных галереях, архивах и т.п., в офисных помещениях при наличии оргтехники, а также в жилом секторе).



- А) 1 – корпус; 2 – сифонная трубка; 3 – рукоятка; 4 – вентиль;  
5 – маховичок; 6 – раструб-снегообразователь;
- Б) 1 – корпус; 2 – сифонная трубка; 3 – раструб-снегообразователь; 4 – рычаг запорно-пускового устройства; 5 – предохранительная чека; 6 – ручка для переноски

**Рисунок 4 – Огнетушитель углекислотный с запорным вентилем**

Передвижные предназначены для тушения возгораний горючих и легко воспламеняющихся жидкостей на площади до  $5 \text{ м}^2$ , электроустановок небольших размеров, находящихся под напряжением, двигателей внутреннего сгорания, а также возгораний и пожаров в тех случаях, когда применение воды не дает положительного эффекта или нежелательно (например, в музеях, картинных галереях, архивах и т.п., в офисных помещениях при наличии оргтехники, а также в жилом секторе).

Для приведения в действие огнетушителя раструб направляют на горящий объект и, достав предохранительную чеку, нажимают на рукоятку затвора, или открывают вентиль до упора, вращая против часовой стрелки (в зависимости от типа установленного на огнетушителе запорного устройства) (рисунок 4).

Заряд в огнетушителе представлен в виде двуокиси углерода, которая находится в жидком состоянии под давлением 6 МПа.

Для приведения огнетушителя в действие необходимо направить раструб-снегообразователь на очаг горения и медленно поворачивать маховичок вентиля против часовой стрелки (рисунок 4 А), в углекислотных огнетушителях с запорно-пусковым устройством (рисунок 4 Б) необходимо поджать его подвижный рычаг к рукоятке удержания их корпуса. При этом углекислота по-

стует по сифонной трубке в раструб, где превращается в снегообразную массу (температура до  $-78^{\circ}\text{C}$ ). В зависимости от емкости баллона время действия углекислотных огнетушителей 25–40 с., полезная длина струи – 1,5–3,5 м.

При срабатывании запорно-пускового устройства пробивается предохранительная мембрана, и заряд за счет давления по сифонной трубке направляется к раструбу и выбрасывается наружу в виде белых снегообразных хлопьев.

Работа углекислотного огнетушителя основана на вытеснении заряда диоксида углерода под действием соответственного избыточного давления, которое задается при его заполнении.

Запрещается применять углекислотные огнетушители для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением 10 кВ и выше, металлов, а также веществ, которые могут гореть без доступа воздуха. При оснащении раструбом, изготовленным из металла, запрещается использовать для тушения электрооборудования под напряжением.

При работе с углекислотными огнетушителями нельзя прикасаться оголенными частями тела к раструбу огнетушителя, т. к. это может привести к ожогам. При тушении электроустановок, находящихся под напряжением, не допускается подходить к раструбу ближе 1 м до электроустановки и пламени.

После применения огнетушителя в закрытом помещении необходимо проветривание помещения.

Углекислотные огнетушители подлежат перезарядке один раз в пять лет, при этом ежегодно должна производиться проверка на утечку  $\text{CO}_2$  путем взвешивания. При снижении массы углекислоты более чем на 5 % или 50 г, огнетушитель перезаряжают.

Техническая характеристика углекислотных огнетушителей представлена в таблице 2.

**Таблица 2 – Техническая характеристика углекислотных огнетушителей**

Показатели	ОУ-2	ОУ-3	ОУ-5	ОУ-6	ОУ-8
Вместимость корпуса, л	2	3	5	6	8
Масса огнетушителя, кг	6,2	7,6	13,5	14,5	20
Длина струи, м	3	2,5	3	3	3
Продолжительность действия, с	8	9	9	10	15

В углекислотно-бромэтиловых огнетушителях (ОУБ-3, 3А и ОУБ-7, 7А) заряд состоит из бромистого этила (97 %) и углекислоты (3 %). Рабочее давление в корпусе огнетушителя для выброса заряда создается сжатым воздухом. Предназначены для тушения не больших загораний всех видов горючих и тлеющих материалов, электроустановок, находящихся под напряжением до 380 В. Огнегасительный эффект (химическое торможение реакции горения) в несколько раз выше, чем у углекислотных огнетушителей. Эксплуатируются при температуре от  $-60$  до  $+55^{\circ}\text{C}$ .

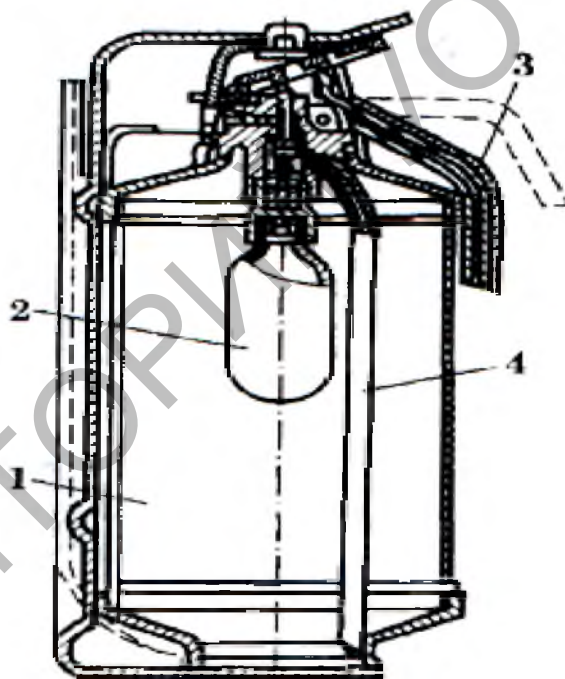


Углекислотные бромэтиловые огнетушители непригодны для тушения щелочных, щелочноземельных металлов и сплавов на их основе, а также материалов, горение которых может происходить без доступа воздуха.

### *Аэрозольные огнетушители*

Аэрозольные огнетушители. Промышленность выпускает аэрозольные огнетушители типа ОАХ-3, ОА-3, ОХ-3. Они предназначены для тушения возгораний легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, твердых веществ, электроустановок под напряжением. Температура хранения и эксплуатации аэрозольных огнетушителей не должна превышать +50°C.

Для приведения в действие огнетушителя достают предохранительную чеку, нажимают на пусковой рычаг, который через шток открывает запорный клапан (рисунок 5). В качестве заряда применяют парообразующие галоидированные углеводороды (бромистый этил, хладон, смесь хладонов или смесь бромистого этила с хладоном).



1 – корпус; 2 – баллончик; 3 – рукоятка; 4 – сифонная трубка

**Рисунок 5 – Огнетушитель аэрозольный ОА-3**

(<https://lektsii.org/12-69564.html>)

В огнетушитель нагнетается либо только огнегасительное средство, либо еще и дополнительный газ (воздух, азот). Под действием сжатого воздуха заряд проходит по сифонной трубке и выбрасывается наружу через распылитель в виде мелкодисперсного аэрозоля.

Не допускается применение огнетушителей для тушения щелочных металлов и веществ, которые горят без доступа кислорода. При работе с ними надо соблюдать технику безопасности, так как огнетушащие вещества являются нежелательными для вдыхания человеком.

## Воздушно–пенные огнетушители

Промышленность выпускает ручные воздушно–пенные огнетушители типа ОВП–5 и ОВП–10, а также стационарные типа ОВП–100 и ОВПУ–250. Воздушно–пенные огнетушители предназначены для тушения твердых и жидких веществ и материалов (дерева, бумаги, краски, ГСМ). Эксплуатируются при температуре 5–50 °С.

Для приведения огнетушителя в действие срывают пломбу и нажимают на пусковой рычаг: игла прокалывает мембрану баллона, и газ устремляется в корпус, создавая давление. В качестве заряда содержится шестипроцентный водный раствор пенообразователя ОП–1. Раствор из корпуса огнетушителя выталкивается диоксидом углерода по сифонной трубке в насадку, где раствор перемешивается с воздухом и образуется воздушно–механическая пена (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Воздушно-пенный огнетушитель**

(<http://moysignal.ru/pozharnye/pribory/kak-gramotno-podobrat-vozdushno-pennyjj-ognetushitel.html>)

Не допускается применение огнетушителя для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, щелочных металлов, веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха (алюминий, магний, натрий, калий), сильно нагретых или расплавленных веществ, веществ, вступающих с водой в химическую реакцию, которая сопровождается интенсивным выделением тепла и разбрызгиванием горючего. Недостатком огнетушителей данного типа

является узкий температурный диапазон применения и высокая коррозионная активность заряда.

Пенные огнетушители подлежат перезарядке один раз в год.

### **1.3. Размещение огнетушителей на объекте**

На каждый огнетушитель, установленный на объекте, должен быть заведен паспорт. Огнетушителю присваивается порядковый номер, который записывается в эксплуатационный паспорт огнетушителя и в журналы по ТО огнетушителей согласно ТКП 295–2011 «Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации».

Для поддержания в постоянной готовности к использованию и надежной работе в течение всего срока эксплуатации огнетушители должны подвергаться ТО. Оно включает в себя периодические проверки, капитальный ремонт, испытания и перезарядку огнетушителей. Капитальный ремонт, испытания, перезарядка огнетушителей всех типов должны выполняться организациями, имеющими лицензию на данный вид деятельности. О проведенном ТО делается отметка в паспорте, на корпусе (с помощью этикетки или бирки) огнетушителя, производится запись в журнале учета огнетушителей и заполняются документы по ТО огнетушителей. Запорная арматура (краны, рычажные клапаны) огнетушителей должна быть опломбирована. Огнетушители с сорванными пломбами должны быть изъяты для проверки и перезарядки. Выведенные во время ремонта, испытания или перезарядки из эксплуатации огнетушители должны быть заменены резервными с техническими и эксплуатационными характеристиками, не уступающими требованиям нормативных документов.

