

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

**СРЕДНЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ**

И. С. Леднева

**МДК.04.01. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте  
оборудования устройств электроснабжения (Охрана труда)**

Практикум для обучающихся специальности  
13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

Черкесск  
2022

УДК 621.3: 331.46  
ББК 31.2  
Л 39

Рассмотрено на заседании ЦК «Технические дисциплины».  
Протокол № 1 от 02.09. 2022 г.  
Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СКГА  
Протокол № 24 от 26.09. 2022 г.

**Рецензенты:** Шаманова Л.А.– преподаватель цикловой комиссии  
«Технические дисциплины»

Л 39        **Леднева, И. С.** МДК.04.01. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения (Охрана труда): практикум для обучающихся специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) / И.С. Леднева. – Черкесск: БиЦ СКГА, 2022. – 88 с.

В практикуме изложен перечень рекомендаций, необходимых для выполнения практических работ по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям).

Материал методических указаний изложен в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом СПО (ФГОС) по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям).

**УДК 621.3: 331.46**  
**ББК 31.2**

© Леднева И. С., 2022  
© ФГБОУ ВО СКГА, 2022

## Содержание

Введение	4
1. Практическая работа №1 Расследование несчастных случаев на производстве.	5
2. Практическая работа №2 Расчёт искусственного освещения по методу коэффициента использования.	34
3. Практическая работа №3 Методы защиты от воздействия шума.	40
4. Практическая работа №4 Расчет защитного заземления.	54
5. Практическая работа №5 Расчет времени эвакуации.	61
Список литературы	85

## Введение

Данная методическая разработка составлена в соответствии требований программ для колледжей и предназначена для оказания помощи обучающимся в изучении МДК.04.01. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения (Охрана труда). Методичка облегчает выполнение практических работ, поможет усвоить учебный материал и повысить интерес к предмету.

Настоящие методические указания содержат общие требования по выполнению практических работ для освоения программы МДК.04.01. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения (Охрана труда).

Практические работы, выполняемые при изучении МДК.04.01. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения (Охрана труда) знакомят обучающихся с:

- расследование несчастных случаев на производстве.
- расчёт искусственного освещения по методу коэффициента использования.
- методы защиты от воздействия шума.
- расчет защитного заземления.
- расчет времени эвакуации.

Каждая практическая работа содержит теоретический материал, необходимые практические сведения, примеры решений.

Непосредственное участие в экспериментальных расчетах вырабатывает у обучающихся практические навыки по методике проведения расчетов и обработке их результатов. Прежде чем приступить к выполнению практической работы, необходимо тщательно изучить содержание работы и порядок ее выполнения; повторить теоретический материал.

Методические разработки призваны помочь обучающимся закрепить изученный теоретический материал.

# Практическая работа №1

## Расследование несчастных случаев на производстве.

### Цель работы:

- изучить классификацию, порядок расследования, оформления и учета несчастных случаев.

**Нормативные документы:** ГОСТ 12.0.002-2014 «Система стандартов безопасности труда. Термины и определения»; Постановление Министерства труда РФ от 24 октября 2002 года № 73.

### Краткие теоретические сведения

#### Основные термины и определения (по ГОСТ 12.0.002-2014)

**Причинение вреда здоровью** – это результат совершения умышленных или неосторожных действий (бездействия), приведших к нарушению анатомической целостности или физиологических функций органов и тканей организма пострадавшего, включая психическое здоровье.

**Травма** – это повреждение анатомической целостности организма или нормального его функционирования, как правило, происходящее внезапно.

**Травма смертельная** – это травма, вызвавшая смерть пострадавшего.

**Травма не смертельная** – это травма, не приведшая к смерти пострадавшего.

**Микротравма** – это незначительная травма, практически не требующая медицинского вмешательства или требующая такого вмешательства в минимальной форме, и потому не сказывающаяся на трудоспособности пострадавшего.

**Травма производственная** – это травма, полученная пострадавшим работником при несчастном случае на производстве.

**Увечье** – это вид тяжелого телесного повреждения, результат травмирования.

**Трудовое увечье** – это увечье, полученное во время работы.

**Инвалидность** – это стойкая утрата общей трудоспособности.

#### Понятие несчастного случая, профессионального заболевания и отравления

**Несчастный случай на производстве** – случай кратковременного и однократного воздействия (время нанесения которого можно установить) на рабочего опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ.

**Профессиональное заболевание** – заболевание, вызванное длительным и многократным воздействием на рабочий вредный фактор и элемент внезапности, здесь отсутствует.

**Частный случай профессиональных заболеваний** – **профессиональные отравления**, которые бывают:

• **острые** – вызываются быстрым проникновением в организм относительно большого количества вредного вещества и возникают внезапно; их относят к травмам;

• **хронические** – развиваются постепенно и вызываются веществами, поступающими в организм в относительно небольших количествах в течение длительного времени.

### Классификация несчастных случаев



### Общие положения о расследовании и учете несчастных случаев на производстве

**Расследование несчастного случая на производстве** – это выявление в установленном порядке причин, которые привели к несчастному случаю на производстве.

**Учет несчастных случаев на производстве** – это объективная документальная фиксация каждого несчастного случая на производстве.

**Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве** определяется ст. 227-231 ТК РФ и Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях, утвержденным постановлением Минтруда России от 24 октября 2002 г. № 73.

Несчастный случай на производстве является **страховым случаем**, если он произошел с **работником, подлежащим обязательному социальному страхованию** от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, т.е. с лицами, работающими по трудовому договору или по гражданско-правовому договору, **в котором установлено, что обязанностью одной из сторон является уплата страховых взносов.**

**Контроль за соблюдением работодателями установленного порядка расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве**

в подчиненных (подведомственных) организациях осуществляется в соответствии со ст. 353 Трудового кодекса РФ Федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления, а также профессиональными союзами и состоящими в их ведении инспекторами труда в отношении организаций, в которых имеются первичные органы этих профессиональных союзов.

**Государственный контроль (надзор) за соблюдением установленного порядка расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве осуществляется федеральной инспекцией труда.**

Обязанности работодателя (его представителя) при несчастном случае на производстве

При несчастном случае **работодатель (его представитель) обязан:**

- немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в медицинскую организацию;
- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной или иной чрезвычайной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;
- сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к катастрофе, аварии или возникновению иных чрезвычайных обстоятельств, а в случае невозможности ее сохранения – зафиксировать сложившуюся обстановку (составить схемы, провести фотографирование или видеосъемку, другие мероприятия);
- принять необходимые меры по организации и обеспечению надлежащего и своевременного расследования несчастного случая, оформлению материалов расследования и его учет;
- немедленно проинформировать о несчастном случае на производстве родственников пострадавшего;
- направить сообщение о несчастном случае органы и организации, определенные трудовым законодательством и Положением об особенностях расследования несчастных случаев на производстве.

Извещение о несчастном случае на производстве

**Извещение о несчастном случае на производстве направляется:**

- в соответствующую государственную инспекцию труда;
- в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая;
- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации и (или) орган местного самоуправления по месту государственной регистрации юридического лица или физического лица в качестве индивидуального предпринимателя;
- работодателю, направившему работника, с которым произошел несчастный случай;

- в соответствующее территориальное объединение организаций профсоюзов (извещение направляется в любом случае, даже если в организации нет выборного профсоюзного органа);
- в территориальный орган соответствующего федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в установленной сфере деятельности, если несчастный случай произошел в организации или на объекте, подконтрольных этому органу;
- страховщику по вопросам обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

#### Порядок расследования несчастных случаев на производстве

Правильное и своевременное расследование каждого несчастного случая на производстве позволяет выявить причины травматизма и осуществить профилактические меры, решить вопрос об ответственности виновных и о возмещении ущерба пострадавшим.

Расследование несчастного случая на производстве **является обязанностью работодателя той организации, где произошел несчастный случай**, независимо от того, было ли лицо работником этой организации.

Для расследования несчастного случая (в том числе группового) в результате которого один или несколько пострадавших **получили легкие повреждения** здоровья, **работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее 3 человек.**

**В состав комиссии** включаются специалист по охране труда или лицо, назначенное ответственным за организацию работы по охране труда приказом (распоряжением) работодателя, представители работодателя, представители профсоюзного органа или иного уполномоченного работниками представительного органа, уполномоченный по охране труда. Комиссию **возглавляет работодатель или уполномоченный им представитель.**

**Состав комиссии** утверждается **приказом (распоряжением) работодателя.** Руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке (объекте), где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается. **Каждый пострадавший или уполномоченный им представитель имеет право на личное участие** в расследовании несчастного случая на производстве, происшедшего с ним.

Для расследования несчастного случая (в том числе группового), в результате которого **один или несколько пострадавших получили тяжелые повреждения** здоровья, либо несчастного случая (в том числе группового) **со смертельным исходом**, в состав комиссии **дополнительно включаются государственный инспектор труда, представители органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения организаций профессиональных союзов.**

Работодатель образует комиссию и **утверждает ее состав во главе с государственным инспектором труда.**



**При расследовании несчастных случаев с застрахованными в состав комиссии также включаются представители исполнительных органов страховщика (по месту регистрации страхователя).**

Расследование несчастного случая (в том числе группового), в результате которого один или несколько пострадавших **получили легкие повреждения** здоровья, проводится **комиссией в течение 3 дней**.

Расследование несчастного случая (в том числе группового), в результате которого один или несколько пострадавших **получили тяжелые повреждения** здоровья, либо несчастного случая (в том числе группового) **со смертельным исходом** проводится **комиссией в течение 15 дней**.

**Сроки расследования несчастных случаев исчисляются в календарных днях, начиная со дня издания работодателем приказа об образовании комиссии по расследованию несчастного случая.**

#### Осмотр места происшествия, опрос пострадавших и очевидцев

**Первоочередной задачей** членов комиссии при расследовании несчастных случаев является **незамедлительный и тщательный осмотр места происшествия**. **Сохранить до начала расследования несчастного случая** на производстве обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к аварии – **обязанность работодателя**. Осмотр места происшествия дает наиболее четкое представление, что явилось причинами несчастного случая. **Результаты осмотра** места происшествия **вносятся в протокол, утвержденный постановлением Минтруда России от 24 октября 2002 г. № 73.**

**После осмотра места происшествия** члены комиссии **должны выявить и опросить очевидцев несчастного случая и должностных лиц**

(руководителей подразделений, участков и т.д.), а также по возможности **провести опрос пострадавшего (пострадавших)**. Очевидцы и пострадавшие, как правило, дают наиболее точные сведения о том, что произошло в действительности. В ходе опроса пострадавших и очевидцев члены комиссии **должны попросить их подробно и последовательно описать обстоятельства несчастного случая.**

**У пострадавшего от несчастного случая на производстве следует выяснить:**

- какую работу осуществлял пострадавший в момент несчастного случая;
- кто и когда поручил выполнить данную работу пострадавшему;
- когда приступил к выполнению данной работы;
- какие инструменты и приспособления использовались;
- в каком положении и какой позе находился пострадавший в момент несчастного случая;
- в каком состоянии находилось оборудование, инструменты, приспособления перед несчастным случаем;
- какое самочувствие было у пострадавшего перед несчастным случаем;

- когда, кто и как проводил обучение и инструктаж пострадавшего по безопасному производству работ;
- какие средства индивидуальной защиты были у пострадавшего, и пользовался ли он ими при выполнении работы;
- находился ли кто-либо из посторонних на рабочем месте;
- соблюдал ли пострадавший требования безопасности производства работ и т.д.

**У очевидцев несчастного случая на производстве следует выяснить:**

- где конкретно они находились в момент несчастного случая;
- какую работу выполняли;
- нарушал ли ранее пострадавший требования безопасного производства работ, если нарушал, то как часто, и было ли известно об этом руководителю работ, какие меры принимались к нарушителю;
- как вел себя пострадавший перед несчастным случаем и после несчастного случая;
- что, по их мнению, явилось причиной несчастного случая и т.д.

**Результаты опроса пострадавшего, очевидцев и других лиц занести в протокол, форма которого утверждена постановлением Минтруда России от 24 октября 2002 г. № 73.**

#### Изучение локальных нормативных актов организации

**Для объективной оценки истинных причин несчастного случая члены комиссии должны изучить в организации локальные нормативные акты и организационно-распорядительные документы, в том числе устанавливающие порядок решения вопросов обеспечения безопасных условий труда и ответственность за это должностных лиц. К таким документам относятся:**

- действующие инструкции по охране труда;
- должностные инструкции;
- технические паспорта, схемы машин, механизмов, оборудования, при эксплуатации которых произошел несчастный случай;
- акты о проведении периодических испытаний и обслуживания оборудования, при эксплуатации которого произошел несчастный случай, журналы технического состояния оборудования;
- документы по выдаче специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты;
- коллективный договор (если такой имеется в организации);
- документы, подтверждающие проведение обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда руководителей, специалистов и рабочего персонала;
- документы, подтверждающие прохождение пострадавшим инструктажей по охране труда;
- документы, подтверждающие право пострадавшего на самостоятельное выполнение работы, при которой произошел несчастный случай;
- документы, по специальной оценке, условий труда и т.д.

Члены комиссии должны **изучить обстоятельства и причины, повлекшие за собой несчастный случай. При необходимости** председатель комиссии привлекает к расследованию несчастного случая **должностных лиц органов государственного надзора и контроля** (по согласованию с ними) в целях получения заключения о технических причинах происшествия, в компетенции которых находится их исследование.

#### Материалы расследования несчастного случая на производстве

Они включают:

- приказ (распоряжение) работодателя о создании комиссии по расследованию несчастного случая;
- планы, эскизы, схемы, а при необходимости – фото- и видеоматериалы места происшествия;
- документы, характеризующие состояние рабочего места, наличие опасных и вредных производственных факторов;
- выписки из журналов регистрации инструктажей по охране труда и протоколов проверки у пострадавших знаний требований охраны труда;
- протоколы опросов очевидцев несчастного случая и должностных лиц, объяснения пострадавших;
- экспертные заключения специалистов, результаты лабораторных исследований и экспериментов;
- медицинское заключение о характере и степени тяжести повреждения, причиненного здоровью пострадавшего, или причине его смерти, нахождении пострадавшего в момент несчастного случая в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения;
- копии документов, подтверждающих выдачу пострадавшему специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты в соответствии с действующими нормами;
- выписки из ранее выданных работодателю и касающихся предмета расследования предписаний государственных инспекторов труда и должностных лиц территориального органа соответствующего федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в установленной сфере деятельности (если несчастный случай произошел в организации или на объекте, подконтрольном этому органу), а также выписки из представлений профсоюзных инспекторов труда об устранении выявленных нарушений нормативных требований по охране труда;
- другие документы по усмотрению комиссии.

**Конкретный перечень материалов расследования определяется председателем комиссии в зависимости от характера и обстоятельств несчастного случая. Комиссией принимаются к рассмотрению только оригиналы** подготовленных документов, после чего с них снимаются заверенные копии (делаются выписки). **Документы с надлежаще не оформленными поправками, подчистками и дополнениями как официальные не рассматриваются и подлежат изъятию.**

### Решение комиссии по результатам расследования несчастного случая

**На основании собранных документов и материалов** комиссия:

- устанавливает обстоятельства и причины несчастного случая;
- определяет, был ли пострадавший в момент несчастного случая связан с производственной деятельностью работодателя и объяснялось ли его пребывание на месте происшествия исполнением им трудовых обязанностей;
- квалифицирует несчастный случай как несчастный случай на производстве или как несчастный случай, не связанный с производством;
- определяет лиц, допустивших нарушения требований охраны труда;
- определяет меры по устранению причин несчастного случая и предупреждению аналогичных несчастных случаев.

**В случаях разногласий**, возникших между членами комиссии в ходе расследования несчастного случая (о его причинах, лицах, виновных в допущенных нарушениях, учете, квалификации и др.), **решение принимается большинством голосов членов комиссии. При этом члены комиссии, не согласные с принятым решением**, подписывают акты о расследовании с изложением своего аргументированного особого мнения, которое приобщается к материалам расследования несчастного случая.

Особое мнение членов комиссии рассматривается руководителями организаций, направивших их для участия в расследовании, которые с учетом рассмотрения материалов расследования несчастного случая принимают решение о целесообразности обжалования выводов комиссии.

### Определение степени вины пострадавшего при несчастном случае

**При определении вины пострадавшего необходимо убедиться**, что:

- пострадавший был ознакомлен в установленном порядке под роспись с требованиями охраны труда (с ним были проведены все необходимые инструктажи, обучение и проверка знаний требований охраны труда, что подтверждается протоколами проверки знаний, программами обучения и журналами посещений занятий);
- пострадавший был обеспечен в полной мере исправными и сертифицированными средствами индивидуальной защиты и обучен пользованию ими;
- в инструкциях по охране труда, действующих в организации и имеющих отношение к несчастному случаю, полностью отражен процесс безопасного производства работ;
- руководители подразделений, проводившие инструктаж, обучение и проверку знаний требований охраны труда у пострадавшего, прошли в установленном порядке обучение, проверку знаний и обладают достаточными знаниями по охране труда.

### Порядок оформления акта о несчастном случае на производстве

**Акт формы Н-1** составляется **комиссией, проводившей расследование** несчастного случая на производстве, **в двух экземплярах. При несчастном случае на производстве с застрахованным составляется**

**дополнительный экземпляр акта формы Н-1. При групповом несчастном случае на производстве акты формы Н-1 составляются на каждого пострадавшего отдельно.**

**Акты формы Н-1 подписываются всеми членами комиссии, проводившими в установленном порядке расследование несчастного случая, и заверяются печатью, а также регистрируются в журнале регистрации несчастных случаев на производстве.**

Все зарегистрированные в организации несчастные случаи на производстве включаются в годовую форму федерального государственного статистического наблюдения за травматизмом на производстве, утверждаемую Государственным комитетом Российской Федерации по статистике и направляемую в органы статистики в установленном порядке.

**Содержание акта формы Н-1 должно соответствовать выводам комиссии или государственного инспектора труда, проводивших расследование несчастного случая на производстве. В акте подробно излагаются обстоятельства и причины несчастного случая на производстве, а также указываются лица, допустившие нарушения установленных нормативных требований, со ссылками на нарушенные ими правовые нормы законодательных и иных нормативных правовых актов.**

По каждой выявленной причине несчастного случая должно быть установлено конкретное лицо, ответственное за допущенные нарушения, явившиеся причинами несчастного случая, с указанием конкретных требований законодательных, иных нормативных правовых и локальных нормативных актов.

Оформленные и подписанные акты о расследовании несчастного случая вместе с материалами расследования направляются председателем комиссии или государственным инспектором труда, проводившим расследование, для рассмотрения работодателю (его представителю), с которым в момент несчастного случая фактически состоял в трудовых отношениях пострадавший, либо в производственной деятельности которой он, участвовав, обеспечивающему учет данного несчастного случая на производстве.

**Работодатель (его представитель) в трехдневный срок после завершения расследования несчастного случая на производстве и получения материалов расследования обязан выдать один экземпляр утвержденного им и заверенного печатью акта формы Н-1 пострадавшему, а при несчастном случае на производстве со смертельным исходом – доверенным лицам пострадавшего (по их требованию). Пострадавший или его представитель при получении своего экземпляра акта обязан на последней странице экземпляра акта работодателя написать «Акт получен», поставить число и подпись.**

**Второй экземпляр утвержденного и заверенного печатью акта формы Н-1 с копиями материалов расследования хранится в течение 45 лет работодателем.**

При страховых случаях третий экземпляр утвержденного и заверенного печатью акта формы Н-1 работодатель (его представитель) направляет в исполнительный орган страховщика (по месту регистрации в качестве страхователя).

Акты о расследовании группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве, несчастного случая на производстве со смертельным исходом с документами и материалами расследования, прилагаемыми к соответствующему акту, и копии актов о несчастном случае на производстве на каждого пострадавшего председателем комиссии в трехдневный срок после их утверждения направляются в прокуратуру, в которую сообщалось о несчастном случае на производстве, а при страховом случае – также в исполнительный орган страховщика (по месту регистрации страхователя).

Если при осуществлении надзорно-контрольной деятельности государственным инспектором труда установлено, что утвержденный работодателем (его представителем) акт формы Н-1 составлен с нарушениями установленного порядка или не соответствует обстоятельствам и материалам расследования несчастного случая, государственный инспектор труда вправе обязать работодателя (его представителя) внести в него необходимые изменения и дополнения. При этом прежний акт формы Н-1 признается утратившим силу на основании решения работодателя (его представителя) или государственного инспектора труда.

Результаты расследования каждого несчастного случая рассматриваются работодателем с участием представителя профсоюзного или иного уполномоченного работниками представительного органа данной организации для принятия решений, направленных на ликвидацию причин и предупреждение несчастных случаев на производстве.

#### Количественные показатели производственного травматизма

а) коэффициент частоты  $K_{\text{ч}}$  – выражает количество несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих

$$K_{\text{ч}} = \frac{T \times 1000}{P}$$

где Т – общее число пострадавших за определенный период времени независимо от того, закончилась ли временная нетрудоспособность в этом периоде или нет;

Р – среднесписочная численность работающих за этот же период времени б) коэффициент тяжести  $K_{\text{т}}$

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{T}$$

где Д – число дней нетрудоспособности, вызванной несчастными случаями, по которым закончилась временная нетрудоспособность в) коэффициент нетрудоспособности  $K_{\text{н}}$

$$K_{\text{н}} = K_{\text{ч}} \times K_{\text{т}}$$

### Заполнение Акта о несчастном случае на производстве

В Акте о несчастном случае на производстве (форма Н-1) излагаются:

- обстоятельства и причины несчастного случая;
- сведения о проведении с пострадавшим инструктажей по охране труда;
- описание полученных пострадавшим повреждений здоровья;
- при страховом случае - степень вины потерпевшего - при ее выявлении соответствующей комиссией;
- перечень лиц, нарушивших требования охраны труда;
- мероприятия по устранению причин несчастного случая со сроками их выполнения.

### Оформление акта формы Н-1 о несчастном случае на производстве

В акте формы Н-1 не должно быть незаполненных пунктов, их нужно заполнять четко и полно, без сокращений, так же не допускаются помарки, зачеркивания, дополнительные записи и вставки. При необходимости внести отдельные уточнения и исправления слов и числовых показателей, то в конце акта делается запись об исправлениях, которая заверяется подписями членов комиссии.

Лучше всего акт заполнять в машинописном виде (на компьютере), хотя и допускается заполнение акта авторучкой (в случае если имеется типографская заготовка акта).

#### Пункт 1. Дата и время несчастного случая.

Указывается число, месяц, год и время происшествия несчастного случая, количество полных часов от начала работы (смены). Время установленных перерывов (обед, перерыв на обогрев и др.) включается в общее количество часов от начала работы.

#### Пункт 2. Организация (работодатель)...

Наименование организации должно соответствовать наименованию, закрепленному в ее учредительных документах. Сокращенное наименование организации приводится в тех случаях, когда оно также закреплено в учредительных документах организации. Почтовый (юридический) адрес указывается в последовательности, установленной правилами оказания услуг связи: почтовый индекс, название и вид населенного пункта, название улицы, номер дома, номер корпуса, номер офиса (если организация не занимает здание полностью).

При наличии в организации нескольких ОКВЭД в акте указывается только основной вид экономической деятельности.

Наименование структурного подразделения организации, где произошел несчастный случай указывается в соответствии с утвержденным перечнем структурных подразделений организации.

#### Пункт 3. Организация, направившая работника.

Заполняется также, как и пункт 2, если акт составляется на работника своей организации, с которой пострадавший находится в трудовых

отношениях. Если же акт составляется на работника сторонней организации, то указывается наименование, место нахождения, юридический адрес его сторонней организации.

Пункт 4. Лица, проводившие расследование несчастного случая.

В акте указываются фамилия, имя, отчество, должность и место работы председателя и членов комиссии, а также представителями какой стороны они являются — работодателя, профсоюзного органа и т.д.

Пункт 5. Сведения о пострадавшем.

ФИО пострадавшего указывается полностью, указывается пол пострадавшего (недостаточно просто подчеркнуть слово). Для указания даты рождения применяется словесно-цифровой способ оформления даты (к примеру 21 февраля 1956 года).

Профессиональный статус пострадавшего: работник, технический персонал, специалист-техник, специалист-гуманитарий, лицо творческой профессии, работник сферы обслуживания, военнослужащий, руководитель, предприниматель.

Указывается основная профессия пострадавшего, если у него несколько профессий, то указывается та профессия, при выполнении работы которой произошел несчастный случай. Сведения о наличии смежных профессий должно быть отражено в трудовой книжке пострадавшего.

При указании стажа работы необходимо определиться с числом полных лет и месяцев работы, при выполнении которой произошел несчастный случай. Если стаж работы менее года, то указывается число проработанных месяцев. Если стаж работы менее месяца — число календарных дней.

Пункт 6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда.

Указывается число, месяц и год проведения вводного инструктажа на основании записи в журнале регистрации проведения вводного инструктажа. Если дату проведения вводного инструктажа не удалось установить, то отмечается что вводный инструктаж не проводился или что сведений нет.

После указывается число месяц и год последнего проведенного инструктажа, производившегося до несчастного случая, обязательно нужно выделить вид инструктажа (первичный, повторный, внеплановый, целевой). Если инструктаж по охране труда не проводился, то делается запись «Не проводился».

Сведения о стажировке указывается только при проведении первичного инструктажа на рабочем месте, или, когда несчастный случай произошел в период освоения новой профессии, при этом указывается время, в течении которого работник проходил стажировку. При отсутствии стажировки в акте делается запись «Не проводилась». У служащих стажировка не требуется, поэтому в акте указывается, что стажировка «Не требуется».

Обучения по охране труда по профессии указывается период, в течении которого работник проходил обучение по основании соответствующих



документов. Так же указывается число, месяц год, номер протокола проверки знаний по профессии или виду работ при выполнении которой произошел несчастный случай. При отсутствии обучения делается запись «Не проводилась».

Пункт 7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай. Указывается цех, участок, место, где произошел несчастный случай, описываются вредные и(или) опасные производственные факторы и информация изложенная в протоколе осмотра места несчастного случая, наличие у пострадавшего спец. одежды. Приводится полное описание оборудования: тип, марка, год выпуска, предприятие изготовитель, техническое состояние (процент износа).

Пункт 8. Обстоятельства несчастного случая.

Расписывает весь процесс от выдачи наряда (распоряжения) на выполнение работы до момента получения травмы. Необходимо указать на все действия руководителя, пострадавшего, свидетелей.

Следует избегать домыслов и сомнительных утверждений, выражений вида «приблизительно», «скорее всего», «предполагает» и т.д.

Пункт 8.1. Вид происшествия.

Указывается в соответствии с классификатором «Вид происшествия, приведшего к несчастному случаю»

Пункт 8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергающийся повреждению, медицинское заключение о повреждении здоровья.

Заполняется на основании «Медицинского заключения о характере полученных повреждений здоровья в результате несчастного случая на производстве и степени их тяжести»

Пункт 8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения.

Ответ вида «ДА» или «НЕТ», а также степень опьянения на основании медицинского свидетельства.

Пункт 8.4. Очевидцы несчастного случая.

Указываются фамилия, имя, отчество, постоянное место жительства, домашний телефон (при наличии) очевидцев несчастного случая.

Пункт 9. Причины несчастного случая.

Формулировка причин должна быть четкой и грамотной. Причин несчастного случая может быть несколько, но одна из них основная, и ее необходимо выделить, поставив на первое место. После определения причин необходимо указать какие пункты, статьи в законодательных нормативных правовых актов, локальных актов были нарушены.

Пункт 10. Лица, допустившие нарушение требования охраны труда.

Назвав фамилию, имя отчество виновного, необходимо указать, каким нормативно-правовым актом по охране труда установлены его обязанности, и какие пункты он нарушил. При установлении факта грубой

неосторожности пострадавшего, необходимо указать степень его (их) вины в процентах с кратким обоснованием принятого комиссией решения.

Пункт 11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки.

Мероприятия должны быть четкие и вытекать из причин несчастного случая, излагаются в той же последовательности. По каждому мероприятию должны быть указаны сроки исполнения мероприятия, нельзя вместо срока писать «немедленно», «постоянно», а также необходимо указать ответственных лиц.

Под актом формы Н-1 ставятся подписи комиссии по расследованию несчастного случая, после чего акт утверждается работодателем и должным образом регистрировался.

ОБРАЗЕЦ ЗАПОЛНЕНИЯ АКТА

Форма Н-1

Один экземпляр  
направляется  
пострадавшему или  
его доверенному  
лицу

УТВЕРЖДАЮ

**Директор ООО «Столица»  
Иванов П.П.**

(подпись, фамилия, инициалы работодателя  
(его представителя))

“ **20** ” **июня** 20 **16** г.

Печать

АКТ № **1**

О НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

1. Дата и время несчастного случая **20 июня 2016 г. в 16 час 15 мин**

**Количество полных часов от начала работы – 7 часов.**

(число, месяц, год и время происшествия несчастного случая,

количество полных часов от начала работы)

2. Организация (работодатель), работником которой является (являлся) пострадавший

**Общество с ограниченной ответственностью «Столица».**

**384000 г. Самара, ул. Ленина, д. 20, кв. 1. ОКВЭД 63.2**

(наименование, место нахождения, юридический адрес, ведомственная и отраслевая

принадлежность (ОКОНХ основного вида деятельности); фамилия, инициалы работодателя

физического лица)

Наименование структурного подразделения **деревообрабатывающий цех**

3. Организация, направившая работника **нет**

(наименование, место нахождения, юридический адрес,

отраслевая принадлежность)

4. Лица, проводившие расследование несчастного случая:

**Председатель комиссии: Ложкин А.А.- заместитель ген.директора;**

**Члены комиссии: Вилкин Б.Б. - Инспектор отдела кадров**

**Ножкин В.В.- Старший механик**

(фамилия, инициалы, должность и место работы)

5. Сведения о пострадавшем:

фамилия, имя, отчество **Пузырев Виктор Николаевич**

пол (мужской, женский) **мужской**

дата рождения 10 января 1975 года

профессиональный статус наемный работник

профессия (должность) столяр

стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай 7 лет 8 месяцев

(число полных лет и месяцев)  
в том числе в данной организации 2 года 3 месяцев

(число полных лет и месяцев)  
6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда  
Вводный инструктаж проводился 15.03.2014 г  
(число, месяц, год)

Инструктаж на рабочем месте:  
(первичный, повторный, внеплановый, целевой)  
(нужное подчеркнуть)  
по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай

проводился 11.01.2016 г  
(число, месяц, год)

Стажировка: с “\_\_\_” \_\_\_ 20\_\_ г. по “\_\_\_” \_\_\_ 20\_\_ г.  
Не проводилась

(если не проводилась – указать)  
Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: с “\_\_\_” \_\_\_ 20\_\_ г. по “\_\_\_” \_\_\_ 20\_\_ г.