Огнетушители устанавливаются в легкодоступных и заметных местах, рядом с местами наиболее вероятного возникновения пожара, вдоль путей прохода, а также около выхода из помещения. Они должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей, тепловых потоков, механических воздействий и других неблагоприятных факторов (вибрации, агрессивных сред, повышенной влажности), которые могут отрицательно влиять на их работоспособность. Огнетушители не должны препятствовать эвакуации людей во время пожара, не должны устанавливаться в таких местах, где значения температуры выходят за температурный диапазон, указанный на огнетушителях.

Огнетушители переносные должны быть размещены навеской на вертикальные конструкции на высоте не более 1,5 м от уровня пола до нижнего торца огнетушителя и на расстоянии от двери, достаточном для ее полного открывания, или установкой в пожарные шкафы совместно с пожарными кранами, в специальные тумбы или на пожарные щиты и стены.

Огнетушители должны располагаться так, чтобы основные надписи и пиктограммы, показывающие порядок приведения их в действие, были хорошо видны и обращены наружу или в сторону наиболее вероятного подхода к ним.

Огнетушители массой 15 кг и более могут устанавливаться на полу с обязательной фиксацией от возможного падения при случайном воздействии.

Огнетушители должны располагаться так, чтобы основные надписи и пиктограммы, показывающие порядок их приведения в действие, были хорошо видны и обращены наружу или в сторону наиболее вероятного подхода к ним.

Организации или предприятия, осуществляющие ТО огнетушителей, должны быть аккредитованы в системе Государственного комитета по стандартизации, метрологии и сертификации Республики Беларусь и иметь соответствующую лицензию Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

#### **1.4. Техническое обслуживание огнетушителей**

Огнетушители, введенные в эксплуатацию, должны подвергаться техническому обслуживанию, включающему в себя периодические проверки, осмотры, ремонт, испытания и перезарядку огнетушителей.

Перед введением огнетушителя в эксплуатацию он должен быть подвергнут проверке, в процессе которой производят его внешний осмотр, проверяют его комплектацию и состояние места его установки (заметность огнетушителя, возможность подхода к нему), а также читаемость инструкции по работе с ним.

При внешнем осмотре огнетушителя обращают внимание на: наличие вмятин, глубоких царапин на корпусе и узлах управления; состояние защитных и лакокрасочных покрытий; наличие и состояние инструкции по эксплуатации огнетушителя; наличие опломбированного предохранительного устройства; исправность манометра и индикатора давления, наличие необходимого клейма, величину давления в огнетушителе; массу огнетушителя, а также массу ОТВ (расчетным путем); состояние гибкого шланга (при его наличии).

По результатам проверки делают необходимые отметки в эксплуатационном паспорте на него. При ежегодной проверке, кроме внешнего осмотра, определяют величину утечки ОТВ. Проводят вскрытие огнетушителя (полное или выборочное), при необходимости огнетушители перезаряжают. Не реже чем 1 раз в 5 лет каждый огнетушитель должен быть разряжен, корпус должен быть очищен от остатков ОТВ, произведен внешний и внутренний осмотры, а также гидравлическое испытание на прочность и пневматическое испытание на герметичность корпуса, шланга, запорного устройства.

#### **1.5. Первичные средства пожаротушения**

Все производственные, складские, административно-вспомогательные здания и помещения животноводческих ферм должны быть обеспечены средствами тушения пожаров (таблица 3).

На территории животноводческих ферм, помимо указанных в таблице первичных средств пожаротушения, должен быть оборудован пожарный щит со следующим набором: порошковые огнетушители – 2, ломы – 2, багры – 2, топоры – 2, лопаты – 2. Здесь же надо иметь ящик с песком и приставные лестницы (не менее одной на каждое здание). В животноводческих и складских помещениях так же следует оборудовать пожарные щиты.

**Таблица 3 – Нормируемое количество первичных средств пожаротушения в помещениях животноводческих ферм**

Наименование	Кол-во единиц	Первичные средства пожароту-		
		огнетушители порошковые объемом 5 л	ящик с песком и лопата	бочки с водой и ведро
Помещение для содержания скота	100 гол.	1	-	1
Помещения для теплогенераторов, паровых и водогрейных котлов	помещение	2	1	-
Кормоприготовительное помеще-	помеще-	1	1	-
Закрытые склады продовольствия и фуража	300	1	-	1
Открытые хранилища сена и соломы	каждая скирда	1	-	1

Помещения для животных, оборудованные внутренним противопожарным (или приспособленным для тушения пожара) водопроводом, обеспечивают огнетушителями из расчета 50 % от расчетного количества. Каждое помещение рекомендуется обеспечить огнетушителями только одного типа.

Вместимость ящика с песком – не менее 0,5 м<sup>3</sup>, а бочки с водой – не менее 0,25 м<sup>3</sup>. Конструкция ящика и бочки должна обеспечить удобное извлечение песка и забора воды.

Размеры войлочной асбестовой ткани или кошмы, применяемых в качестве первичных средств пожаротушения, должны составлять не менее 1x1 м.

Огнетушители и другие первичные средства необходимо размещать в помещениях на видных и легкодоступных местах, по возможности ближе к наружным выходам. Высота расположения огнетушителей – не более 1,5 м, от пола до днища огнетушителя – не менее 1,2 м. Не допускается размещение огнетушителей на путях эвакуации людей и животных (кроме случаев размещения в нишах.)

На зиму огнетушители, установленные на территории фермы необходимо помещать в отапливаемые помещения, а на участках, с которых они сняты, вывешивать объявления о пунктах сосредоточения огнетушителей.

Контроль за содержанием и постоянной готовностью к действию огнетушителей и других средств пожаротушения на территории фермы осуществляют администрация и члены нештатной пожарной дружины.

### ***Требования к путям эвакуации людей***

Для обеспечения безопасной эвакуации не допускается: уменьшать минимальную эвакуационную ширину и высоту, а также загромождать проходы, выходы, двери на путях эвакуации, эвакуационные выходы на кровлю.

### Важно знать!

Минимальную эвакуационную ширину коридоров, проходов, галерей, эстакад и выходов в зданиях следует определять по таблице 4, основанной на ТКП 45–2.02–279–2013 «Здания и сооружения. Эвакуация людей при пожаре. Строительные нормы проектирования» либо расчетным путем по методикам, установленным в действующих ТНПА.

На объектах с круглосуточным пребыванием людей и животных (за исключением жилых зданий) должно быть организовано круглосуточное дежурство персонала.

Во время загорания и тушения пожара важной задачей является успешная эвакуация людей, животных и материальных ценностей из зоны пожара. Допустимая продолжительность эвакуации зависит от времени достижения критических для человека условий: критической температуры ( $60^{\circ}\text{C}$ ), снижения концентрации кислорода в воздухе помещений, снижения видимости из-за задымления, появления токсических веществ. Допустимое время эвакуации людей и животных из зданий I и II степени огнестойкости (все конструктивные элементы, несгораемые, с пределом огнестойкости 0,25–2,5 часа) – 6 минут, из зданий III и IV степени огнестойкости (несгораемые и трудносгораемые конструкции) – 4 минуты, из зданий V степени (все конструкции из сгораемых материалов) – 3 минуты.

Число эвакуационных выходов из животноводческих помещений определяют по формуле:

$$N_3 = N/n_g * \delta,$$

где  $N$  – количество животных, содержащихся в помещении;

$n_g$  – допустимое количество животных на 1 м ширины выхода, принимается по таблице 4;

$\delta$  – ширина одних ворот, принимается не менее 2 м для зданий крупного рогатого скота, 1,5 м – для свинарников и 2,5 м – для овчарен. Для каждого животноводческого помещения принимается не менее двух ворот (входные и выходные).

Данные для расчета представлены в таблице 4.

**Таблица 4 – Допустимое количество животных на 1 м ширины выхода из помещений различной огнестойкости**

Вид и возраст животного	Число животных на 1 м ширины в зданиях по степени огнестойкости		
	II	III	IV
Коровы	50	30	20
Свиноматки и хряки	30	20	15
Свиньи на откорме и молодняк	300	250	150
Овцы	200	150	120
Лошади	25	20	15
Телята	100	60	40

Исходные данные для выполнения индивидуальных заданий приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Данные для расчета числа выходов при эвакуации животных и числа огнетушителей

Номер задания	Размер помещения, м		Название помещения	Число животных, голов
1	90	21	Коровник	300
2	66	21	Коровник	200
3	96	21	Коровник	300
4	72	21	Коровник	200
5	96	18	Коровник	300
6	90	12	Коровник	150
7	72	21	Коровник	200
8	90	21	Коровник	200
9	72	18	Коровник	500
10	90	12	Свинарник	560 (рем. мол.)
11	78	12	Свинарник–маточник	50
12	90	12	Свинарник–маточник	150
13	78	12	Овчарня	500 маток
14	90	18	Овчарня	750 маток
15	66	21	Коровник	200
16	102	21	Родильное отделение	150 коров
17	66	12	Родильное отделение	100 коров
18	42	12	Родильное отделение	50 коров