не проводилось  
(если не проводилось – указать)

Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай не проводилась  
(число, месяц, год, № протокола)

7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай \_\_\_\_\_

**Несчастный случай произошел в деревообрабатывающем цехе (далее – цех), арендуемом по договору субаренды нежилого помещения № 11 от 15.03.2005 года Обществом с Ограниченной Ответственностью «Столица» у ООО «Окраина» и расположенном по адресу: г. Самара, ул. Цветочная, 10.**

**Длина гаража – 15,9 м, ширина – 7,2 м.**

**В цехе установлен фуговальный станок (далее - станок), тип, марка, год выпуска и организация-изготовитель станка не установлены. Фуговальный станок предназначен для строгания пиломатериалов, зона обработки имеет режущий инструмент - ножевой вал. Зона обработки станка оборудована исправным защитным устройством (исключающим возможность травмирования), которое во время прохождения обрабатываемого материала должно отводиться и открывать ножевой вал, а после прохождения материала - возвращаться в исходное положение. Защитное устройство принудительно заблокировано в открытом положении деревянным клином, исключая его нормальное функционирование.**

**В цехе имеется обрабатываемый материал – доски из сырой лиственницы в количестве 31 шт., длиной - 2.0 м, шириной – 0,20 м, толщиной – 0.05 м (далее - доска).**

**Освещение рабочей зоны – искусственное, от электрических ламп.**

**Вентиляция рабочей зоны – естественная.**

**Основные вредные и опасные производственные факторы:**

- подвижные части производственного оборудования (вращающийся ножевой вал);
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- физические перегрузки.

(краткое описание места происшествия с указанием опасных и (или) вредных производственных

---

факторов со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного случая)

---

Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю \_\_\_\_\_

**фуговальный станок, тип, марка, год выпуска и организация-изготовитель станка не установлены.**

(наименование, тип, марка, год выпуска, организация-изготовитель)

8. Обстоятельства несчастного случая

**20 июня 2016 года столяр Пузырев Виктор Николаевич прибыл на рабочее место в цех и в 08 час 00 мин приступил к работе. Директором Ивановым П.П. ему было поручено изготовить по чертежам две деревянные двери. Днем к нему подошел шлифовщик Петров С. и сказал, что у него закончилась обналочка. Поскольку изготовление обналочки входило в обязанности Пузырева В.Н., то он принял решение обстругать (профуговать) имеющиеся в цехе заготовки для обналочки.**

**Выполнив порученную ему работу по изготовлению деревянных дверей, Пузырев В.Н. вечером приступил к работе на станке и начал фуговать доску для обналочки. Обрабатывая очередную доску, он положил её на станок и провел по режущему инструменту один раз; решив, что этого недостаточно, он, приподняв один край доски, потянул её обратно к себе. В тот момент, когда Пузырев В.Н. начал, прижимая, опускать край доски на станок, она выскользнула из его рук, которые по инерции пошли вниз, а правая рука попала на режущий инструмент, которым и была причинена травма. В цехе он был один и самостоятельно по телефону вызвал бригаду «Скорой медицинской помощи».**

**В ходе расследования было установлено, что в процессе трудовой деятельности Пузырев В.Н. для удобства в работе специально заблокировал деревянным клином защитное устройство станка в открытом положении, исключая его нормальное функционирование, при этом осознавая резко возросшую травмоопасность.**

(краткое изложение обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю, описание событий

и действий пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, и другие сведения,

установленные в ходе расследования)

---

---

---

---

---

---

---

---

8.1. Вид происшествия **воздействие вращающихся деталей**

---

8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья \_\_\_\_\_

**Согласно медицинскому заключению № 133з от 22.06.2016 года, выданном МУЗ «Городская больница № 2 г. Самара» Пузыреву В.Н. был установлен диагноз «Обширные скальпированные раны 2-5 пальцев правой кисти с дефектом мягких тканей и сухожилий разгибателей. Открытые переломы ногтевых фаланг 2-5 пальцев, средних фаланг 4-5 пальцев правой кисти. S 62.4», степень тяжести повреждения здоровья отнесена к категории «легких».**

8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения **нет**

(нет, да – указать состояние и степень опьянения в соответствии с заключением

по результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке)

8.4. Очевидцы несчастного случая **нет**

---

(фамилия, инициалы, постоянное место жительства, домашний телефон)

9. Причины несчастного случая

(указать основную и сопутствующие причины)

**Основная причина несчастного случая:**

**Неприменение средств коллективной защиты, что выразилось в принудительной блокировке защитного ограждения режущего инструмента, исключаяющей его нормальное функционирование, чем нарушено требование:**

- п.п. 1.2.16, 1.2.18 «Правил по охране труда в лесозаготовительном, деревообрабатывающем производствах и при проведении лесохозяйственных работ ПОТ РМ 001 – 97», утв. Постановлением Министерства труда и социального развития РФ от 21.03.1997 года № 15 (далее – «ПОТ РМ 001 – 97»).

**Сопутствующие причины несчастного случая:**

1) Недостатки в организации и проведении подготовки работника по охране труда, выразившиеся в допущении Пузырева В.Н. к выполнению столярных работ без обучения по охране труда в виде вводного инструктажа, инструктажа со стажировкой на рабочем месте и специального обучения с проверкой знаний требований охраны труда, чем нарушены требования:

- п.п. 4.1, 7.1.1, ч. 1 п. 7.2.1 «Межгосударственного стандарта ГОСТ 12.0.004-90 «ССБТ Организация обучения безопасности труда» утв. Постановлением Госстандарта СССР от 05.11.90 г. № 2797 (далее – «ГОСТ 12.0.004-90»)

- п. п. 2.1.1, ч. 1 п. 2.1.2, ч. 1 п. 2.1.4, «Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций» утв. Постановлением Минтруда РФ и Минобразования РФ от 13.01.03 г. № 1/29» (далее – «Порядок обучения по охране труда...»)

- п. 6.6, ч. 1 п. 6.7, ч. 1 п. 6.8, ч. 1 п. 6.9, ч. 1 п. 6.13 «ПОТ РМ 001 – 97»

несчастного случая со ссылками на нарушенные требования законодательных и иных

нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)

10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда:

**Директор Иванов П.П.:**

**Не обеспечил отстранение Пузырева В.Н. от работы, не прошедшего в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда, чем нарушил требования:**

- абз. 3 ч. 1 ст. 76, абз. 8 ч. 2 ст. 212 Трудового кодекса РФ;

- п. 7.16 «ПОТ РМ 001 – 97».

**Столяр Пузырев В.Н.:**

**Не применил средства коллективной защиты, что выразилось в его действиях по принудительной блокировке защитного ограждения режущего инструмента, исключаяющей его нормальное функционирование, чем нарушил требования:**

- абз. 6 ч. 2 ст. 21, абз. 2 ч. 1 ст. 214 Трудового кодекса РФ;

- абз. 3 п. 7.3 «ПОТ РМ 001 – 97».

**Факт грубой неосторожности в действиях Пузырева В.Н. не установлен.**

(фамилия, инициалы, должность (профессия) с указанием требований законодательных,

иных нормативных правовых и локальных нормативных актов, предусматривающих их

ответственность за нарушения, явившиеся причинами несчастного случая, указанными в п. 9

настоящего акта; при установлении факта грубой неосторожности пострадавшего указать

степень его вины в процентах)

---

Организация (работодатель), работниками которой являются данные лица

**Общество с ограниченной ответственностью «Столица».**

**384000 г. Самара, ул. Ленина, д.20**

---

(наименование, адрес)

11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки

**Провести работникам ООО «Столица». внеплановый инструктаж по охране труда с разбором материалов расследования несчастного случая - в срок до 30.07.2016 г.**

---

---

---

---

---

---

---

Подписи лиц, проводивших  
расследование несчастного случая

---

---

---

**Ложкин А.А.**

(фамилии, инициалы, дата)

**Вилкин Б.Б.**

**Ножкин В.В.**

---

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНСПЕКТОРА ТРУДА

по несчастному случаю с легким исходом, происшедшему

"01" марта 2015 г. в 06 час. 34 мин. с Ивановым Михаилом Петровичем, старшим механиком предприятия «КРУГ» г Москва ул. Ленина 15/178, тяжелое металлургическое производство, руководитель Приходько П.П.

Мною Мишиным Николаем Владимировичем,  
(фамилия, инициалы государственного инспектора труда) с участием профсоюзного инспектора труда Петрова Н.Н.

(фамилии, инициалы: профсоюзного инспектора труда; работников органов государственного надзора и контроля (с указанием их должностей; других лиц, принимавших участие в расследовании несчастного случая) проведено расследование данного несчастного случая в связи с поломкой оборудования ТТ-1578/01 не по вине сотрудника.

Авария обусловлена физическим износом основного средства  
(указываются причины и основания проведения расследования)

Заключение составлено по материалам расследования, проведенного Ленинского РУВД г Москвы, ст. лейтенант Петров Н.Н. и Никифоров Н.Т.

(указать название организаций (комиссий организаций) или фамилии, инициалы, должности работников правоохранительных органов,

---

ранее проводивших расследование данного происшествия) мною лично.

В ходе проведенного расследования установлено следующее:

1. Сведения о пострадавшем (пострадавших):

фамилия, имя, отчество Иванов Михаил Петрович пол (мужской, женский) мужской дата рождения 21.09.1958

профессиональный статус рабочий с полной занятостью профессия (должность) старший инженер стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай 15 лет и 5 месяцев

(число полных лет и месяцев) в том числе в

данной организации 10 лет и 2 месяца,

(число полных лет и месяцев)

семейное положение женат, жена – Иванова Нина Леонидовна 50 лет, сын Иванов Тимофей Михайлович 15 лет, дочь Иванова Анастасия Михайловна 8 лет

(состав семьи, фамилии, инициалы, возраст членов семьи, находящихся на иждивении пострадавшего)

2. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда

Вводный инструктаж 01.01.2015

(число, месяц, год)

Инструктаж на рабочем месте (первичный, повторный, внеплановый, целевой)

(нужное подчеркнуть)

по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай 01.03.2015

(число, месяц, год)

Стажировка: с "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ г. по "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ г. не проводилась

(если не проводилась - указать)

Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: с "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ г. по "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

не проводилась

(если не проводилось – указать)

Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай 01.10.2014 № ОТ-154

(число, месяц, год, N протокола)

3. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай вредное производство с опасными факторами труда места происшествия с указанием опасных и (или) вредных производственных факторов

---

со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного случая)

---



---

Оборудование, использование которого привело к травме: ковш-машина марка оборудования ТТ-1578/01, год выпуска 1980 производитель Москвасталь

4. Обстоятельства несчастного случая сотрудник Иванов Михаил Петрович, выполняя свою работу согласно должностной инструкции, работал с ковш-машиной для разливки металла. Внезапно она вышла из строя, сотрудник получил механический удар и незначительное повреждение зрения

---

(описание обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю, последовательное изложение событий и действий

---

пострадавшего (пострадавших) и других лиц, связанных с несчастным случаем, характер и степень тяжести

---

полученных пострадавшим (пострадавшими) повреждений с указанием поврежденных мест, объективные

---

данные об алкогольном или ином опьянении пострадавшего (пострадавших) и другие сведения,

---

установленные в ходе расследования)

5. Выводы

На основании проведенного мною расследования прихожу к заключению, что данный несчастный случай подлежит квалификации как связанный

(связанный / не связанный) с производством,

оформлению актом произвольной формы

(актом формы Н-1 или актом произвольной формы) учету

и регистрации ЗАО «КРУГ»

(наименование организации или фамилия и инициалы работодателя - физического лица)

Причинами, вызвавшими несчастный случай, являются:

Несчастный случай в связи с поломкой оборудования ТТ-1578/01 не по вине сотрудника. Авария обусловлена физическим износом основного средства

Ответственными лицами за допущенные нарушения требований законодательных и иных нормативных правовых актов локальных нормативных актов, приведшие к несчастному случаю, являются:

**Старший инспектор по ОТ Леонтьев К.Д., нач. смены Мозговой А.И.**

(фамилия, инициалы, должность (профессия) лиц с указанием требований законодательных, иных нормативных

---

правовых и локальных нормативных актов, предусматривающих их ответственность за нарушения,

---

явившиеся причинами несчастного случая, указанными в настоящем заключении)

## **КЛАССИФИКАТОР**

### **Виды происшествя, приведшего к несчастному случаю**

01. Дорожно-транспортное происшествие, в том числе:
02. В пути на работу или с работы на транспорте организации.
03. На общественном транспорте.
04. На личном транспорте.
05. Падение пострадавшего с высоты.
06. Падение, обрушение, обвалы предметов, материалов, земли и т.д.
07. Воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей.
08. Поражение электрическим током.
09. Воздействие экстремальных температур.
10. Воздействие вредных веществ.
11. Воздействие ионизирующих излучений.
12. Физические перегрузки.
13. Нервно-психологические нагрузки.
14. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми и пресмыкающимися.
15. Утопление.
16. Убийство.
17. Повреждения при стихийных бедствиях.
18. Виды происшествя, кроме перечисленных, характерные для отрасли (указать).
19. Прочие.

## **КЛАССИФИКАТОР**

### **Причины несчастного случая**

01. Конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность машин, механизмов, оборудования.
02. Эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования.
03. Несовершенство технологического процесса.
04. Нарушение технологического процесса.
05. Нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств.
06. Нарушение правил дорожного движения.
07. Неудовлетворительная организация производства работ.
08. Неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест.
09. Неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений, территории.
10. Недостатки в обучении безопасным приемам труда.
11. Неприменение средств индивидуальной защиты, в том числе:
12. Из-за необеспеченности ими работодателем.
13. Неприменение средств коллективной защиты, в том числе:
14. От воздействия механических факторов.
15. От поражения электрическим током.

16. От воздействия химических и биологических факторов.
17. От экстремальных температур.
18. От повышенных уровней излучений (ионизирующего, инфракрасного, электромагнитного, лазерного и т.д.).
19. Нарушение трудовой и производственной дисциплины.
20. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного опьянения.
21. Нахождение пострадавшего в состоянии наркотического опьянения.
22. Использование работающего не по специальности.
23. Прочие.

## **КЛАССИФИКАТОР**

### **Оборудование, машины, механизмы, являющиеся источником травмы**

311. Оборудование энергетическое.
312. Дизели и дизель-генераторы.
313. Оборудование для черной и цветной металлургии.
314. Оборудование горно-шахтное.
315. Оборудование подъемно-транспортное (краны).
316. Оборудование подъемно-транспортное (конвейеры).
317. Оборудование подъемно-транспортное (кроме кранов и конвейеров).
318. Оборудование и подвижной состав железных дорог.
320. Специальное судовое оборудование.
331. Машины электрические малой мощности.
332. Электродвигатели переменного тока мощностью от 0,25 до 100 кВт.
333. Электродвигатели переменного тока мощностью свыше 100 кВт.
334. Электродвигатели взрывозащищенные, врубово-комбайновые и электробуры.
335. Электродвигатели крановые и машины электрические для тягового оборудования.
336. Машины электрические постоянного тока.
337. Генераторы переменного тока, преобразователи, усилители электромашинные, электростанции и электроагрегаты питания.
338. Машины электрические крупные, агрегаты электромашинные, турбо- и гидрогенераторы.
341. Трансформаторы и трансформаторное оборудование, аппаратура высоковольтная, силовая преобразовательная техника, приборы силовые полупроводниковые, детекторы ядерных и нейтронных излучений, хемотроника (электрические преобразователи информации).
342. Аппараты электрические на напряжение до 1000 В.
343. Комплексные устройства на напряжение до 1000 В.
344. Оборудование специальное технологическое; шинопроводы низкого напряжения.
345. Электротранспорт (кроме средств городского транспорта и моторвагонных поездов), электрооборудование для электротранспорта и подъемнотранспортных машин.

346. Оборудование светотехническое и изделия электроустановочные; лампы электрические. Изделия культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода.

348. Источники тока химические, физические, генераторы электрохимические и термоэлектрические.

361. Оборудование химическое и запасные части к нему.

362. Оборудование для переработки полимерных материалов и запасные части к нему.

363. Насосы (центробежные, паровые и приводные поршневые).

364. Оборудование кислородное, криогенное, компрессорное, холодильное, для газоплазменной обработки металлов; насосы и агрегаты вакуумные, комплектные технологические линии, установки и агрегаты.

365. Оборудование целлюлозно-бумажное.

366. Оборудование нефтепромысловое, буровое геолого-разведочное и запасные части к нему.

367. Оборудование технологическое и аппаратура для нанесения лакокрасочных покрытий на изделия машиностроения.

368. Оборудование нефтегазоперерабатывающее.

381. Станки металлорежущие.

382. Машины кузнечно-прессовые (без машин с ручным и ножным приводом).

383. Оборудование деревообрабатывающее.

384. Оборудование технологическое для литейного производства.

385. Оборудование для гальванопокрытий изделий машиностроения.

386. Оборудование для сварки трением, холодной сварки и вспомогательное сварочное оборудование. 451. Автомобили.

452. Автомобили специализированные; автомобили - тягачи; автопоезда; кузова - фургоны; прицепы; троллейбусы; автопогрузчики; мотоциклы; велосипеды.

472. Тракторы.

473. Машины сельскохозяйственные.

474. Машины для животноводства, птицеводства, кормопроизводства.

481. Машины для землеройных и мелиоративных работ.

482. Машины дорожные, оборудование для приготовления строительных смесей.

483. Оборудование и машины строительные.

484. Оборудование для промышленности строительных материалов.

485. Оборудование технологическое для лесозаготовительной и торфяной промышленности.

486. Оборудование для кондиционирования воздуха и вентиляции.

493. Оборудование и приборы для отопления и горячего водоснабжения.

511. Оборудование технологическое и запасные части к нему для легкой промышленности.

512. Оборудование технологическое и запасные части к нему для выработки химических волокон.

513. Оборудование технологическое и запасные части к нему для пищевой, мясо-молочной и рыбной промышленности.

514. Оборудование технологическое и запасные части к нему для мукомольных, комбикормовых предприятий и зернохранилищ.

515. Оборудование технологическое и запасные части к нему для торговли, общественного питания и пищеблоков; оборудование холодильное и запасные части к нему; изделия культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода.

516. Оборудование полиграфическое и запасные части к нему.

517. Оборудование технологическое и запасные части к нему для стекольно-ситалловой промышленности, кабельной промышленности, для разгрузки, расфасовки и упаковки минеральных удобрений и ядохимикатов.

525. Оборудование и оснастка специальные для ремонта и эксплуатации тракторов и сельскохозяйственных машин, транспортирования и складской переработки грузов, пуска и наладки, технического обслуживания и ремонта машин и оборудования животноводческих и птицеводческих ферм, а также конструкции, оборудование и оснастка сооружений защищенного грунта.

945. Оборудование медицинское.

947. Оборудование технологическое медицинской промышленности и запасные части к нему.

968. Оборудование, инвентарь и принадлежности организаций культуры и театрально-зрелищных организаций.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Проанализировать каждый пункт акта формы Н-1 о несчастном случае на производстве.

2. Изучить порядок составления акта о несчастном случае на производстве.

3. Изучить пример заключения государственного инспектора по охране труда по несчастному случаю.

4. Изучить классификаторы видов происшествий, причин несчастного случая; оборудования, машин и механизмов, явившихся причинами травмы.

5. Составить отчет о работе

### **Содержание отчета**

1. Название работы

2. Цель работы

3. Заполнить акт по форме Н-1 согласно заданному варианту

4. Ответить на контрольные вопросы.

**Варианты заданий:****а) Организация:** ИП «Иванов В.Ф.»**Вид экономической деятельности:** предприятие общественного питания**Пострадавшая:** Наталья Г.**Возраст пострадавшей:** 48 лет**Профессия пострадавшей:** технолог**Стаж работы:** 4 года 10 месяцев**Травмирующий фактор:** защемление между неподвижными и движущимися предметами, деталями и машинами**Обстоятельства несчастного случая:**

01.08.2018 в 12-00 часов (начало рабочего дня в 8-00) технолог Наталья Г. пригласила электромонтера для выполнения задания по замене кнопочного пульта управления грузового подъемника. После выполнения задания электромонтер вместе с тех Натальей Г. проверяли работу грузового подъемника, во время работы натяжной канат обвис и грузовой подъемник остановился. Электромонтер поднялся на верхнюю площадку грузоподъемника для натяжения каната, а технолог спустилась вниз, встала на площадку грузоподъемника для осмотра каната. В ходе осмотра технолог Наталья Г. увидела, что канат слетел с направляющего ролика и застрял между внешним бортом ролика и металлической балкой, на которой был смонтирован ролик. Технолог Наталья Г. приняла решение уложить канат в паз ролика, взявшись рукой за канат и дернула его на себя. Произошло опускание платформы и натяжение каната, защемив руку технолога между канатом и роликом. В результате Наталья Г. получила тяжелую травму.

**Причины, вызвавшие несчастный случай:**

1. Неудовлетворительная организация производства работ.

**б) Организация:** ООО «Рябина»**Вид экономической деятельности:** предприятие общественного питания**Пострадавшая:** Максим П.**Возраст пострадавшей:** 25 лет**Профессия пострадавшей:** повар**Стаж работы:** 2 года 5 месяцев**Травмирующий фактор:** ожог, вследствие воздействия высоких температур**Обстоятельства несчастного случая:**

01.05.2018 в 11-00 часов (начало работы в 9-00, по графику выходной день), работая на кухне сети ресторанов, Максим П. споткнулся, поскользнулся, в результате чего его левая рука опустилась во фритюрницу полную раскаленного масла. Это вызвало серьезные ожоги руки, части грудной клетки и шеи. В день несчастного случая, согласно графику, у сотрудника был выходной, но один из руководителей заставил его прийти на

работу раньше. Причина - в ресторане было много посетителей. Максим П. хотел пойти домой, чтобы взять свою форму повара, но сказал, что у него на это не было времени. Поэтому вместо формы он надел обычную рубашку с коротким рукавом и обувь другого сотрудника, которая плохо фиксировалась на ноге. Ее подошвы были сильно изношены и повреждены. Пол на кухне покрыли картонными листами из-за разлитого перед этим масла, что было обычной практикой в ресторане. Он споткнулся на картоне и, когда пытался восстановить равновесие, поскользнулся. Его рука попала в блок фритюрницы, в которой заканчивался процесс приготовления блюда. Основная проблема жирной поверхности не была замечена. Картон, положенный на пол, не впитал жидкость, а только создал препятствие. Ухудшила ситуацию и неподходящая Максиму П. обувь.

**Причины, вызвавшие несчастный случай:**

1. Неудовлетворительная организация производства работ.
2. Недостатки в организации и проведении подготовки работников по охране труда.

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_  
(подпись, фамилия, инициалы работодателя  
(его представителя))

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

М.П.

**АКТ № \_\_\_\_\_  
о несчастном случае на производстве**

1. Дата и время несчастного случая \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(число, месяц, год и время происшествия несчастного случая,

количество полных часов от начала работы)

2. Организация (работодатель), работником которой является (являлся) пострадавший \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(наименование, место нахождения, юридический адрес, ведомственная и отраслевая

принадлежность /ОКОНХ основного вида деятельности/; фамилия, инициалы работодателя –

физического лица)

Наименование структурного подразделения \_\_\_\_\_

3. Организация, направившая работника \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(наименование, место нахождения, юридический адрес, отраслевая принадлежность)

4. Лица, проводившие расследование несчастного случая:

\_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы, должности и место работы)

5. Сведения о пострадавшем:

фамилия, имя, отчество \_\_\_\_\_

пол (мужской, женский) \_\_\_\_\_

дата рождения \_\_\_\_\_

профессиональный статус \_\_\_\_\_

профессия (должность) \_\_\_\_\_

стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(число полных лет и  
месяцев)

в том числе в данной организации \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(число полных лет и месяцев)

6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда

Вводный инструктаж \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(число, месяц, год)

Инструктаж на рабочем месте /первичный, повторный, внеплановый, целевой/

\_\_\_\_\_  
(нужное подчеркнуть)

по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай

\_\_\_\_\_  
(число, месяц, год)



Стажировка: с “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г. по “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

(если не проводилась – указать)

Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: с “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г. по “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

(если не проводилось – указать)

Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай \_\_\_\_\_

(число, месяц, год, № протокола)

7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай \_\_\_\_\_

(краткое описание места происшествия с указанием опасных и (или) вредных производственных

факторов со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного случая)

Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю \_\_\_\_\_

(наименование, тип, марка, год выпуска, организация-изготовитель)

8. Обстоятельства несчастного случая \_\_\_\_\_

(краткое изложение обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю, описание событий

и действий пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, и другие сведения,

установленные в ходе расследования)

8.1. Вид происшествия \_\_\_\_\_

8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья \_\_\_\_\_

8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения \_\_\_\_\_

(нет, да – указать состояние и степень опьянения в соответствии с заключением по

результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке)

8.4. Очевидцы несчастного случая \_\_\_\_\_

(фамилия, инициалы, постоянное место жительства, домашний телефон)

9. Причины несчастного случая \_\_\_\_\_

(указать основную и сопутствующие причины

несчастного случая со ссылками на нарушенные требования законодательных и иных

нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)

10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда: \_\_\_\_\_

(фамилия, инициалы, должность (профессия) с указанием требований законодательных,

иных нормативных правовых и локальных нормативных актов, предусматривающих их

ответственность за нарушения, явившиеся причинами несчастного случая, указанными в п. 9

настоящего акта; при установлении факта грубой неосторожности пострадавшего указать степень его вины в процентах)

Организация (работодатель), работниками которой являются данные лица \_\_\_\_\_

---

(наименование, адрес)

11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки

---

Подписи лиц, проводивших  
расследование несчастного случая

\_\_\_\_\_

(подписи)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(фамилии, инициалы)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(дата)

### **Контрольные вопросы**

1. Кто несет ответственность за организацию, своевременное расследование и учет несчастных случаев, разработку и реализацию мероприятий по устранению вызвавших их причин?

2. Сколько человек входит в состав комиссии по расследованию несчастного случая? Кто и каким документом утверждает состав комиссии?

3. Сколько дней расследуются обстоятельства и причины групповых, тяжелых и несчастных случаев со смертельным исходом?

4. Сколько экземпляров акта по форме Н-1 составляется на одного пострадавшего от несчастного случая? При групповом несчастном случае?

Что должен сделать в первую очередь очевидец несчастного случая?

### **Практическая работа №2**

#### **Расчёт искусственного освещения по методу коэффициента использования.**

##### **Цель работа:**

- Изучить методику расчета искусственного освещения по методу коэффициента использования.

- Научиться рассчитывать искусственное освещение по методу искусственного освещения.

##### **1. Теоретическая часть**

Каждое производственное помещение должно иметь искусственное освещение, удовлетворяющих ряду основных требований:

- освещенность рабочих поверхностей в соответствии с установленными требованиями;

- отсутствие на рабочей поверхности резких теней;

- отсутствие в поле зрения прямой и отраженной блескости;

- необходимый спектральный состав света;

- обеспечение аварийного освещения (при необходимости).

Искусственное освещение бывает двух видов: общее и комбинированное.

Комбинированное освещение рекомендуется там, где нужна высокая точность выполняемых работ, где возникают специфические требования к освещению, где оборудование создает глубокие, резкие тени или рабочие поверхности расположены вертикально (штампы, гильотинные ножницы), а также там, где на различных рабочих местах производственного помещения требуется различная (резко отличающаяся) величина освещенности.

Система общего освещения может быть рекомендована в помещениях, где по всей площади выполняются однотипные работы (в литейных цехах), а также там, где создание местного освещения затруднительно.

Для обеспечения наиболее благоприятного соотношения яркости в поле зрения при комбинированном освещении светильники общего освещения должны создавать на рабочей поверхности не менее  $10^3$  нормируемой освещенности.

Наряду с рабочим освещением в соответствии со СНиП II - 4 - 79 в производственных помещениях может быть предусмотрено аварийное освещение для эвакуации работающих и аварийное освещение для продолжения работ.

Аварийное освещение для эвакуации работающих из помещений при отключении рабочего освещения должно создавать в линии основных проводов на уровне пола освещенность не менее 0,5лк, а на открытых территориях – не менее 0,25лк.

Аварийное освещение для продолжения работ следует предусматривать, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение нормального обслуживания оборудования механизмов может вызвать:

- взрыв, пожар, отравление людей;
- длительное нарушение технологического процесса;

Электрическое освещение производственных помещений может быть рассчитано по одному из трех методов: по величине удельной мощности освещения, по методу коэффициента использования и по точечному методу; применение каждого обуславливается видом рассчитываемого освещения и требуемой точностью расчета.

Первый из названных методов является менее трудоемким, но и наименее точным и поэтому применяется только при предварительных ориентировочных расчетах, а также может служить целями проверочных расчетов существующих систем освещения.

Метод коэффициента использования (метод светового потока) применяется для расчета общего равномерного освещения производственных помещений средней высоты при условии равномерного расположения светильников. Данный метод позволяет рассчитать усредненное значение освещенности по всей рабочей площади и поэтому непригоден для расчета местного освещения. При этом методе учитывается отражательная

способность стен и потолка помещения.

Точечный метод (метод силы света) применяется для расчетов всех видов освещения: общего, местного, локализованного, наружного; он применим для расчета освещенности любой точки, при любом положении поверхности, на которой лежит заданная точка, и при любом расположении светильников.

Помимо универсальности этот метод является наиболее точным, недостатком его является большая трудоемкость по сравнению с остальными.

## 2. Расчет по методу коэффициента использования

### Вариант №1

Таблица 1. Исходные данные

Освещенность $E$ , лк	200
Размеры помещения $a \times b$ , м	54×24
Расчетная высота подвесного светильника $h_p$ , м	6
Тип светильника	РСП05/Г03
Тип лампы	Газоразрядные ДРЛ
Коэффициент запаса $k$	1,5
Коэффициент неравномерности освещения $z$	1,2

Решение:

1) Определяем максимальное расстояние между светильниками по выбранному типу светильника и рекомендуемым соотношениям расстояний между светильниками и высотой подвеса

$$L_{CB \text{ (max)}} = \lambda \cdot h_p = 6 \cdot 0,8 = 4,8 \text{ м,}$$

где  $\lambda = 0,8$  для светильников с лампами ДРЛ [прилож., табл. 1].

2) Определяем расстояние от стены до первого ряда светильников при отсутствии рабочих мест

$$L_{1 \text{ (max)}} = 0,2 \cdot L_{CB \text{ (max)}} = 0,2 \cdot 4,8 = 0,96 \text{ м.}$$

3) Определяем общее количество рядов по ширине

$$n_{III} = \frac{b - 2L_{1 \text{ max}}}{L_{CB \text{ (max)}}} + 1 = \frac{24 - 2 \cdot 0,96}{4,8} + 1 = 5,6 \text{ ряда}$$

Принимаем количество рядов по ширине  $n_{III} = 6$

Определяем общее количество рядов по длине

$$n_D = \frac{a - 2L_{1 \text{ max}}}{L_{CB \text{ (max)}}} + 1 = \frac{54 - 2 \cdot 0,96}{4,8} + 1 = 11,85 \text{ рядов}$$

Принимаем количество рядов по длине  $n_D = 12$ .