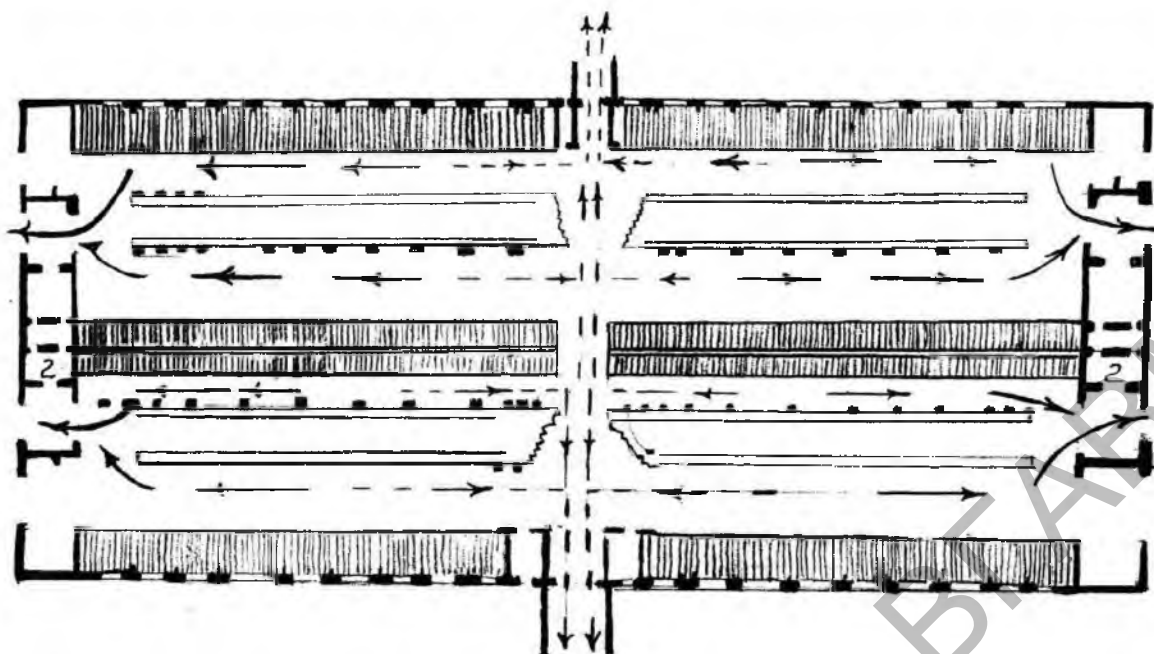
Пути эвакуации (выходы, проходы, тамбуры) должны содержаться свободными. На путях эвакуации не допускается размещать какие-либо предметы, складировать оборудование, корма и материалы. Количество, высота и ширина предусмотренных проектов эвакуационных выходов не должны уменьшаться.

Двери эвакуационных выходов закрывать на замки не допускается. Они должны открываться только наружу. Можно применять внутренние, легко открывающиеся запоры, крючки.

План эвакуации должен быть утвержден руководителем организации. На плане эвакуации обозначают наименование помещений либо их нумеруют и приводят экспликацию помещений. Двери на плане должны быть показаны в открытом виде. Основной путь эвакуации на плане этажа показан сплошной линией, запасной путь эвакуации – пунктирной.

Буквы текста надписей на плане должны быть по высоте 7 мм, шириной не менее 5 мм. План эвакуации размещают на видном месте под стеклом (пленкой).

Пример выполнения графической части плана эвакуации представлен на рисунке 7.



1 – стойла животных; 2 – помещение для инвентаря;  
 —————> – основной путь эвакуации;  
 - - - - -> – запасной путь эвакуации

**Рисунок 7 – План эвакуации людей и животных из коровника на 200 голов**

### Содержание отчета

1. Описать свойства огнегасящих веществ, их достоинства и недостатки.
2. Описать назначение и классификацию огнетушителей и порядок приведения их в действие.
3. Выполнить конструктивную схему огнетушителя по заданию преподавателя.
4. Выполнить расчет количества огнетушителей и числа выходов при эвакуации животных.

### Контрольные вопросы

1. Охарактеризовать основные огнегасящие вещества.
2. Назначение огнетушителей.
3. Классификация и марки огнетушителей.
4. Каковы основные характеристики пенных, углекислых и порошковых огнетушителей?
5. Как привести в действие пенные, углекислотные и порошковые огнетушители?
6. В чем состоит техническое обслуживание огнетушителей?
7. Место размещения огнетушителей и других первичных средств пожаротушения?
8. Как рассчитать количество огнетушителей и число выходов для эвакуации животных?



## Тема 2. КОНТРОЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Цель занятия. Изучить назначение устройства и защитное действие изоляции, зануления и заземления электроустановок. Научиться оценивать сопротивление изоляции и заземляющих устройств, проводить расчет заземлителей.

Материальное обеспечение – мегаомметр ЦС 0202-1, стенды, таблицы.  
Время выполнения работы – 2 часа.

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с общими теоретическими положениями по изучаемым вопросам.
2. Ознакомиться с приборами и методикой измерений сопротивления изоляции и заземления электроустановок.
3. Измерить сопротивление изоляции электропроводки участка электрической сети.
4. Измерить сопротивление изоляции обмоток электродвигателя.
5. Измерить сопротивление растеканию тока заземлителем.
6. Произвести расчет заземлителя согласно заданию.

Безопасность пользования электрической энергией зависит не только от правильного монтажа электроустановки, но и от соблюдения требований, заложенных нормативной документацией в ее эксплуатацию. Контур заземления здания, как составная часть защитного электрического оборудования, требует периодического контроля своего технического состояния.

### *Общие положения по организационным и техническим мероприятиям от поражения электрическим током*

Согласно Правилам устройства электроустановок, их безопасность обеспечивается рядом мер защиты:

- изоляцией (в отдельных случаях – двойной);
- заземлением или занулением корпусов и элементов электроустановок;
- выравниванием потенциалов;
- надежным автоматическим защитным отключением;
- понижением напряжения до 36 В и ниже;
- предупредительной сигнализацией, надписями, плакатами;
- защитными средствами.

### 2.1. Электрическая изоляция электроустановок

Надежная работа электроустановок, безопасность от поражения током обслуживающего персонала (электробезопасность) и пожарная безопасность в первую очередь зависят от состояния изоляции токоведущих частей. Исправное

состояние изоляции обеспечивается неизменностью ее механических, химических и электрических характеристик.

В качестве изоляционных материалов используются различные виды пластмасс, резина, керамика, стекло, асбест, асбоцемент. **Дерево и бетон** не могут быть изоляторами, так как впитывают влагу (отсыревают) и при этом проводят электрический ток. Они используются лишь в качестве опорных конструкций электроустановок. С течением времени и под действием внешних факторов изоляция теряет свои первоначальные свойства и возникает угроза поражения человека электрическим током.

Основными причинами выхода из строя изоляции являются:

- чрезмерный нагрев при протекании по проводам тока выше допустимой для данного сечения величины. Это происходит при очень высоких нагрузках и перегрузках электросети, падении напряжения, подаваемого к электродвигателям, включении в одну розетку двух-трех мощных потребителей, использовании самодельных предохранителей и самодельных нагревательных приборов;

- нагрев частей электроустановок и проводов в местах соединения при недостаточном контакте и искрении;

- нагрев изоляции вблизи горячих и раскаленных элементов;

- короткое замыкание проводов;

- искровой или дуговой разряд между проводами во влажной среде;

- разрушение под действием окружающей среды (при повышенной температуре, влажности, загазованности, запыленности);

- разложение проникновением химически активных жидкостей;

- механические повреждения (перетирающие, заземление, разрыв);

- механические нагрузки подвижных частей, проводов и кабелей;

- естественное старение, растрескивание под действием солнечных лучей, низких температур.

Наряду с обычной изоляцией в настоящее время широко применяются двойная изоляция – проводники в защищенном исполнении (кабели – укладка проводов в резиновую трубку, выключатели с двойной изоляцией, электродрель в пластмассовом корпусе и др.). Для защиты от воздействия внешней среды, механических нагрузок и колебаний температуры кабели прокладываются в трубах (на животноводческих фермах), в свинцовых оболочках с теплоизоляцией (под землей).

Электрическим свойством изоляции является ее сопротивление, имеющее очень большую величину и измеряемое в мегаомах:

$$1 \text{ МОм} = 10^6 \text{ (миллион) Ом} = 1000 \text{ кОм (килоомов)}$$

Требования к изоляции заключаются в нормировании ее сопротивления и регламентировании условий испытаний. Эти требования определены в правилах устройствах электроустановок (ПУЭ), правилах их технической эксплуатации (ПТЭ) и ТКП-181-2009, МПОТЭ.

В практике периодическое измерение сопротивления изоляции в электроустановках до 1000 В производится мегаомметром не реже 1 раза в год вне помещений и в сырых помещениях, с едкими парами и газами и не реже 1 раза в 3 года – в сухих помещениях. В остальных случаях испытания и измерения проводятся с периодичностью, определяемой в системе планово-предупредительного ремонта (ППР). Проверка состояния элементов заземляющего устройства производится в первый год эксплуатации, далее – не реже одного раза в три года. Измерение сопротивления заземляющего устройства проводится не реже одного раза в год. Минимально допустимая величина сопротивления изоляции – 0,5 МОм, меньшие значения (включая нуль) указывают на неисправность изоляции.

## 2.2. Защитное зануление и заземление электроустановок

Металлические части электроустановок (корпуса электродвигателей, машин, магнитных пускателей) в нормальных условиях хорошо изолированы от токоведущих частей и прикасаться к ним совершенно безопасно. В случаях пробоя изоляции и касания проводами корпусов последние оказываются под напряжением и прикосновение обслуживающего персонала к металлическим частям конструкций, связанных с электроустановками, становится опасно для жизни.

Для защиты людей от опасности прикосновения к оборудованию, оказавшемуся под напряжением, применяется защитное зануление электроустановок, потребляющих энергию из трехфазных четырехпроводных сетей.