4) Определяем общее количество светильников, которое необходимо разместить в помещении

$$n_{\text{Общ (min)}} = 6 \cdot 12 = 72 .$$

5) Определяем показатель помещения

$$i = \frac{S}{h_p(a+b)} = \frac{54 \cdot 24}{6(54+24)} = 2,76 .$$

б) Определяем расчетный световой поток одной лампы

$$\Phi_{\text{РАСЧ}} = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{\eta_{\text{И}} \cdot n_{\text{ОБЩ}} \cdot x} = \frac{200 \cdot 54 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{0,69 \cdot 72 \cdot 2} = 4696 \text{ ЛМ},$$

где  $x$  - число источников света в светильнике;

$n_{\text{И}} = 0,69$  - коэффициент использования светопотока [прилож., табл. 2].

Данный световой поток может обеспечить лампа ДРЛ-125 с  $\Phi = 5600$  лм [прилож., табл. 3].

Определяем отклонение  $\Delta$

$$\Delta = \frac{\Phi - \Phi_p}{\Phi_p} \cdot 100 \% = \frac{5600 - 4696}{4696} \cdot 100 \% = 19 \% < 20\% .$$

7) Определяем расчетное число светильников

$$n_{\text{РАСЧ}} = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{\Phi \cdot \eta_{\text{И}} \cdot x} = \frac{200 \cdot 54 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{5600 \cdot 0,69 \cdot 2} = 60,37 .$$

Принимают число светильников  $n = 60$ .

Располагаем их в соотношении  $6 \times 10$ .

8) Определяем мощность системы:

$$\sum N = P_1 \cdot n_{\text{ИП}} \cdot x = 125 \cdot 60 \cdot 2 = 150000 \text{ Вт} = 150 \text{ кВт} .$$

### Вариант №2

Выбираем лампу ДРЛ-80 с  $\Phi = 3200$  лм.

Определяем расчетное число светильников с учетом выбранной лампы:

$$n_{\text{РАСЧ}} = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{\Phi \cdot \eta_{\text{И}} \cdot x} = \frac{200 \cdot 54 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{3200 \cdot 0,69 \cdot 2} = 106 .$$

Принимаем число светильников  $n = 104$  и располагаем их в соотношении  $8 \times 13$ .

Определяем отклонение  $\Delta$

$$\Delta = \frac{n - n_p}{n_p} \cdot 100 \% = \frac{106 - 104}{104} \cdot 100 \% = 1,9 \% < 20\% .$$

Определяем мощность системы:

$$\sum N = P_1 \cdot n_{\text{ИП}} \cdot x = 80 \cdot 104 \cdot 2 = 166400 \text{ Вт} = 166,4 \text{ кВт} .$$

### Вариант №3

Выбираем лампу ДРЛ-250  $\Phi = 11000$  лм.

Определяем расчетное число светильников с учетом выбранной лампы:

$$n_{\text{РАСЧ}} = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{\Phi \cdot \eta_{\text{И}} \cdot x} = \frac{200 \cdot 54 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{11000 \cdot 0,69 \cdot 2} = 31 .$$

Принимаем число светильников  $n = 32$  и располагаем их в соотношении  $4 \times 8$ .

Определяем отклонение  $\Delta$

$$\Delta = \frac{n - n_p}{n_p} \cdot 100 \% = \frac{31 - 32}{32} \cdot 100 \% = -3,1 \% > -10\% .$$

Определяем мощность системы:

$$\sum N = P_1 \cdot n_{\text{лр}} \cdot x = 250 \cdot 32 \cdot 2 = 160000 \text{ Вт} = 160 \text{ кВт} .$$

### 3. Результаты расчета

**Таблица 2**

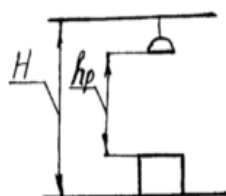
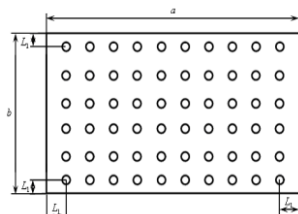
Варианты расчетов

№ вар.	Число ламп	Световой поток лампы, лм		Отклонение $\Phi_{\text{табл}}$ от $\Phi_{\text{расч}}$ , %	Тип и мощность ламп, Вт	Полная мощность системы, кВт
		Расчетное	Принятое			
1	60	4696	5600	19	ДРЛ-125; 125	150
2	104	-	3200	-	ДРЛ-80; 80	166.4
3	32	-	11000	-	ДРЛ-250; 250	160

Вывод:

Наиболее оптимальным вариантом является 1-й вариант, так как система потребляет меньше электрической энергии, чем в других 2-х вариантах.

#### Схемы размещения светильников



### Приложение

Таблица 1

Зависимость коэффициента соотношения  $\lambda$  от типа светильника

Тип светильника	Коэффициент $\lambda = L_{\text{св}} / h_p$
Светильники с лампами накаливания:	
- «Универсаль» с затенителем и без него	1,5-1,9
- «Глубокоизлучатель» эмалированный: ГПМ Т	1,4-1,7
- «Глубокоизлучатель» ГС; ГСУ	0,9-1,1
- НСПО7; У15	1,4-1,6
- УПД; У1D	1,9
- «Колочный шар»	1,4-1,6
Светильники с люминисцентными лампами:	
- ЛД; ЛДР; ЛДО	1,4
- ПВЛ; ВОД; ВЛН	1,5
- для остальных (открытых снизу)	1,4
- с расчетным затенителем	1,5
- с вертикально расположенными лампами	2,4
Для светильников с лампами ДРЛ	0,8

Таблица 2

Определение величины коэффициента использования светопотока  $\eta_u$  при различных типах светильников для ламп ДРЛ

Коэффициент отражение			Индекс помещения								
$\rho_{п}, \%$	$\rho_{с}, \%$	$\rho_{р}, \%$	0,8	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0
РСПО5/КОЗ (С35ДРЛ)											
50	30	10	0,53	0,58	0,62	0,65	0,67	0,69	0,70	0,71	0,72
30	10	10	0,51	0,55	0,59	0,62	0,64	0,66	0,67	0,68	0,70
РСПО5/ГОЗ (С34ДРЛ)											
50	30	10	0,56	0,61	0,64	0,68	0,70	0,72	0,72	0,73	0,74
30	10	10	0,53	0,59	0,62	0,65	0,68	0,69	0,70	0,71	0,73
РСПО8/ГОЗ											
50	30	10	0,50	0,55	0,59	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,71
30	10	10	0,47	0,53	0,57	0,60	0,63	0,64	0,66	0,68	0,69
РСПО5/ДОЗ; СД2ДРЛ											
50	30	10	0,38	0,44	0,48	0,53	0,56	0,58	0,59	0,61	0,62
30	10	10	0,35	0,40	0,45	0,49	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60
УПДРЛ											
50	30	10	0,37	0,41	0,47	0,50	0,53	0,56	0,57	0,59	0,60
30	10	10	0,34	0,40	0,44	0,48	0,50	0,53	0,54	0,57	0,58
РСПО7; РСПО8/ЛОО											
50	30	10	0,30	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54	0,56	0,58	0,60
30	10	10	0,25	0,31	0,37	0,41	0,44	0,48	0,50	0,52	0,56

Таблица 3

Лампы ртутные дуговые ДРЛ, ДРИ.

Технические данные

Тип лампы	Напряжение зажигания, В	Мощность, Вт	Световой поток, ЛМ
ДРЛ-125	180	125	5600
ДРЛ-250	180	250	11000
ДРЛ-400	180	400	19000
ДРЛ-700	180	700	35000
ДРЛ-1000	180	1000	50000
ДРИ-250	180	250	18700
ДРИ-400	180	400	32000
ДРИ-700	180	700	59500
ДРИ-1000	180	1000	90000
ДРИ-2000	180	2000	19000

Примечание: ДРЛ – дуговая ртутная лампа, ДРИ – металлогалогенные лампы. Характеризующиеся высокой светоотдачей и хорошим спектральным составом.

## **Практическая работа №3**

### **Методы защиты от воздействия шума.**

#### **Цель работы:**

- Производить расчет и выбор глушителей шума.

#### **Задание:**

Методы защиты от воздействия шума. Расчет глушителей шума.

#### **Теоретические сведения:**

Шум на производстве неблагоприятно действует на организм человека: повышает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, значительно ослабляет внимание работающих, увеличивает число ошибок в работе, замедляет скорость психических реакций, в результате чего снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Шум затрудняет своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы внутрицехового транспорта (автопогрузчики, мостовые краны и т. П.), что способствует возникновению несчастных случаев на производстве.

Шум оказывает вредное влияние на физическое состояние человека: угнетает центральную нервную систему; вызывает изменение скорости дыхания и пульса; способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни; может приводить к профессиональным заболеваниям.

Исследованиями последних лет установлено, что под влиянием шума наступают изменения в органе зрения человека (снижается устойчивость ясного видения и острота зрения, изменяется чувствительность к различным цветам и др.) и вестибулярном аппарате; нарушаются функции желудочно-кишечного тракта; повышается внутричерепное давление; происходят нарушения в обменных процессах организма и т. П.

Шум, особенно прерывистый, импульсный, ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. В документах Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) отмечается, что наиболее чувствительными к шуму являются такие операции, как слежение, сбор информации и мышление.

Шум с уровнем звукового давления 30 ... 35 дБ является привычным для человека и не беспокоит его. Повышение уровня звукового давления до 40 ... 70 дБ создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, снижение производительности умственного труда, а при длительном действии может явиться причиной невроза, язвенной и гипертонической болезни.

Длительное воздействие шума свыше 75 дБ может привести к резкой потере слуха – тугоухости или профессиональной глухоте. Однако более ранние нарушения наблюдаются в нервной и сердечнососудистой системе, других внутренних органах.

Зоны с уровнем звука свыше 85 дБ должны быть обозначены знаками безопасности. Станочников, постоянно находящихся в этих зонах, администрация цеха обязана снабжать средствами индивидуальной защиты



органов слуха. Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с октавными уровнями звукового давления свыше 135 дБ в любой октавной полосе.

### **1. Основные характеристики шума**

Шумом называют всякий неблагоприятно действующий на человека звук. Обычно шум является сочетанием звуков различной частоты и интенсивности. С физической точки зрения звук представляет собой механические колебания упругой среды. Звуковая волна характеризуется звуковым давлением  $p$ , Па, колебательной скоростью  $V$ , м/с, интенсивностью  $I$ , Вт/м<sup>2</sup>, и частотой – числом колебаний в секунду  $f$ , Гц.

Звуковые колебания какой-либо среды (например, воздуха) возникают при нарушении ее стационарного состояния под воздействием возмущающей силы. Частицы среды начинают колебаться относительно положения равновесия, причем скорость этих колебаний (колебательная скорость) значительно меньше скорости распространения звуковых волн (скорости звука), которая зависит от упругих свойств, температуры и плотности среды.

Во время звуковых колебаний в воздухе образуются области пониженного и повышенного давления, которые определяют звуковое давление.

*Звуковым давлением* называется разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением в невозмущенной среде.

Характеристикой источника шума служит *звуковая мощность  $P$* , которая определяется общим количеством звуковой энергии, излучаемой источником шума в окружающее пространство за единицу времени.

При распространении звуковой волны в пространстве происходит перенос энергии. Количество переносимой энергии определяется интенсивностью звука. Средний поток энергии в какой-либо точке среды в единицу времени, отнесенный к единице площади поверхности, нормальной к направлению распространения волны, называется *интенсивностью звука* в данной точке.

Слуховой орган человека воспринимает в виде слышимого звука колебания упругой среды, имеющие частоту примерно от 20 до 20 000 Гц, но наиболее важный для слухового восприятия интервал от 45 до 10000 Гц.

Источниками шума на предприятиях являются: производственное оборудование (станочное, кузнечно-прессовое и т.п.); энергетическое оборудование, компрессорные и насосные станции, вентиляторные установки, трансформаторные подстанции; продукция предприятия – при ее испытаниях на стендах (двигатели внутреннего сгорания, авиационные двигатели, компрессоры и т. П.).

В зависимости от физической природы возникающего шума они подразделяются на источники механического, аэродинамического, электромагнитного и гидродинамического шума. Снижение шума на рабочих местах должно достигаться прежде всего за счет акустического совершенствования машин – улучшения их шумовых характеристик.

Восприятие человеком звука зависит не только от его частоты, но и от интенсивности и звукового давления. Наименьшая интенсивность  $I_0$  и звуковое давление  $P_0$ , которые воспринимает человек, называются *порогом слышимости*. Пороговые значения  $I_0$  и  $P_0$  зависят от частоты звука. При частоте 1000 Гц звуковое давление  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па,  $I_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>. При звуковом давлении  $2 \cdot 10^2$  Па и интенсивности звука  $10$  Вт/м<sup>2</sup> возникают болевые ощущения (болевой порог). Между порогом слышимости и болевым порогом лежит область слышимости. Разница между болевым порогом и порогом слышимости очень велика. Чтобы не оперировать большими числами, ученый А. Г. Белл предложил использовать логарифмическую шкалу. Логарифмическая величина, характеризующая интенсивность шума или звука, получила название уровня интенсивности  $L$  шума или звука, которая измеряется в безразмерных единицах бел (Б).

$$L = \lg\left(\frac{I}{I_0}\right), \quad (1)$$

где  $I$  – интенсивность звука в данной точке;

$I_0$  – интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости.

Так как интенсивность звука пропорциональна квадрату звукового давления, то для уровня звукового давления можно записать:

$$L = \lg\left(\frac{P^2}{P_0^2}\right) = 2 \lg\left(\frac{P}{P_0}\right), \quad (2)$$

Ухо человека реагирует на величину в 10 раз меньшую, чем бел, поэтому распространение получила единица децибел (дБ), равная 0,1 Б, тогда

$$L = 20 \lg\left(\frac{P}{P_0}\right) \quad (3)$$

Шумовые характеристики (ШХ) источников шума – активные уровни звуковой мощности (УЗМ)  $L_p$ , дБ, и показатели направленности излучения шума  $G$ , дБ, или предельно допустимые шумовые характеристики (ПДШХ) должны быть указаны в паспорте на них, руководстве (инструкции) по эксплуатации или другой сопроводительной документации. При отсутствии таких сведений необходимо пользоваться справочными данными по шумовым характеристикам применяемой машины или ее аналога.

В соответствии с ГОСТ 12.1.003-83\* шум классифицируется по спектральным и временным характеристикам.

Спектры шума подразделяются на широкополосные и тональные. Широкополосные характеризуются спектром шума шириной более одной октавы, тональные имеют в своем составе выраженные дискретные тона с превышением уровня звукового давления (в третьоктавной полосе частот) над соседними не менее чем на 10 дБ.

Для оценки и сравнения шумов, изменяющихся по времени, применяют уровни звука. Уровень звука – это суммарный уровень звукового давления, определенного во всем частотном диапазоне. Измеряют уровень звука шумомером в децибелах А [дБ (А)] по шкале, имеющей корректирующий контур А по низкочастотной составляющей.

По временным характеристикам шумы подразделяются: на постоянные и непостоянные, а последние, в свою очередь, делятся на колеблющиеся прерывистые и импульсные. Шум относится к постоянному, если уровень звука, характеризующий его, изменяется за восьмичасовой рабочий день (рабочую смену) не более чем на 5 дБ (А); для непостоянных шумов характерно изменение уровня звука в течение рабочего дня более чем на 5 дБ (А).