Принцип действия зануления заключается в том, что с появлением на корпусе напряжения, в цепи «непрерывная фаза – нулевой провод» возникает ток большой величины из-за короткого замыкания. При этом срабатывают плавкий предохранитель фазы или специальное защитноотключающее устройство, которые отсоединяют поврежденную установку от электрической цепи.

Короткое замыкание происходит при попадании фазового провода (напряжения) на металлический корпус прибора, соединенный с нулевым проводником. При этом фиксируется увеличение силы тока в цепи до огромных величин, вследствие чего срабатывают защитные аппараты, которые отключают питающую неисправный прибор линию.

Время отключения в автоматическом режиме поврежденной электролинии для фазного напряжения сети 380/220 В, в соответствии с ПУЭ, не должно превышать 0,4 секунды.

Для осуществления зануления используются специально предназначенные проводники, к примеру, третья жила кабеля или провода в случае с однофазной проводкой (рисунок 8).

**Важно знать!** В цепи защитных зануляющих проводников никаких коммутационных аппаратов (автоматов, рубильников и т.п.), а также предохранителей быть не должно.

Однако в случае обрыва нулевого провода зануление не срабатывает. Поэтому дополнительно применяют заземление корпусов электроустановок.

Целью защитного заземления является снижение до безопасной величины напряжения, случайно появляющегося на металлических частях электрооборудования, при отсутствии или несрабатывании зануления.

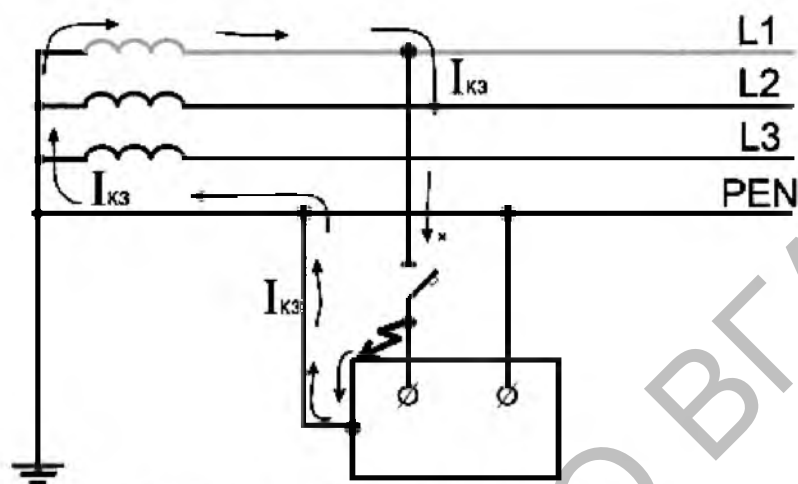


Рисунок 8 – Защитное зануление

Принцип действия заземления заключается в том, что между корпусом электроустановки и землей создается металлическое соединение большой проводимости, вследствие чего ток, проходящий через включенное параллельно этому соединению тело человека или животного, становится не опасным для жизни. Чем меньше величина электрического сопротивления заземляющего устройства, тем меньше будет напряжение на металлических частях электрооборудования, тем под меньшим напряжением окажется человек или животное.

Заземляющим устройством называется совокупность заземлителей и проводников, при помощи которых осуществляется преднамеренное соединение с землей металлических частей электроустановок, нормально не находящихся под напряжением.

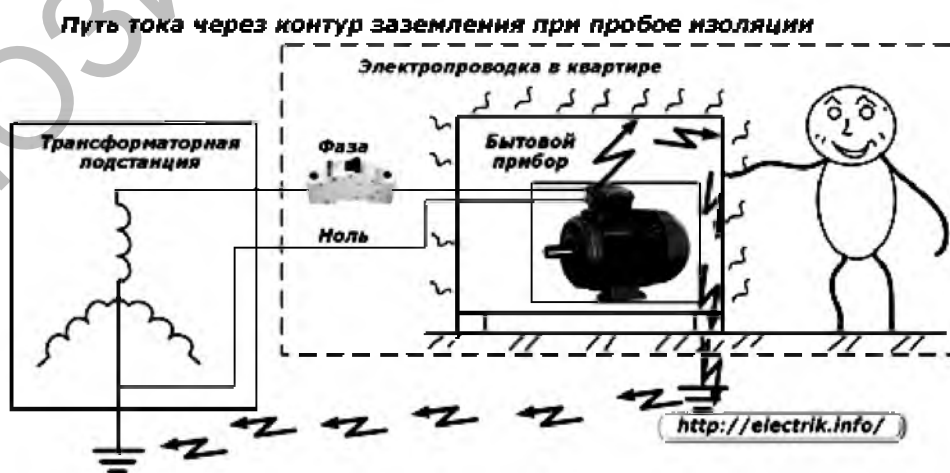


Рисунок 9 – Правильное подключение защитного заземления  
(<http://ya-smogy.net/kak-izmerit-soprotivlenie-zazemleniya.html>)

При возникновении аварийной ситуации, связанной с пробоем слоя изоляции электропроводки, опасное напряжение появляется на корпусе неисправного электроприбора и по РЕ-проводнику через контур заземления стекает на потенциал земли (рисунок 9).

За счет этого величина прошедшего на нетоковедущие части высокого напряжения должна снизиться до безопасного уровня, неспособного причинить электротравму человеку, контактирующему с корпусом неисправного оборудования через землю.

Когда РЕ-проводник или контур заземления нарушены, то отсутствует путь стекания напряжения и ток станет проходить через тело человека, оказавшегося между потенциалами поврежденного бытового прибора и землей (рисунок 10).

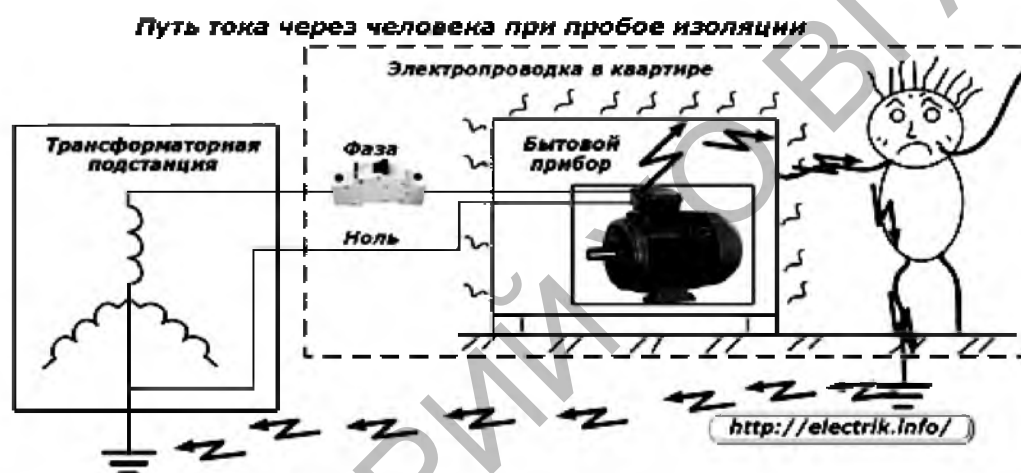


Рисунок 10 – Нарушение правильности подключения защитного заземления

(<http://ya-smogy.net/kak-izmerit-soprotivlenie-zazemleniya.html>)

Поэтому при эксплуатации электрооборудования важно поддерживать в исправном состоянии контур заземления и периодическими электрическими замерами контролировать его состояние.

### 2.3. Приборы и порядок измерения сопротивления изоляции

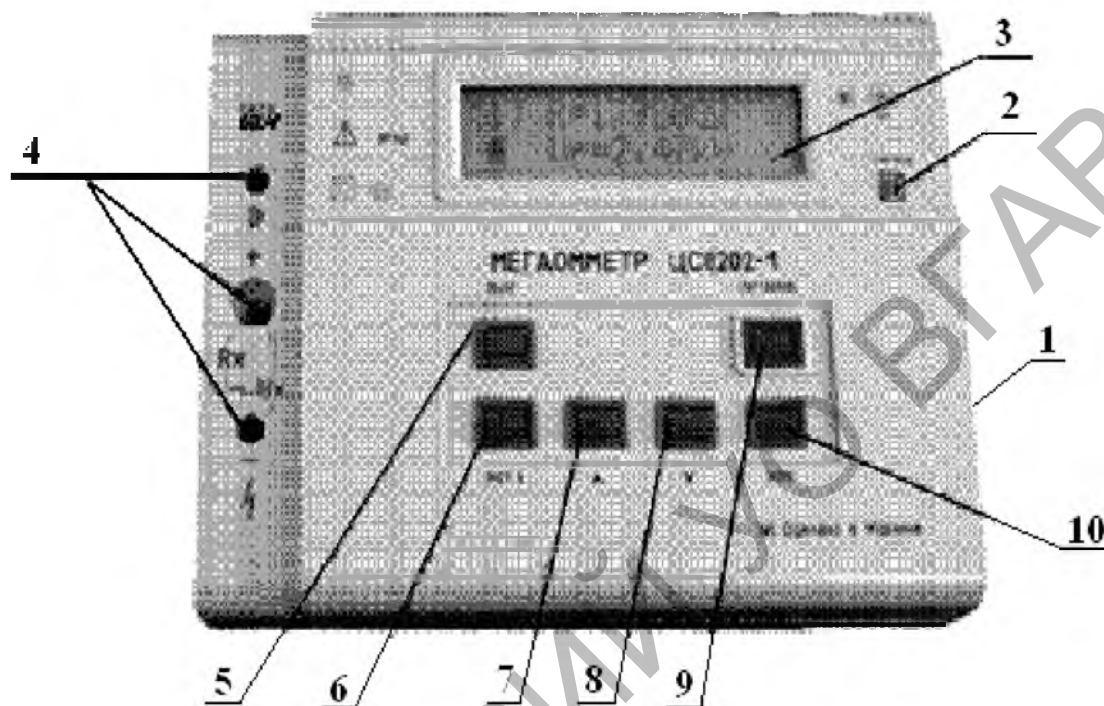
Мегаомметр предназначен для замеров сопротивления изолирующих материалов, применяющихся в электрических цепях, с которых снято напряжение. Производство испытательных работ с помощью мегаомметра допускается при температуре от  $-30$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  и влажности, не превышающей 90 %, при температуре воздуха не выше  $+30^{\circ}\text{C}$ .

В зависимости от модели мегаомметра, максимальное значение диапазона может быть от 200 до 2000 кОм или от 20 до 1000 МОм.

**Мегаомметр ЦС 0202-1,2** – оборудован системой контроля за состоянием аккумулятора. Встроенный стабилизатор обеспечивает защиту аккумулятора от перезарядки. Климатическое исполнение прибора допускает его использова-

ние при температурах окружающего воздуха от -10 до +55 °С и относительной влажности воздуха 90 % (при t +30 °С).

Измерение сопротивления, находящегося под «посторонним» напряжением, не приводит к выходу прибора из строя. В этом случае измерение сопротивления не производится, а выдается сообщение о наличии «постороннего» напряжения и его величине (рисунок 11).



Мегаомметр состоит из: 1 – гнездо подключения внешнего источника электропитания – центральный контакт «плюс»; 2 – индикатор подзарядки аккумуляторов; 3 – дисплей; 4 – измерительные контакты: Э – подключение проводника комплекта поставки, «+» – подключение экранированного шнура, «-» – подключение неэкранированного шнура; 5 – кнопка R<sub>X</sub>/K – индикация результатов измерения сопротивления изоляции ( $R_{I5}$ ) и коэффициента абсорбции текущего <0> и 9 предыдущих измерений; 6 – кнопка УСТ. U – вход в режим установки измерительного напряжения и выход из него; 7, 8 – кнопки «+», «-» – увеличение, уменьшение измерительного напряжения с дискретностью 50 В и извлечение из памяти результатов предыдущих измерений; 9 – кнопка ПИТАНИЕ – включение мегаомметра и сброс; 10 – кнопка ИЗМ – измерение сопротивления изоляции

**Рисунок 11 – Внешний вид мегаомметра ЦС 0202-1**

(<http://pribory-spb.ru/upload/libraryfile/cs0202to.pdf>)

Принцип действия мегаомметра заключается в сравнении падений напряжений на измеряемом и эталонном сопротивлениях.

Разность выходных напряжений логарифмических усилителей пропорциональна логарифму отношения значений измеряемого и эталонного сопротивлений и не зависит от величины напряжения.

Аналоговая величина выходного напряжения усилителей преобразуется аналого-цифровым преобразователем (АЦП) в дискретную и индицируется на дисплее индикатора.

## Порядок выполнения измерительных работ

При измерении сопротивления изоляции между отдельными проводами трехфазной электрической сети присоединяем измерительные контакты прибора ЦС 0202-1 к двум испытуемым проводникам. В начале один контакт присоединяют к нулевому проводнику «0», а второй контакт – поочередно к остальным проводникам обозначенными буквами А, В, С. Таким образом определяется сопротивление изоляции каждого провода относительно земли. Затем измерительные контакты поочередно соединяют с каждой парой проводников А, В, С. Результаты измерений заносятся в протокол №1. При измерении сопротивления обмоток статора электродвигателя один измерительный контакт прибора ЦС 0202-1 соединяют с корпусом электродвигателя, а второй измерительный контакт – поочередно с концами обмоток статора А, В, С. Данные измерений записывают в протокол №1. Сопротивление между отдельными фазами электродвигателя определяют поочередным соединением измерительных контактов с концами обмоток А, В, С. Данные также заносят в протокол №1.

### ПРОТОКОЛ №1

Измерений сопротивления изоляции токоведущих частей электроустановок

№	Испытываемый объект	Сопротивление изоляции по измерениям Ом		Допустимое наименьшее сопротивление изоляции МОм
		относительно земли	между фазами	
		А-0 : В-0 : С-0	А-В : В-С : С-А	
	Участок цепи			
	№1			
	№2			
	№3			
	Электродвигатель			

#### 2.4. Конструктивное исполнение заземлителей и их расчет

Заземлители применяют естественные и искусственные. В качестве естественных заземлителей используют:

- водопроводные и другие трубы, проложенные в земле (за исключением трубопроводов для горючих газов или жидкостей);
- обсадные (металлические) трубы артезианских скважин;
- железобетонные конструкции фундаментов зданий и сооружений.

В качестве искусственных заземлителей рекомендуется применять стальные трубы, угловую или полосовую сталь. Расстояние между стержнями должно быть не менее 2,5–3 м. Стержни заглубляются не менее чем на 0,8–1 м от поверхности земли и соединяются между собой металлической полосой с помощью сварки.

Расчет заземления сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы.

Наибольшее допустимое значение сопротивления заземляющих устройств в электроустановках напряжением до 1000 В согласно ПУЭ не должно превышать 30 Ом.

**Порядок расчета следующий:**

1. Определяем сопротивление растеканию тока  $R_c$  с одиночного заземлителя.

Вполне допустимо при ориентировочных расчетах находить сопротивление одиночного заземлителя любой конструкции, расположенного в однородном грунте, по упрощенной формуле:

$$R_0 = \frac{c\rho}{L},$$

где  $c$  – коэффициент, величина которого зависит от конструкции заземлителя и составляет от 0,25 до 2,1;

$\rho$  – удельное сопротивление грунта (Ом х м) зависит от его состава (структуры, наличия солей) и влажности (таблица 6);

$L$  – длина (м) стержня, полосы, стороны квадратной пластины, если пластина другой формы площадью  $S$  (тогда  $l = \sqrt{S}$ ), а также когда площадь  $S$  занята сеткой или контуром.

**Таблица 6 – Приближенные значения удельного сопротивления грунтов**

Грунт	Удельное сопротивление, Ом х м	
	Возможные пределы колебаний	Рекомендуются для предварительных расчетов
1. Глина	8...70	40
2. Суглинок	40...150	100
3. Песок	400...700	700
4. Супесь	150...400	300
5. Торф	–	20
6. Чернозем	9...53	20

2. Находим количество заземлителей в заземлительном контуре по формуле:

$$n = \frac{R_N K_N}{R_{доп}},$$

где  $K_c$  – коэффициент сезонности,  $K_c = 1,6 \dots 1,8$ ;

$R_{доп}$  – наибольшее допустимое сопротивление заземлителя, Ом.

3. Определяем длину соединительной полосы ( $L_n$ ):

$$L_n = (n - 1) * \alpha,$$

где  $\alpha$  – расстояние между стержнями, м ( $\alpha = 2,5 \dots 3$  м).



Количество заземлителей может быть уменьшено за счет проводимости соединительной полосы.

Исходные данные для выполнения индивидуальных заданий приведены в таблице 7.

**Таблица 7 – Данные для расчета числа выходов при эвакуации животных и числа огнетушителей**

Номер задания	Грунт	Длина стержня, м (L)	Коэффициент (C)
1	чернозем	2,5	2,0
2	глина	3,2	2,0
3	супесчаная почва	3,0	2,0
4	песчаная почва	3,1	2,1
5	суглинок	2,5	2,1
6	глина	2,7	2,1
7	суглинок	2,9	2,1
8	супесчаная почва	3,2	2,0
9	песчаная почва	2,5	2,0
10	торф	3,0	2,0
11	чернозем	3,1	2,0
12	глина	2,9	2,1
13	торф	2,7	2,1
14	песчаная почва	2,7	2,1
15	чернозем	2,6	1,7
16	суглинок	3,0	1,6

#### **Контрольные вопросы**

1. Какие требования предъявляются к величине сопротивления изоляции в электроустановках до 1000 В?
2. Как производят измерение сопротивления изоляции трехпроводной сети?
3. Как проводят измерение сопротивления изоляции обмоток электродвигателей?
4. Принцип действия защитного зануления.
5. Что называется защитным заземлением?
6. Принцип действия защитного заземления?
7. Как устроены естественные и искусственные заземлители?

#### **Содержание отчета**

1. Общие теоретические сведения по теме.
2. Протокол испытаний заземляющих устройств электрооборудования.
3. Расчет заземления электрооборудования согласно заданию преподавателя.

### Тема 3. ЗАЩИТА ЛЮДЕЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Цель занятия. Ознакомиться с поражающими факторами атмосферного электричества (молний), способами защиты людей, животных, зданий от поражения атмосферным электричеством. Изучить устройство и порядок расчета молниезащитных устройств.

Материальное обеспечение – стенды, таблицы.

Время выполнения работы – 2 часа.

#### Порядок выполнения работы

1. Получить основные сведения о природе молний, их основных характеристиках.
2. Изучить конструктивное исполнение молниезащитного устройства, конструктивные особенности составных элементов.
3. Выполнить обоснование метода защиты и расчет молниезащитного устройства сельскохозяйственного объекта.
4. Изучить правила эксплуатации и меры безопасности при эксплуатации системы молниезащиты.
5. Составить отчет по работе.

#### 3.1. Общие сведения о молнии

Согласно ТКП 336-2011 (02230) «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций» при расчете систем защиты от атмосферного электричества используются следующие основные термины и определения:

1. **Восходящая молния.** Удар молнии, инициированный лидером, направленным от заземленного здания к облаку. Состоит из первого длительного импульса тока, с наложением или без наложения последующих коротких импульсов.