Колеблющиеся шумы характеризуются уровнем звука, непрерывно изменяющегося во времени, например, шум транспортного потока. Для прерывистых шумов уровень звука изменяется ступенчато [на 5 дБ (А) и более], при этом длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более, например, шум, возникающий при периодическом выпуске газа из-под поршня. Импульсные шумы – это один или несколько звуковых сигналов каждый продолжительностью менее 1 с, воспринимаемый человеком как удары, следующие один за другим, уровни звука при этом отличаются не менее чем на 7 дБ. Для машин ударного действия характерен импульсный шум.

## **2. Гигиеническое нормирование шума**

Нормируемые параметры шума на работающих местах определены ГОСТ 12.1.003–83. Они являются обязательными для всех промышленных предприятий. Для нормирования постоянных шумов применяют допустимые уровни звукового давления в восьми октавных полосах частот в зависимости от вида производственной деятельности. Для ориентировочной оценки допускается в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах принимать уровень звука [дБ(А)], определяемый по шкале А шумомера с коррекцией низкочастотной составляющей по закону чувствительности органов слуха и приближением результатов объективных измерений к субъективному восприятию.

Непостоянные шумы на рабочих местах нормируются по эквивалентным по энергии уровням звука [дБ (А)]

## **2. Классификация средств защиты от шума**

Средства защиты от шума, применяемые на предприятиях, подразделяются на средства коллективной защиты (СКЗ) и индивидуальной защиты (СИЗ). Классификация средств коллективной защиты приведена на рисунке 1.



Рисунок 1. Средства коллективной защиты от шума на пути его распространения.

Наиболее рациональным методом является борьба с шумом в источнике возникновения (уменьшение звуковой мощности  $P$ ). Причиной возникновения шумов могут быть механические, аэродинамические, гидродинамические и электромагнитные явления, обусловленные конструкцией и характером работы машин и механизмов, а также неточностями, допущенными в процессе изготовления и условиями испытания и эксплуатации. Для снижения шума в источнике возникновения могут успешно применяться следующие мероприятия: замена ударных механизмов и процессов безударными, например замена ударной кленки сваркой, рихтовки – вальцовкой, использование гидропривода вместо кривошипно-шатунных и эксцентриковых приводов; применение малошумных соединений, например подшипников скольжения, косозубых, шевронных и других специальных зацеплений; применение в качестве конструкционных материалов с высоким внутренним трением, например замена металлических деталей пластмассовыми и другими «незвучащими» материалами; повышение требований к балансировке роторов; изменение режимов и условий работы механизмов и машин; применение принудительной смазки в сочленениях для предотвращения их износа и шума от трения. Важное значение имеет своевременное техническое обслуживание оборудования, при котором обеспечивается надежность крепления и правильное регулирование сочленений. Комплекс мероприятий, направленных на уменьшение шума в источнике, может обеспечить снижение уровня звука на 10 ... 20 дБ (А) и более.

**Изменение направленности излучения шума.** При проектировании установок с направленным излучением необходима соответствующая ориентация этих установок по отношению к рабочим местам, поскольку

величина показателя направленности может достигать 10 ... 15 дБ. Например, отверстие воздухозаборной шахты вентиляционной установки необходимо располагать так, чтобы максимум излучаемого шума был направлен в противоположную сторону от рабочего места или жилого дома.

**Рациональная планировка предприятий и цехов.** Шум на рабочем месте может быть уменьшен за счет увеличения расстояния от источника шума до расчетной точки. Внутри здания такие помещения должны располагаться вдали от шумных помещений так, чтобы их разделяло несколько других помещений. На территории предприятия более шумные цехи необходимо концентрировать в одном-двух местах. Расстояние между тихими помещениями (конструкторское бюро, заводоуправление) и шумными цехами должно обеспечивать необходимое снижение шума.

**Акустическая обработка помещений.** Интенсивность шума в помещениях зависит не только от прямого, но и от отраженного звука, поэтому для уменьшения последнего применяют звукопоглощающие облицовки поверхностей помещения (рис. 2, а) и штучные (объемные) поглотители различных конструкций (рис. 2, б), подвешиваемые к потолку помещений. Процесс поглощения звука происходит путем перехода энергии колеблющихся частиц воздуха в теплоту за счет потерь на трение в пористом материале. Для большей эффективности звукопоглощения пористый материал должен иметь открытые со стороны падения звука и незамкнутые поры.

Звукопоглощающие материалы имеют коэффициент звукопоглощения  $\alpha > 0,2$ . У бетона, кирпича величина,  $\alpha$  не превышает 0,01 ... 0,05. Звукопоглощающие свойства пористых материалов определяются толщиной слоя, частотой звука, наличием воздушной прослойки. Эффект снижения шума за счет применения звукопоглощающей облицовки оценивают по формуле

$$\Delta L = 10 \lg \left( \frac{B_2}{B_1} \right), \quad (4)$$

где  $B_2$  и  $B_1$  – постоянные помещения до и после проведения акустической обработки. Величину  $B$  определяют по СнИП П-12-77 в зависимости от вида помещения.

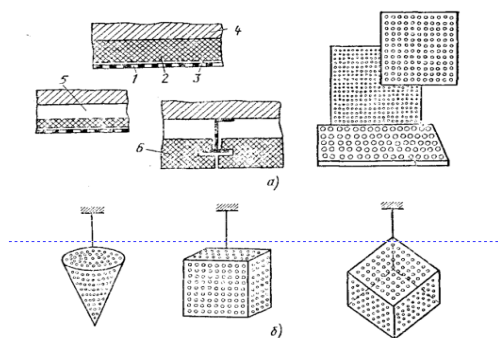


Рисунок 2. Акустическая обработка помещений.

- 1 – защитный перфорированный слой; 2 – звукопоглощающий материал;  
3 – защитная стеклоткань; 4 – стена или потолок; 5 – воздушный промежуток;  
6 – плита из звукопоглощающего материала.

Уменьшение шума на пути его распространения применяют, когда перечисленные выше методы не обеспечивают требуемого снижения шума. Снижение шума достигается за счет уменьшения интенсивности прямого шума  $I_{пр}$  путем установки звукоизолирующих перегородок, кожухов, экранов (рисунок 3) и т.п. Сущность звукоизоляции ограждения состоит в том, что падающая на него энергия звуковой волны отражается в значительно большей степени, чем проходит за ограждение. Звукоизолирующая способность (дБ) перегородки выражается величиной:

$$\Delta L_{зи} = 10 \lg \left( \frac{I_{пр}}{I_{прош}} \right), \quad (5)$$

где  $I_{прош}$  - интенсивность шума за перегородкой. В качестве звукоизолирующих материалов для перегородок применяют бетон, кирпич, дерево и т.п. Эффективность звукоизоляции (дБ) однородной перегородки может быть определена по формуле:

$$L_{ЗИ} = 10 \lg \left[ 1 + \left( \frac{\pi m}{\rho c} \right)^2 \right], \quad (6)$$

где  $m$  – масса  $1 \text{ м}^2$  перегородки, кг, зависящая от плотности материала и толщины перегородки;

$f$  – частота, Гц;

$\rho c$  – акустическое сопротивление воздуха.

Анализ этой формулы позволяет сделать два основных вывода: звукоизоляция ограждений тем выше, чем они тяжелее, и на высоких частотах эффект от установки ограждения будет значительно выше, чем на низких.

Наиболее шумные машины и механизмы закрывают кожухами, которые обычно изготавливают из конструкционных материалов – стали, сплавов алюминия, пластмасс и др. и облицовывают изнутри звукопоглощающим материалом толщиной 30 ... 50 мм (рисунок 5).

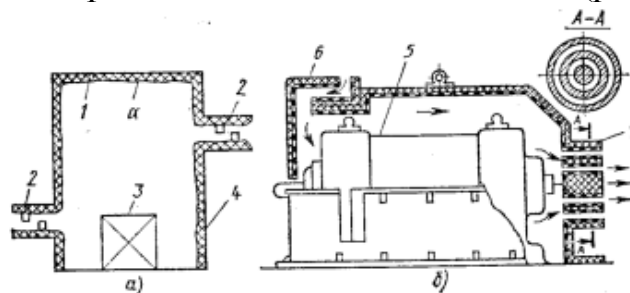


Рисунок 3. Звукоизолирующий кожух.

$A$  – схема кожуха;  $b$  – конструкция кожуха электродвигателя:

1 – звукопоглощающий материал; 2 – глушитель шума; 3 – источник шума; 4 – стенка; 5 – электродвигатель; 6, 7 – каналы с глушителями для входа и выхода воздуха

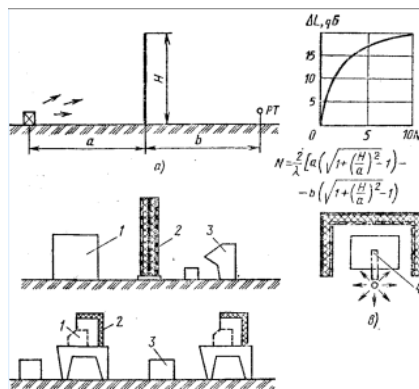


Рисунок 4. Экранирование источников шума.

- А* – схема экрана; *б* – расположение экранов в вычислительных центрах;  
*в* – экранирование источников механического шума; 1 – шумное оборудование;  
 2 – экран со звукопоглощающей облицовкой; 3 – рабочее место; 4 – дисковая пила

#### 4. Расчет глушителей шума

На предприятиях повышенный шум на рабочих местах и в жилой застройке часто создается при работе вентиляторных, компрессорных и газотурбинных установок, систем сброса сжатого воздуха, стендов для испытаний различных двигателей. Снижение шума аэродинамического происхождения достигается установкой глушителей в каналах и воздуховодах на пути распространения шума от его источника до места всасывания или выброса воздуха и газов. Глушители подразделяются на абсорбционные, реактивные (рефлексные) и комбинированные. Снижение шума в абсорбционных глушителях происходит за счет поглощения звуковой энергии применяемыми в них звукопоглощающими материалами и конструкциями, а в реактивных – в результате отражения звука обратно к источнику. Комбинированные глушители обладают свойством как поглощать, так и отражать звук. Выбор типа глушителя зависит от конструкции заглушаемой установки (стенда, системы и т.д.), спектра и требуемого снижения шума. Применение глушителей для различных установок и систем рассмотрено ниже.

При распространении шума по трубопроводам, воздуховодам, каналам для его уменьшения широко применяют глушители различных конструкций, выбор которых определяется спектром шума, необходимым глушением и условиями эксплуатации конкретной установки. Реактивные глушители используют для снижения шума с резко выраженными дискретными составляющими и в узких частотных диапазонах. Важно, чтобы применение глушителей любого типа не ухудшало работу заглушаемой машины. Эффективность глушителей шума может достигать 30-40 дБ и более. Если в рабочей зоне не удастся уменьшить шум до допустимых величин общетехническими средствами, то администрация обязана обеспечить работающих в этой зоне средствами индивидуальной защиты и обозначить ее знаками безопасности. К средствам индивидуальной противозумовой защиты относятся вкладыши (Снижение шума на 5 ... 20 дБ); наушники (эффективность на высоких частотах до 45 дБ); шлемы, применяемые при высоких уровнях шума (более 120 дБ).

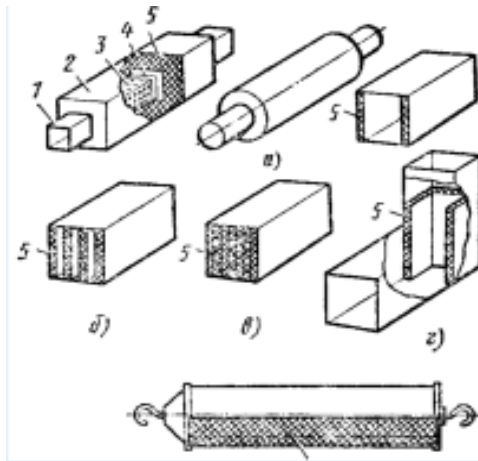


Рисунок 5. Глушители абсорбционного типа.

*А* – трубчатый; *б* – пластинчатый; *в* – сотовый; *г* – звукопоглощающая облицовка поворота; *1* – трубопровод; *2* – корпус глушителя; *3* – перфорированная стенка; *4* – стеклоткань; *5* – звукопоглощающий материал.

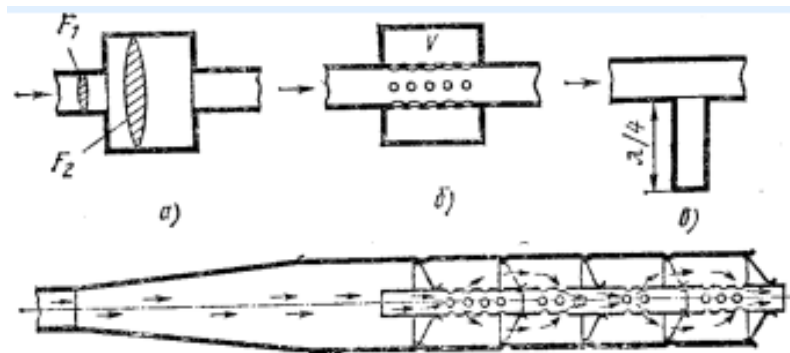


Рисунок 6. Реактивные глушители.

*А* – камерный; *б* – резонансный; *в* – четвертьволновой; *г* – глушитель шума выпуска мотоциклетного двигателя.

Защита от шума может обеспечиваться и такими организационными мероприятиями, как сокращение времени пребывания в условиях повышенного шума, правильный выбор режима труда и отдыха, лечебно-профилактические и другие мероприятия.

**Глушители вентиляционных установок.** Наибольшее распространение в вентиляторных установках общепромышленного назначения получили глушителя абсорбционного типа – трубчатые, пластинчатые, цилиндрические, облицованные изнутри ЗПМ повороты воздуховодов (рисунок 8), поскольку вентиляторы имеют широкополосный спектр шума. Конструкции глушителей подбирают в зависимости от поперечных размеров воздуховода, допустимой скорости воздушного потока, требуемого снижения УЗД и места для установки глушителя.

Трубчатые глушителя обычно применяются при поперечном сечении воздуховодов до 500 X 500 мм или диаметре до 500 мм, цилиндрические – при диаметре до 700 мм, а пластинчатые – при больших размерах. В глушителях пластины устанавливаются параллельно потоку воздуха на определенном расстоянии друг от друга. Толщину пластин выбирают исходя из максимума, а спектре шума – чем выше частота заглушаемого звука, тем



толще должны быть пластины глушителя. Обычно толщина пластин составляет 100–200 мм, реже 400–600 мм.

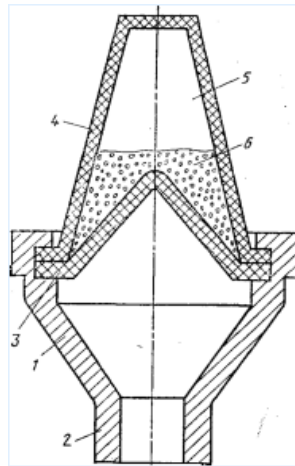


Рисунок 7. Комбинированный глушитель.

1 – корпус; 2 – штуцер; 3 и 4 – пористые перегородки; 5 – замкнутая полость;  
6 – звукопоглощающий сыпучий материал.

Необходимое свободное сечение глушителя находят из соотношения:

$$F_{св} = \frac{Q}{v_{доп}}, \quad (7)$$

где  $Q$  – расход воздуха через глушитель, м<sup>3</sup>/с;

$v_{доп}$  – допустимая скорость воздуха в глушителе, м/с.