2. **Допустимый риск (R).** Максимальное значение риска, которое может быть установлено в отношении защищаемого объекта.

3. **Нисходящая молния.** Удар молнии, инициированный лидером, направленный от облака к земле. Состоит из первого короткого импульса тока с несколькими короткими сериями импульсов. Длительные импульсы токов также являются возможными.

4. **Пиковое значение.** Максимальное значение тока молнии.

5. **Система молниезащиты (СМЗ).** Так называют комплексную систему, которая используется для снижения материального ущерба при попадании в здание, и включающую внешние и внутренние меры молниезащиты.

6. **Уровень молниезащиты (УМЗ).** Это показатель совокупности значений параметров молнии, связанный с вероятностью того, что соответствующие минимальные или максимальные расчетные показатели не будут превышены при возникновении молнии в естественной природной среде.

**Молния** является высокоэнергетическим разрядом атмосферного электричества, происходящим между облаками или между облаком и землей. В первом случае причиной разрядов является электромагнитный импульс. Опасность разряда между облаками выражается в сильном воздействии на электронные приборы или целые сети. Разряд второго типа приводит к перенапряжению в электрических сетях, а возможно – к гибели людей, животных, разрушению зданий или к пожарам.

Подсчитано, что всего 1 % принятых разрядов позволил бы полностью обеспечить энергией потребности человечества. С учетом сложности реализации такого проекта, на практике приходится создавать и совершенствовать системы защиты от атмосферного электричества. Подсчитано, что около 90 % всех молний приходится на сельскую местность.

Существуют:

➤ **Линейные молнии.** Наиболее часто встречающаяся разновидность. Молния представляет собой линию с отходящими от нее более тонкими и короткими линиями. Длина такого разряда может достигать 20 километров, а сила тока – 20 000 ампер. Скорость движения составляет 150 километров в секунду. Температура плазмы, наполняющей канал молнии, доходит до 10 000 градусов.

➤ **Внутриоблачные молнии.** Сопровождается изменением электрических и магнитных полей, также излучаются радиоволны. Если в облаке находится молния, то побудить ее выбраться наружу может и посторонний объект, нарушающий целостность оболочки, например наэлектризованный самолет или металлический трос. По длине может колебаться от 1 до 150 километров.

➤ **Шаровая молния** считается особым видом молнии, который представляет собой плывущий по воздуху светящийся огненный шар (иногда имеет вид гриба, капли или груши). Размер ее обычно колеблется от 10 до 20 см, а сама она бывает голубого, оранжевого или белого тонов, цвет при этом бывает неоднородным и нередко изменяется.

На практике выделяют два основных типа молний:

1. **Нисходящие молнии.** Иницируются нисходящим лидером разряда из облака в землю.

2. **Восходящие молнии.** Иницируются восходящим лидером разряда молнии, происходящим от заземленной строительной конструкции до облака.

Для равнинной местности или низких сооружений характерным типом являются **нисходящие молнии**, для выступающих частей зданий или для более высоких конструкций доминирующими становятся восходящие молнии.

При проектировании систем молниезащиты (СМЗ) учитываются параметры молний, которые достигают:

- сила тока – до 200 кА;
- температура – до 30 000<sup>0</sup>С.

Идеальным объектом молниезащиты зданий и сооружений является полное огораживание защищаемого объекта заземленным, сплошным и полностью проводящим экраном с расчетной толщиной. Экран обеспечивается точкой соединения с системой энергоснабжения здания для защиты от любого воздей-

ствия электрического тока внутренних систем. На практике создание оптимальной молниезащиты на всем протяжении объекта оказывается невозможным или неэффективным.

Необходимость и меры молниезащиты определяются исходя из оценки риска повреждения молнией, а также с учетом уменьшения расходов при проектировании, реконструкции зданий и устройств защиты от атмосферного электричества. Порядок проектирования и оборудования СМЗ определяется действующим Техническим кодексом установившейся практики – ТКП 336-2011(02230) «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций».

### *Меры безопасного поведения во время грозы*

Гроза является наиболее опасным явлением летнего периода.

**Гроза** – это электрические разряды в мощных кучево-дождевых облаках или между облаком и землей, сопровождаемые вспышкой света (молнией) и резкими звуковыми раскатами (громом). Внутримассовые грозы возникают при конвекции над сушей после полудня. Фронтальные грозы происходят на границе теплого и холодного фронтов в кучевых облаках.

Наряду с мощным высвобождением электрической энергии, гроза несет с собой ливневые дожди или град. Все вместе это приводит к сильным разрушениям – повреждаются здания и сооружения, гибнет скот, возникают пожары, в т.ч. горят сенохранилища.

Основные меры предосторожности во время грозы связаны с необходимостью:

1. Закрыть ворота, окна, дымоходы – это предотвращает сквозняки и препятствует проникновению шаровой молнии.
2. Не допускать топку печи и нахождение возле костра, поскольку дым обладает повышенной электропроводностью.
3. Не допускать использования мобильных телефонов и даже нахождения их в режиме ожидания. Телефон может привлечь электрический разряд.
4. Не находиться под одним или возле нескольких из числа перечисленных элементов: стог, одиночно стоящий сарай или вагончик, одиночное дерево или группа высоких деревьев, водоемов или мест с высоким уровнем стояния грунтовых вод (низины, заболоченные участки).
5. Не держать в руках зонты, удочки. Снять одежду с металлическими вставками.

При нахождении в транспорте (автомобиль, трактор) следует оставаться в транспортном средстве, избегая движения. Не останавливаться под линиями электропередач, а окна держать закрытыми.

При разработке инструкций по охране труда и проведении инструктажей обязательно указывать на правила поведения во время грозы лиц, которые могут оказаться под открытым небом – пастухи, доярки, трактористы.

## 3.2. Системы молниезащиты

### *Повреждение зданий и систем энергоснабжения и меры молниезащиты*

При попадании молнии в здание возникают условия, приносящие вред самому зданию, расположенному в нем оборудованию, внутренним системам коммуникации и причинению ущерба здоровью обслуживающего персонала. При этом повреждения могут распространяться и на примыкающие к поврежденному зданию объекты.

На степень воздействия молнии на здание влияют такие показатели:

- конструкция здания (железобетон, сталь);
- содержимое здания (животные, люди, электрическое оборудование);
- коммуникационные системы здания (линии электроснабжения, трубопроводы);
- меры защиты и состояние конструктивных элементов исполнения.

Для животноводческих объектов характерны такие виды повреждений. На начальном этапе может возникнуть пожар при перепадах напряжения, повреждается оборудование. При развитии ситуации – возникает риск для гибели людей и животных.

Для снижения угрозы для жизни и здоровья людей применяют меры коллективной безопасности:

- изоляцию токопроводящих частей оборудования;
- выравнивание электрических потенциалов путем обустройства замкнутой системы заземления;
- сигнальное предупреждение и физическое ограничение контакта.

Следует учитывать, что выравнивание потенциалов молнии не является самостоятельным эффективным способом в отношении напряжения прикосновения. Поэтому такой способ реализуется только как совместный с созданием системы молниезащиты. Такая система позволяет минимизировать последствия воздействия удара молнии, снизить ущерб при попадании молнии в здание.

В качестве необходимой меры для защиты здания применяется система молниезащиты электромагнитного импульса от разрядов молнии, применяемая как отдельно, так и в совокупности с другими мерами:

- заземления и соединения;
- магнитное экранирование;
- использование трассы линии электропередачи;
- каскадный метод молниезащиты.

Дополнительно принимаются меры по ограничению развития и распространения пожара: гидранты, огнетушители, пожарная сигнализация, повышение огнестойкости зданий, обустройство огнестойких отделений, путей эвакуации.

Уровень молниезащиты определяется исходя из назначения и особенностей зданий и сооружений (таблица 8).

**Таблица 8 – Рекомендованный уровень молниезащиты зданий и сооружений**

Здания и сооружения	Уровень молниезащиты
Жилые дома в сельской местности	III
Животноводческие фермы	III
Здания промышленных предприятий, не имеющих взрыво- и пожароопасных факторов	III

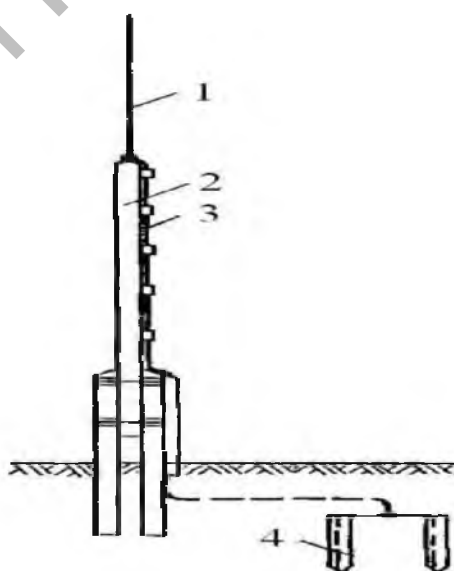
Обустройство изолированной внешней СМЗ следует рассматривать при возникновении термической или взрывной опасности для элементов здания при поражении молнией.

### *Конструкция молниезащитных устройств*

Конструктивное исполнение системы молниезащиты предполагает использование следующих элементов – молниеприемника, опоры, токоотвода и заземлителя (рисунок 12).

**Молниеприемники** (1) включают в себя любую комбинацию из трех элементов: стержни, подвесные тросы, сетчатые проводники. В случае размещения нескольких стержней они располагаются по углам здания в выступающих точках или по краям на уровне фасадов. Все установленные элементы соединяют между собой на уровне крыши. При возможном скоплении воды на крыше здания, молниеприемники располагают на максимальной возможной высоте над уровнем крыши.

**Опоры** (2) отдельно стоящих молниеотводов могут выполняться из стали любой марки, железобетона или дерева. Опорой могут служить железобетонные или металлические элементы самого здания, а также одиноко стоящее возле здания дерево.



**Рисунок 12 – Конструктивное исполнение системы молниезащиты**

**Токоотводы** (3) размещают таким образом, чтобы выполнялись следующие условия:

1. Должны быть обеспечены несколько параллельных путей для прохождения тока.
2. Длину проводных путей устанавливают минимальную.
3. Потенциал токопроводящих частей уравнивают для разных частей здания.

Для животноводческих помещений и цехов перерабатывающих предприятий проводят поперечное соединение токоотводов на нулевом уровне, а размещают их на минимальном расстоянии друг от друга – 15 м. При установке стержневых молниеприемников устанавливают для каждого из них минимум один токоотвод. Для конструкции тросового типа достаточно одного токоотвода.

**Система заземления** (4) должна включать заземлитель с сопротивлением не более 10 Ом. Для зданий класса молниезащиты III сопротивление заземлителя не учитывается. Для обеспечения надежной защиты от молний предпочтительно использовать встроенный в конструкцию здания заземлитель. При необходимости устраивают выносные электродные заземлители.

Для условий Республики Беларусь подходит размещение заземлителей, выполненных по типу «А». Такой класс включает горизонтальные и вертикальные электроды с присоединением к каждому оборудованному токоотводу. Для типа прокладки «А» число заземляющих электродов должно составлять не менее двух.

Длина заземлителя определяется, исходя из его типа:

1. Для горизонтального  $l_r=5$  м.
2. Для вертикальных или наклонных  $l_v=0,5 \times l_r$ .

При размещении заземлителей учитывают следующие правила прокладки:

1. Заземлители равномерно распределяются при размещении на глубине не менее 0,5 м.
2. Тип заземлителя позволяет противостоять коррозии.
3. Выбор участка должен исключать пересыхание или промерзание почвы.

Все элементы системы молниезащиты подлежат периодической проверке.

### **3.3. Методы и порядок разработки системы молниезащиты**

Конструкция, размеры молниеотводов, а также их количество зависят от высоты, ширины и длины здания. Их выбирают и рассчитывают таким образом, чтобы все параметры здания входили в зону защиты молниеотводов.

**Зона защиты молниеотвода (конус безопасности)** – часть пространства и его окрестности, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности (рисунок 13).



**Зона защиты молниезащиты**  
**Рисунок 13 – Зона защиты молниезащиты**

Каждый класс системы молниезащиты характеризуется определенными показателями. В таблице 9 представлены некоторые показатели, характерные для производственных зданий сельскохозяйственного назначения.

**Таблица 9 – Некоторые показатели системы молниезащиты для зданий III класса**

Показатель	Значение
Минимальный пиковый ток, кА	10
Пиковое значение тока (первый импульс), кА	100
Пиковое значение тока (последующие импульсы), кА	25
Радиус катящейся сферы, м	45

При определении мест положения молниеприемника используют несколько методов:

- метод защитного угла;
- метод катящейся сферы;
- метод сетки.

**Метод защитного угла** подходит для всех случаев.

**Метод сетки** является подходящей формой защиты ровных поверхностей.

Суть **метода катящейся сферы** отображена на рисунке 14 и 15. При этом для зданий III класса СМЗ определен максимальный радиус катящейся сферы – 45 м.

Молниеприемник способен управлять потоком молнии в пределах установленного радиуса действия. Это показатель рассчитывается по формуле:

$$r = 10 \times I^{0.65},$$

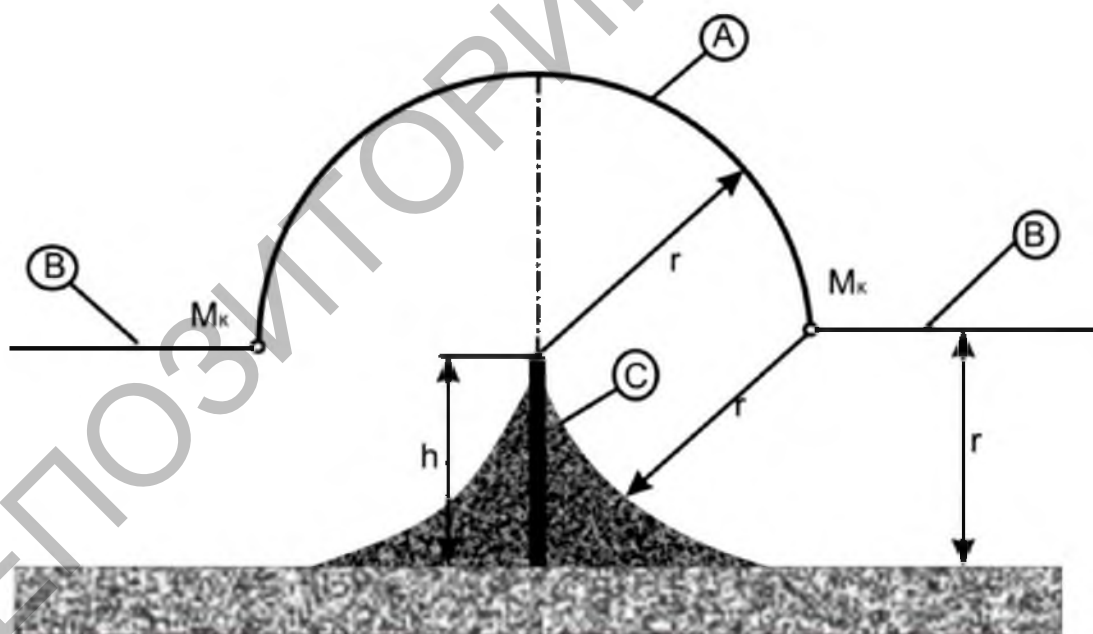
где  $r$  – радиус катящейся сферы, м;  
 $I$  – минимальный пиковый ток, кА.



Для полученного радиуса катящейся сферы  $r$  предполагается, что все удары молнии с показателями пиковых значений, более минимального значения  $I$ , будут задерживаться естественными или специально предназначенными системами молниезащиты. Принято считать, что все разряды молнии, лидеры которых попадают в защитную зону катящейся сферы, принимаются молниеприемником при условии соблюдения отношения высоты стержневой конструкции по отношению к радиусу сферы:  $h \leq r$ .

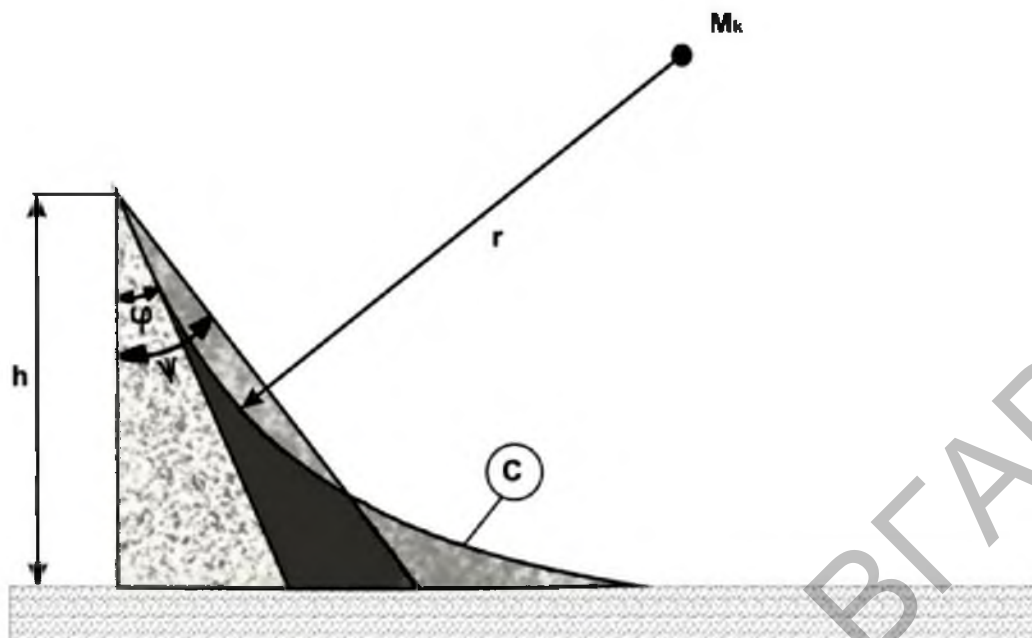
Метод работает на физической основе движения молнии. В результате движения лидера в сторону земли напряженность поля в конечной точке усиливается. В результате этого действия из выступающих на поверхности Земли предметов выбрасывается **ответный стример**, соединяющийся с лидером. Так работает система защиты при попадании лидера в область защиты «А» (рисунок 14). Если лидер развивается в области «В», то встречный стример развивается с поверхности земли, и молния ударяет в землю. Таким образом, зона защиты стержневого молниеотвода ограничена контуром образованной зоны «С». Вероятность обеспечения защиты повышается для такой зоны с увеличением значения силы тока при прямом ударе молнии.

Для расчета простейших вариантов молниеприемников используются углы защиты ( $\varphi$ ,  $\psi$ ) (рисунок 15), которые зависят от высоты стержневого молниеприемника. Значение углов для стержневых молниеприемников для типовых размеров приведены в таблице 10.