Поток воздуха, проходя через глушитель, генерирует так называемый собственный шум глушителя, звуковая мощность которого зависит от скорости потока, конструкции глушителя и его размеров. Особенно важно учитывать то обстоятельство, когда глушитель устанавливается непосредственно перед помещением. В этом случае допустимую скорость воздуха можно принимать в зависимости от допустимого уровня звука в помещении.

Для ориентировочной оценки допустимой скорости движения воздуха в вентиляционных глушителях при определении их конкретных габаритов допускается пользоваться данными табл. 1.

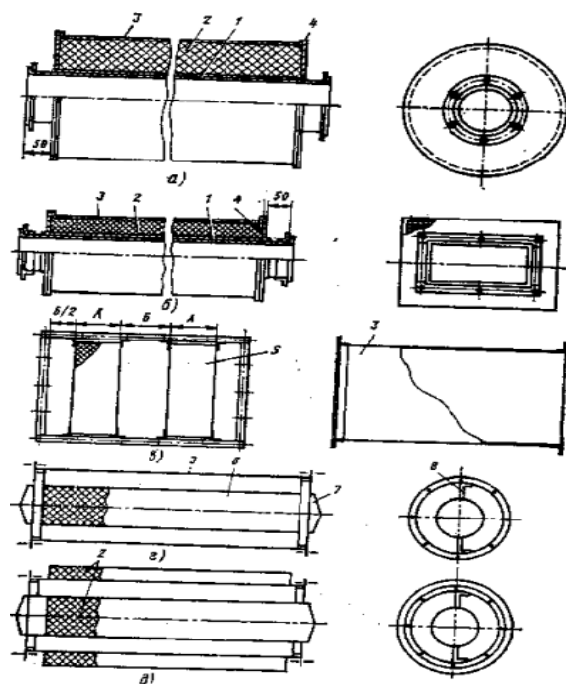


Рисунок 8. Глушители шума вентиляционных установок.

*А* – трубчатый круглый, сварной сварной; *б* – трубчатый прямоугольный, сварной; *в* – пластинчатый; *г* – цилиндрический; 3 – цилиндрический комбинированный; 1 – перфорированная обечайка; 2 – звукопоглощающий холст; 1 – короб наружный; 4 – диафрагма; 5 – пластина; 6–цилиндр; 7 – обтекатель; 8 – крепление цилиндра

Таблица 1.

Допускаемая скорость движения воздуха в глушителях систем вентиляции, м/с

Индекс предельного спектра шума в обслуживаемом помещении	ПС-25	ПС-35	ПС-40	ПС-50
Допускаемая скорость движения воздуха, м/с	4	6	8	10

Необходимую длину глушителя определяют для каждой октавной полосы по формуле:

$$l_{TR} = \frac{\Delta L_{TR}}{\Delta L}, \quad (8)$$

где  $\Delta L_{TR}$  - требуемое заглушение шума в глушителе, дБ;

$\Delta L$  - табличное значение заглушения шума в глушителе, (дБ) длиной 1 м.

Длину глушителей следует принимать по наибольшему из всех значений  $L_{TR}$ , полученных в результате расчета для отдельных октавных полос.

Требуемая длина глушителя может быть уменьшена в результате применения облицованных отводов и звукопоглощающих облицовок в поворотах и прямых участках каналов.

При компоновке вентиляционных установок целесообразно устанавливать центральный глушитель и предусматривать для него место по возможности ближе к вентилятору в начале вентиляционной сети, чтобы ограничить до минимума шум, проникающий через стенки воздуховодов в

помещения, через которые они проходят.

Уровни звуковой мощности шума вентилятора перед дросселирующим устройством определяют по формуле:

$$L_{P_{B1}} = L_{P_B} - \Delta L_{P_B} - \Delta L_{2л}, \quad (9)$$

где  $L_{P_B}$  - октавный уровень звуковой мощности шума, излучаемого вентилятором в сеть, дБ;

$$\Delta L_{P_B} = \sum_{i=1}^m \Delta L_{pi}, \quad (10)$$

где  $\Delta L_{P_B}$  - суммарное снижение уровня (потери) звуковой мощности (дБ) в элементах сети по пути распространения шума от вентилятора до дросселирующего устройства;

$\Delta L_{2л}$  - снижение уровня звуковой мощности (дБ) в запроектированном центральном глушителе (эффективность глушителя).

При акустическом расчете вентиляционной системы шум, излучаемый дросселирующими устройствами в воздухопровод, можно не учитывать лишь в том случае, когда уровни звуковой мощности этого шума во всех октавных полосах по крайней мере на 5 дБ ниже, чем уровни звуковой мощности шума от вентилятора (с учетом снижения шума в глушителе) перед этим устройством. В остальных случаях необходимо рассчитать требуемое снижение шума дросселирующего устройства и подобрать глушитель, который должен быть установлен после дросселирующего устройства.

Гидравлическое сопротивление пластинчатых и сотовых вентиляционных глушителей рассчитывают по формуле:

$$H_{2л} = (\xi + \lambda \frac{1}{D}) \frac{v^2 \rho}{2}, \quad (11)$$

где  $\xi$  - суммарный коэффициент местного сопротивления для глушителей; для сотовых и пластинчатых глушителей;

$\lambda$  - коэффициент трения;

$l$  - длина глушителя, м;

$D$  - гидравлический диаметр, м;

$V$  - скорость воздуха в воздуховоде перед глушителем, м/с;

$\rho$  - плотность воздуха в воздуховоде, кг/м<sup>3</sup>.

**Глушители компрессорных и газотурбинных установок (ГТУ).** Для снижения шума этих установок чаще всего применяют трубчатые (рисунок 9) и пластинчатые глушители; трубчатые - для всасывающих и выхлопных воздухопроводов компрессоров малой производительности низкого и высокого давления и небольшие ГТУ; пластинчатые - для более крупных ГТУ. Длина и свободное сечение глушителя выбирают такими, чтобы снижение октавных УЗД в расчетной точке было не ниже требуемого по акустическому расчету или данным измерения. Свободное сечение глушителя  $F_{св}$ , м<sup>2</sup> - определяют

по формуле (4), что была приведена выше.

В глушителях шума всасывания допустимая скорость газовой смеси 10–15 м/с, в глушителях шума стравливания  $v_{дон}$  - 20 – 40 м/с в зависимости от располагаемого противодавления к требуемому снижению шума.

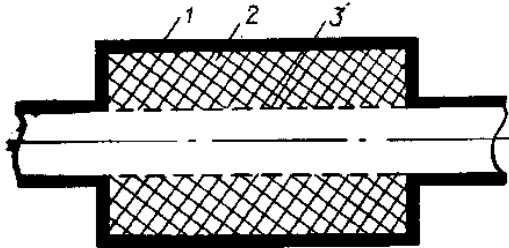


Рисунок 9. Схема трубчатого глушителя.

1-корпус; 2-звукопоглощающий материал; 3 – перфорированное покрытие

Затухание в трубчатом глушителе  $\Delta L$  (в дБ) можно рассчитать по формуле Белова:

$$\Delta L = 1.1 \alpha'_{э\text{кв}} \Pi l / S \quad (11)$$

где  $\Pi$  – периметр проходного сечения, м;

$l$  – длина глушителя м;

$S$  – площадь проходного сечения, м<sup>2</sup>;

$\alpha'_{э\text{кв}}$  – эквивалентный коэффициент поглощения облицовки, зависящий от коэффициента звукопоглощения материала  $\alpha'$ :

Для трубчатых глушителей с внутренним диаметром  $d$  выражение (11) принимает вид:

$$\Delta L = (4.4 \alpha'_{э\text{кв}} \cdot l) / d \quad (12)$$

Для воздухопроводов больших диаметров применяют пластинчатые глушители, в которых звукопоглощающий материал равномерно распределен по проходному сечению. Для пластинчатого глушителя формула Белова принимает вид:

$$\Delta L = 2.2 \alpha'_{э\text{кв}} \cdot l / 2 d_0 \quad (13)$$

где  $d_0$  – расстояние между пластинами, м;

$l$  – длина пластин, м.

Эффективность пластинчатых глушителей довольно высока – до 40 дБА; кроме того, эти глушители просты в конструктивном отношении и удобны для монтажа.

Примером активного глушителя являются также глушители с насыпным поглотителем (рисунок 10) из керамзитового или строительного щебня, гравия и т.д. Преимущество таких глушителей заключается в том, что они имеют высокую эффективность в области низких частот, благодаря возможности использовать толстые слои звукопоглощающего материала, сравнимые с длиной волны заглушаемого звука. Такие глушители можно использовать в установках с горячими газами.

Реактивные глушители (камерные, резонаторные) выполняют в виде камер расширения и сужения. В таких глушителях звук поглощается путем отражения и рассеяния звуковой энергии на акустических фильтрах.

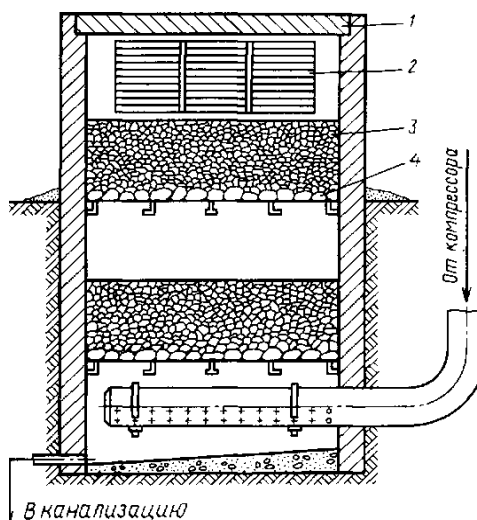


Рисунок 10. Схема глушителя с насыпным поглотителем

1 – корпус; 2 – жалюзийная решетка; 3 – бутовый камень; 4 – булыжник

Реактивные глушители (камерные, резонаторные) выполняют в виде камер расширения и сужения. В таких глушителях звук поглощается путем отражения и рассеяния звуковой энергии на акустических фильтрах. Глушитель может состоять из одной или нескольких камер, соединенных внешней или внутренней трубой (рисунок 11). Чем больше число камер, тем более эффективен глушитель в заданном диапазоне частот. Частотная характеристика такого глушителя имеет ряд чередующихся максимумов.

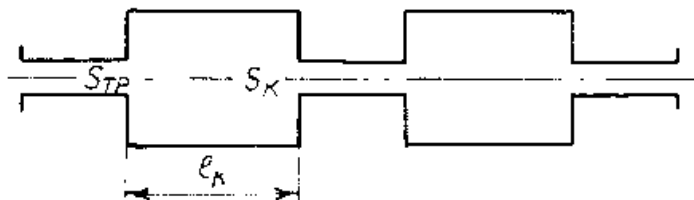


Рисунок 11. Камерный глушитель шума.

$S_{\text{ТР}}$  – площадь сечения трубопровода;  $S_{\text{К}}$  – площадь сечения расширительной камеры;  $l_{\text{к}}$  – длина камеры

Снижение уровня шума однокамерным глушителем можно определить по формуле:

$$\Delta L_k = 10 \lg \left[ 1 + \frac{(m - m^{-1})^2}{4} \sin^2 kl_k \right], \quad (14)$$

где  $m$  – степень расширения, равная отношению площади сечения камеры  $S_{\text{К}}$  к площади сечения трубопровода  $S_{\text{ТР}}$ ;

$l_{\text{к}}$  – длина камеры, м;

$k = 2\pi f/c$  волновое число,  $\text{м}^{-1}$ .

Заглушение однокамерного глушителя увеличивается при возрастании степени расширения. Так, при  $m = 9$  заглушение на частоте максимума составляет около 13 дБ, а при  $m = 16$  – около 18 дБ.

Заглушение двухкамерного глушителя из двух одинаковых камер превышает значение эффективности однокамерного глушителя в 1,5-2 раза.

К реактивным глушителям относятся резонансные глушители. Они представляют собой полости, сообщающиеся с трубопроводом соединительными отверстиями (рис. 12). Резонансная частота для одиночного резонатора, на которой наблюдается максимальное поглощение энергии:

$$f_c = c / 2\pi \sqrt{K_1 / V}, \quad (15)$$

где  $c$  – скорость звука, м/с;

$K_1$  – проводимость горла отверстия;

$V$  – объем резонатора,  $m^3$ .

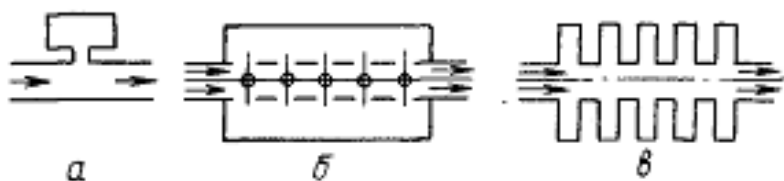


Рисунок 12. Схема резонансных глушителей

а – резонатор Гельмгольца; б – однокамерный концентрический резонатор;

в – система резонаторных отростков.

### Выводы

В данной работе были рассмотрены основные характеристики шумов, их разновидности, влияние шума на производственный персонал. Были рассмотрены меры защиты от шума, приведена их классификация, выбран наиболее рациональный способ защиты. В расчетной части был произведен расчет глушителей шума.

### Контрольные вопросы.

1. Дайте определение шума.
2. Перечислите средства защиты от шума.
3. Перечислите виды глушителей шума.
4. Классификация шумов.
5. Дайте определение звуковому давлению.
6. Дайте определение звуковой мощности.
7. Дайте определение интенсивности звука.
8. Перечислите источниками шума.
9. Перечислите спектры шума.

## Практическая работа №4 Расчет защитного заземления.

### Цель работы:

- Научиться производить расчет защитного заземления.

### Теоретические сведения

Для защиты работающих от опасности поражения электрическим током при переходе напряжения на металлические нетоковедущие части

(например, при коротком замыкании), нормально не находящиеся под напряжением, применяют защитное заземление. Защитное заземление - преднамеренное соединение нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут случайно оказаться под напряжением, с заземляющим устройством.

Защитное заземление представляет собой систему металлических заземлителей, помещенных в землю и электрически соединенных специальными проводами с металлическими частями электрооборудования, нормально не находящимися под напряжением.

Защитное заземление эффективно защищает человека от опасности поражения электрическим током в сетях напряжения до 1000 В с изолированной нейтралью и в сетях напряжением выше 1000 В - с любым режимом нейтрали.

### **1. Устройство заземления**

Заземление устроено в соответствии с требованиями ПУЭ, СНиП-Ш-33-76 и инструкции по устройству сетей заземления и зануления в электроустановках (СН 102-76).

Заземление следует выполнять:

а) при напряжениях переменного тока 380 В и выше и постоянного тока 440 В и выше во всех электроустановках;

б) при напряжениях переменного тока выше 42 В и постоянного тока выше 110 В только в электроустановках, размещенных в помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных, а также в наружных установках;

в) при любом напряжении переменного тока и постоянного тока во взрывоопасных установках;

Заземлители могут быть использованы как естественные, так и искусственные. Причём, если естественные заземлители имеют сопротивление растеканию, удовлетворяющие требованиям ПУЭ, то устройство искусственным заземлителями не требуется.

В качестве естественных заземлителей могут быть использованы:

а) проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубопроводы, за исключением трубопроводов горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, горючих или взрывчатых газов и смесей;

б) обсадные трубы, металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в непосредственном соприкосновении с землёй;

в) свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле и т.д.

В качестве искусственных заземлителей чаще всего применяют угловую сталь 60х60 мм, стальные трубы диаметром 35-60 мм и стальные шины сечением не менее 100 мм<sup>2</sup>.

Стержни длиной 2,5...3м погружаются (забиваются) в грунт вертикально в специально подготовленной траншее (рис.1).