$r$  – предельное расстояние захвата молнии;  $h$  – высота молниеприемника ( $h \leq r$ ); А – граница зоны захвата лидера молнии; В – зона, свободная от влияния молниеприемника; С – граница зоны защиты

**Рисунок 14 – Построение защитной зоны стержневого молниеприемника при использовании метода катящейся сферы [9]**



С – границы зоны защиты, соответствующей электрогеометрической модели

Рисунок 15 – Определение углов защиты [9]

Таблица 10 – Значение углов защиты  $\varphi$  и  $\psi$  в зависимости от высоты молниеприемника для зданий III класса

Высота молниеприемника, $h$ , м	Значение углов при значении $I=10\text{кА}$	
	$\varphi$	$\psi$
5	63	70
10	51	61
15	42	54
20	34	48
25	26	42
30	19	37
35	13	32
40	6,4	28
45	-	23

### 3.4. Правила эксплуатации, проверки и меры безопасности по отношению к действующим системам защиты от молнии

Целью проверки состояния СМЗ является определение соответствия и функциональной готовности элементов молниеотвода. Также контролируется степень опасности работающей системы для жизни работников и животных.

При эксплуатации готовых систем в условиях строений сельскохозяйственных зданий проводятся регулярные проверки. В ходе такой проверки проверяют следующие позиции:

- ухудшение общего состояния и коррозии элементов молниеприемника, проводящей части электрического тока и соединителей;
- коррозию электродов заземляющей конструкции;
- удельное сопротивление работающей системы заземления;
- состояние крепежных средств СМЗ, а также устройства выравнивания потенциалов здания.

В процессе эксплуатации системы молниезащиты возникает необходимость проверки степени обеспечения безопасности работающей системы или принятия дополнительных мер создания дополнительных условий защиты. Учитываются такие положения:

1. Вероятность приближения к зданию или продолжительность их присутствия в опасных зонах мала. Допускается использование предупредительных надписей для снижения вероятности прикосновения к токоотводам.

2. Соблюдено условие обеспечения сопротивления поверхностного слоя почвы на расстоянии 3 м от токоотвода не менее  $5 \text{ кОм} \cdot \text{м}$ . Для снижения опасности поражения допускается применение изолирующего слоя (асфальт – 5 см, гравий – 15 см), изоляция выступающей части токоотвода.

Меры молниезащиты должны соответствовать требованиям установленных стандартов.

### **Задания к расчету системы молниезащиты:**

1. В соответствии с полученным вариантом вычертить в масштабе габариты здания в двух видах (вид сверху и вид сбоку).

2. Рассчитать радиус катящейся сферы  $r$ .

3. Экспериментальным путем расставить молниеприемники защищаемого здания, подобрав высоту молниеприемника из таблицы 11.

3.1. При размещении конструкции учитываются углы  $\phi$  и  $\psi$ .

3.2. При необходимости установки нескольких стержневых молниеприемников, их размещают по углам или по краям здания, а после – соединяют в замкнутый контур.

4. Согласно варианту вычертить в масштабе габариты задания (вид сверху и вид сбоку).

**Таблица 11 – Исходные данные для проведения построений при проектировании системы молниезащиты здания**

№ варианта	Показатели, м		
	ширина здания	длина здания	высота здания
1	12	30	4,5
2	15	40	5
3	18	50	4
4	18	60	5
5	18	65	3,8
6	20	40	5
7	20	45	4
8	22	45	5
9	22	55	4,5
10	24	50	5
11	24	60	4
12	26	60	5
13	26	80	5
14	30	50	4
15	30	70	5

### Контрольные вопросы

1. Какими поражающими факторами обладают шаровые и линейные молнии?
2. Дайте понятие системы молниезащиты.
3. Основные правила поведения во время грозы.
4. Назначение и общее устройство молниеотводов.
5. Охарактеризуйте основные методы определения защитной зоны молниезащитного устройства.
6. Назовите характеристики системы молниезащиты.
7. Какие Правила эксплуатации и регулярной проверки готовности системы молниезащиты здания?

### Содержание отчета

1. Привести общие теоретические сведения по теме.
2. Описать конструктивные особенности молниезащитных устройств.
3. Описать методы проектирования защитных зон, указать расчетные зависимости для определенных методов.
4. Провести расчеты и построение системы молниезащиты здания согласно заданию.

## Литература

1. Буткевичус, В. Ю. Профилактика пожаров на объектах сельского хозяйства / В. Ю. Буткевичус. – Москва : Госагропромиздат, 1988. – 87 с.
2. Виды молний: линейные, внутриоблачные, наземные. Разряд молнии. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/268328/vidyi-molnii-lineynye-vnutrioblachnyie-nazemnyie-razryad-molnii-kak-obrazuetsya-sharovaya-molniya>.
3. Охрана труда / Ф. М. Канарев [и др.] ; ред. Ф. М. Канарев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 351 с.
4. Кравченя, Э. М. Охрана труда и основы энергосбережения : учебное пособие / Э. М. Кравченя, Р. Н. Козел, И. П. Свирид. – Минск : ТетраСистем, 2004. – 288 с.
5. Пожарная техника. Огнетушители переносные. Основные показатели и методы испытаний : НПБ РБ 1–97 : утверждены Главным государственным инспектором РБ по пожарному надзору : ввод в действие 1 июля 1997 г.
6. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к эксплуатации : НПБ 28–2011: утверждены Министерством по ЧС РБ 29.07.2011.
7. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – Москва : Атомиздат, 1971. – 351 с.
8. ТКП 427-2012 (02230). Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок / Министерство энергетики Республики Беларусь. – Минск : Минэнерго, 2013.
9. ТКП 336-2011 (02230). Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций. – Минск, 2011.
10. Михнюк, Т. Ф. Охрана труда : учебник для студентов вузов по специальностям приборостроения, телекоммуникаций, информатики и радиоэлектроники / Т. Ф. Михнюк. – Минск : ИВЦ Минфина, 2009. – 344 с. : табл., рис.
11. Обеспечение пожарной безопасности в общественных зданиях и сооружениях : методические рекомендации / сост.: Р. В. Давидовский, И. А. Михайлюк. – Минск : Центр охраны труда и промышленной безопасности, 2008. – 148 с.
12. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь : ППБ 01-2014
13. ТКП 45–2.02–279–2013. Здания и сооружения. Эвакуация людей при пожаре. Строительные нормы проектирования.

## **КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Кафедра механизации сельского хозяйства (в настоящее время кафедра технологии производства продукции и механизации животноводства) при Витебском ветеринарном институте была создана в 1933 году.

Первым заведующим кафедрой был Скребнев К.Ф. Затем в разные годы кафедру возглавляли: доцент Крашенинников А.А. (1952–1973 гг.), доцент Лабурдов В.Г. (1973–1978 гг.), доцент Садовский М.Ф. (1978–1998 гг.), профессор Шляхтунов В.И. (1998–2006 гг.), доцент Карпеня М.М. (2006–2014 гг.), доцент Подрез В.Н. (с 2014 г. по настоящее время).

В настоящее время на кафедре работают 20 преподавателей: 1 профессор, 11 доцентов, 4 старших преподавателя и 4 ассистента.

Большое внимание уделяется учебно-методической и научно-исследовательской работе. За последние 5 лет сотрудниками кафедры разработано и издано 5 учебных пособий с грифом Министерства образования РБ и свыше 50 учебно-методических пособий. Опубликовано более 120 научных статей и тезисов, 5 монографий, 12 рекомендаций производству республиканского и областного значения, 2 технических условия, 3 инструкции на применение препаратов и добавок, получено 7 патентов на изобретение. За последние 5 лет подготовлено и успешно защищено 4 кандидатских и 3 магистерских диссертации.

Сотрудники кафедры проводили научные исследования в рамках программ: импортозамещения, Республиканского фонда фундаментальных исследований, Союзного государства, инновационного фонда Витебского облисполкома.

При кафедре функционирует аккредитованная лаборатория по оценке качества молока, ведется подготовка водителей механических транспортных средств категории «В». Ежегодно водительские удостоверения получают более 100 студентов.

При обучении студентов широко применяются инновационные технологии с использованием обучающих и контролирующих компьютерных программ. Активно ведется научно-исследовательская работа студентов. В кружке студенческого научного общества в течение учебного года занимается 70–75 студентов. По результатам научных исследований ежегодно защищается 40–50 дипломных работ.

Сотрудники кафедры оказывают значимую практическую помощь сельскохозяйственным организациям Республики Беларусь по вопросам производства молока высокого качества, направленного выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота, технологии производства молока и говядины, качества производимой продукции, эксплуатации доильно-молочного оборудования, охраны труда и др.

*По всем интересующим вопросам обращаться*

*по тел.: 8 0212 53-80-77*

*E-mail: [technovsavm@mail.ru](mailto:technovsavm@mail.ru)*

Учебное издание

**Шульга** Лариса Владимировна,  
**Гончаров** Александр Владимирович,  
**Карпеня** Алексей Михайлович и др.

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск В. Н. Подрез  
Технический редактор Е. А. Алисейко  
Компьютерный набор Т. В. Комар  
Компьютерная верстка Е. В. Морозова  
Корректоры Т. А. Драбо, Е. В. Морозова

Подписано в печать 25.10.2017. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Печать ризографическая. Усл. п. л. 3,0. Уч.-изд. л. 2,11.  
Тираж 300 экз. Заказ № 1731.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»  
государственная академия ветеринарной медицины».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/362 от 13.06.2014.

ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.  
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.  
Тел.: (0212) 51-75-71.  
E-mail: rio\_vsavm@tut.by  
<http://www.vsavm.by>

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

ISBN 978-985-591-034-4



9 789855 910344