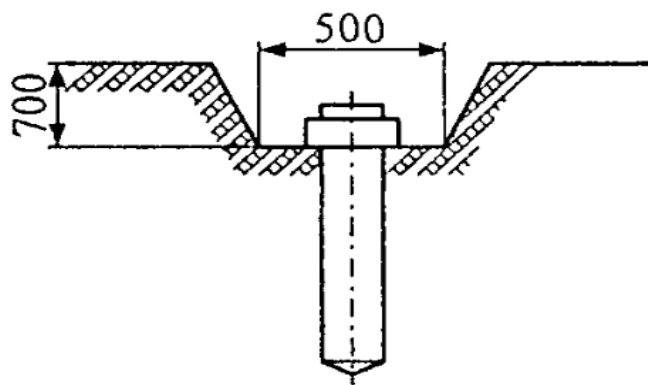


Рисунок 1. Установка вертикального заземлителя в траншее.

Вертикальные заземлители соединяются стальной полосой, которая приваривается к каждому заземлителю.

По расположению заземлителей относительно заземляемого оборудования системы заземления делят на выносное и контурное.

Выносное заземление оборудования показано на рис.2. При выносной системе заземления заземлители располагаются на некотором удалении от заземляемого оборудования. Поэтому заземленное оборудование находится вне поля растекания тока и человек, касаясь его, окажется под полным напряжением относительно земли

$$U_{\text{пр}} = U_3$$

Выносное заземление защищает только за счёт малого сопротивления грунта.

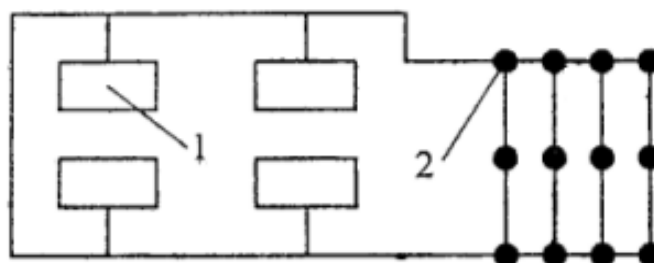


Рисунок 2. Схема заземления:

1 – заземляемое оборудование; 2 – заземлители.

Контурное заземление показано на рис. 3. Заземлители располагаются по контуру заземляемого оборудования на небольшом (несколько метров) расстоянии друг от друга. В данном случае поля растекания заземлителей накладываются, и любая точка поверхности земли внутри контура имеет значительный потенциал. Напряжение прикосновения будет меньше, чем при выносном заземлении.

$$U_{\text{пр}} = U_3 - \varphi_{\text{зем}}$$

где  $\varphi_{\text{зем}}$  - потенциал земли.



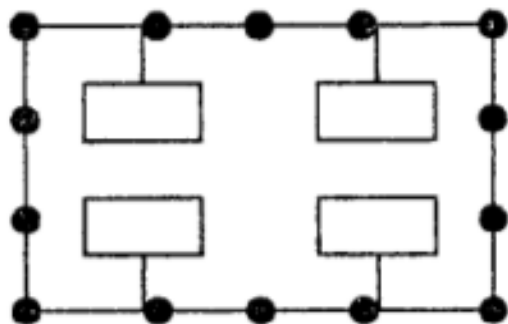


Рисунок 3. Схема контурного заземления.

## 2. Нормирование параметров защитного заземления

Защитное заземление предназначено для обеспечения безопасности человека при прикосновении к нетоковедущим частям оборудования, случайно оказавшимся под напряжением, и при воздействии напряжения шага. Эти величины не должны превосходить длительно допустимых.

$$U_{\text{пр}} \leq U_{\text{пр д.д.}}$$

$$U_{\text{ш}} \leq U_{\text{ш д.д.}}$$

В ПУЭ нормируются сопротивления заземления в зависимости от напряжения электроустановок.

В электроустановках напряжением до 1000 В сопротивление заземляющего устройства должно быть не выше 4 Ом; если же суммарная мощность источников не превышает 100 кВт·А, сопротивление заземления должно быть не более 10 Ом.

В электроустановках  $U > 1000$  В с током замыкания  $I_3 < 500$  А допускается сопротивление заземления  $R_3 \leq 250 / I_3$  но не более 10 Ом.

Если заземляющее устройство используется одновременно для электроустановок напряжением до 1000 В и выше 1000 В, то  $R_3 \leq 125 / I_3$  но не выше нормы электроустановки  $U < 1000$  В (4 или 10 Ом). В электроустановках с токами замыкания  $I_3 > 500$  А,  $R_3 \leq 0,5$  Ом.

## 3. Расчет заземления

Расчет заземления сводится к определению числа заземлителей и длины соединительной полосы исходя из допустимого сопротивления заземления.

Исходные данные

Вид заземления	выносное
Длина заземлителя $l$ , м	2,7
Глубина заложения заземлителя в грунт $h$ , м	0,65
Коэффициент сезонности $K_c$	2,0
Удельное сопротивление грунта $\rho$ , Ом·м	70
Диаметр заземлителя $d$ , м	55
Ширина соединительной полосы $b$ , м	50
Допускаемое сопротивление системы заземления по ПУЭ РЭ.Н., Ом	4

1. В качестве заземлителя выбираем стальную трубу диаметром  $d = 55$  мм, а в качестве соединительного элемента – стальную полосу шириной  $b = 50$  мм.

2. Выбираем значение удельного сопротивления грунта соответствующее или близкое по значению удельному сопротивлению грунта в заданном районе размещения проектируемой установки.

3. Определяем значение электрического сопротивления растеканию тока в землю с одиночного заземлителя

$$R_z = 0,366 \frac{\rho \cdot K_c}{l} \left( \lg \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t + l}{4t - l} \right) =$$

$$= 0,366 \frac{70 \cdot 2}{2,7} \left( \lg \frac{2 \cdot 2,7}{0,055} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 2 + 2,7}{4 \cdot 2 - 2,7} \right) = 40,62 \text{ Ом} .$$

где  $\rho = 70 \text{ Ом}$  - удельное сопротивление грунта,

$K_c = 2,0$  - коэффициент сезонности,

$l = 2,7 \text{ м}$  - длина заземлителя,

$d = 55 \text{ мм}$  - диаметр заземлителя,

$t = h + 0,5l = 0,65 + 0,5 \cdot 2,7 = 2 \text{ м}$  - расстояние от поверхности грунта до середины заземлителя.

4. Рассчитываем число заземлителей без учета взаимных помех, оказываемых заземлителями друг на друга, так называемого явления взаимного “экранирования”

$$n' = \frac{R_z}{R_{zn}} = \frac{40,62}{4} = 10,15 \approx 10.$$

5. Рассчитываем число заземлителей с учетом коэффициента экранирования

$$n = \frac{n'}{\eta_s} = \frac{10}{0,58} = 17,24 \approx 18$$

где  $\eta_s = 0,58$  - коэффициент экранирования (прил. табл.1.).

Принимаем расстояние между заземлителями  $a = l = 2,7 \text{ м}$

6. Определяем длину соединительной полосы

$$l_{II} = 1,05 \cdot n \cdot a = 1,05 \cdot 18 \cdot 2,7 = 51,03 \text{ м}.$$

7. Рассчитываем полное значение сопротивления растеканию тока с соединительной полосы

$$R_{II} = 0,366 \frac{\rho \cdot K_c}{l_{II}} \lg \frac{2 \cdot l_{II}^2}{b \cdot h} = 0,366 \frac{70 \cdot 2}{51,09} \lg \frac{2 \cdot 51,03^2}{0,05 \cdot 0,65} = 5,2 \text{ Ом} .$$

8. Рассчитываем полное значение сопротивления системы заземления

$$R_{3y} = \frac{R_z \cdot R_{II}}{R_z \cdot \eta_n + R_{II} \cdot \eta_s \cdot n} = \frac{40,62 \cdot 5,2}{40,62 \cdot 0,51 + 5,2 \cdot 0,58 \cdot 18} = 2,82 \text{ Ом} .$$

где  $\eta_n = 0,51$  - коэффициент экранирования полосы (прил., табл.2.).

### Вывод

Сопротивление  $R_{3y} = 2,82 \text{ Ом}$  меньше допустимого сопротивления, равного  $4 \text{ Ом}$ . Следовательно, диаметр заземлителя  $d = 55 \text{ мм}$  при числе заземлителей  $n = 18$  является достаточным для обеспечения защиты при выносной схеме расположения заземлителей.

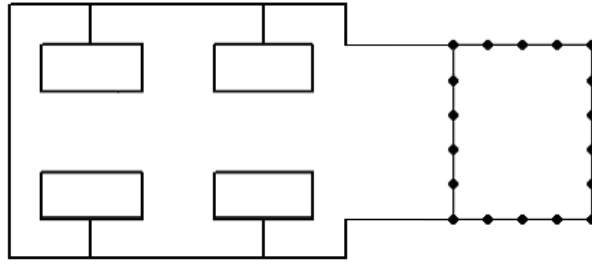


Рисунок 4. Схема полученного выносного заземления.

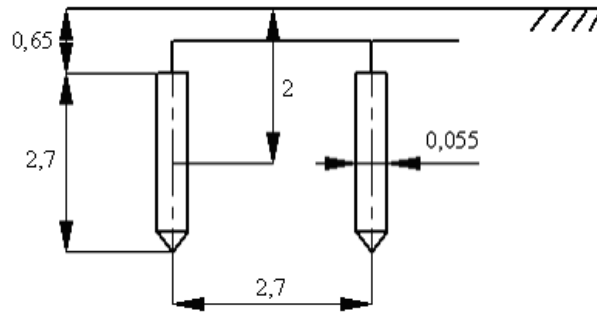


Рисунок 5. Схема расположения заземлителей.

## Приложение

Таблица 1

Значения коэффициента экранирования для заземлителей

Выносное заземление				Контурное заземление			
Число заземлителей	Отношение $A/l$			Число заземлителей	Отношение $A/l$		
	1	2	3		1	2	3
5	0,70	0,81	0,87	10	0,53	0,67	0,76
10	0,58	0,74	0,81	20	0,47	0,62	0,71
15	0,53	0,69	0,78	30	0,43	0,59	0,69
20	0,49	0,66	0,76	40	0,41	0,58	0,67
30	0,45	0,63	0,73	50	0,40	0,56	0,66
40	0,42	0,61	0,72	60	0,37	0,54	0,65
50	0,41	0,60	0,71	80	0,34	0,52	0,63

Таблица 2

Значения коэффициента экранирования для соединительной полосы

Выносное заземление				Контурное заземление			
Число заземлителей	Отношение $A/l$			Число заземлителей	Отношение $A/l$		
	1	2	3		1	2	3
5	0,70	0,83	0,88	10	0,33	0,39	0,55
10	0,60	0,70	0,78	20	0,27	0,32	0,44
20	0,41	0,55	0,66	30	0,24	0,30	0,40
30	0,31	0,45	0,58	40	0,22	0,28	0,38
40	0,26	0,39	0,52	50	0,21	0,27	0,37
50	0,21	0,36	0,49	60	0,20	0,26	0,36
60	0,20	0,34	0,47	70	0,197	0,258	0,35

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вид заземления	выносное	выносное	выносное	выносное	выносное
ВАРИАНТ	1	2	3	4	5
Длина заземлителя $l$ , м	2,4	3,2	3,3	2,5	2,6
Глубина заложения заземлителя в грунт $h$ , м	0,52	0,74	0,82	0,61	0,63
Коэффициент сезонности $K_c$	2,5	2,8	3,2	2,2	2,0
Удельное сопротивление грунта $\rho$ , Ом·м	65	72	70	74	72
Диаметр заземлителя $d$ , м	55	62	60	55	55
Ширина соединительной полосы $b$ , м	42	49	53	47	50
Допускаемое сопротивление системы заземления по ПУЭ РЭ.Н., Ом	3	4	4	3	4

## **Контрольные вопросы.**

1. Дать определение защитного заземления.
2. Перечислите виды заземлителей.
3. Перечислите виды заземления.
4. Назначение защитного заземления.

## **Практическая работа №5 Расчет времени эвакуации.**

### **Цель работы:**

- Расчет допустимой продолжительности и времени эвакуации при пожаре

### **Теоретические сведения**

Одним из основных способов защиты от поражающих факторов ЧС является своевременная эвакуация и рассредоточение персонала объектов и населения из опасных районов и зон бедствий.

Эвакуация – комплекс мероприятий по организованному выводу или вывозу персонала объектов из зон ЧС или вероятностей ЧС, а также жизнеобеспечение эвакуированных в районе размещения.

При проектировании зданий и сооружений одной из задач является создание наиболее благоприятных условий для движения человека при возможной ЧС и обеспечение его безопасности. Вынужденное движение связано с необходимостью покинуть помещение или здание из-за возникшей опасности (пожар, авария и т.п.). Профессором В.М. Предтеченским впервые рассмотрены основы теории движения людей как важного функционального процесса, свойственного зданиям различного назначения.

Практика показывает, что вынужденное движение имеет свои специфические особенности, которые необходимо учитывать для сохранения здоровья и жизни людей. Статистика показывает, что наибольшее число жертв приходится на пожары в зданиях с массовым пребыванием людей. Число жертв на некоторых пожарах в театрах, универмагах и других общественных зданиях достигло несколько сотен человек.

Основная особенность вынужденной эвакуации заключается в том, что при возникновении пожара, уже в самой его начальной стадии, человеку угрожает опасность в результате того, что пожар сопровождается выделением тепла, продуктов полного и неполного сгорания, токсических веществ, обрушением конструкций, что так или иначе угрожает здоровью или даже жизни человека. Поэтому при проектировании зданий принимаются меры, чтобы процесс эвакуации мог бы завершиться в необходимое время.

Следующая особенность заключается в том, что процесс движения людей в силу угрожающей им опасности инстинктивно начинается одновременно в одном направлении в сторону выходов, при известном проявлении физических усилий у части эвакуирующихся. Это приводит к

тому, что проходы быстро заполняются людьми при определенной плотности людских потоков. С увеличением плотности потоков скорости движения снижаются, что создает вполне определенный ритм и объективность процесса движения. Если при нормальном движении процесс эвакуации носит произвольный характер (человек волен двигаться с любой скоростью и в любом направлении), то при вынужденной эвакуации это становится невозможным.

Показателем эффективности процесса вынужденной эвакуации является время, в течение которого люди могут при необходимости покинуть отдельные помещения и здание в целом.

Безопасность вынужденной эвакуации достигается в случае, если продолжительность эвакуации людей из отдельных помещений или зданий в целом будет меньше продолжительности пожара, по истечении которой возникают опасные для человека воздействия.

Кратковременность процесса эвакуации достигается конструктивно-планировочными и организационными решениями, которые нормируются соответствующими СНиПами.

Ввиду того, что при вынужденной эвакуации не каждая дверь, лестница или проем могут обеспечить кратковременную и безопасную эвакуацию (тупиковый коридор, дверь в соседнее помещение без выхода, оконный проем и др.), нормы проектирования оговаривают понятия «эвакуационный выход» и «эвакуационный путь».

Согласно нормам (СНиП П-А. 5–62, п. 4.1) **эвакуационными выходами** считаются дверные проемы, если они ведут из помещений непосредственно наружу; в лестничную клетку с выходом наружу непосредственно или через вестибюль; в проход или коридор с непосредственным выходом наружу или в лестничную клетку; в соседние помещения того же этажа, обладающие огнестойкостью не ниже III степени, не содержащие производств, относящихся по пожарной опасности к категориям А, Б и В, и имеющие непосредственный выход наружу или в лестничную клетку (см. приложение А).

Все проемы, в том числе и дверные, не обладающие указанными выше признаками, не считаются эвакуационными и в расчет не принимаются.

К **эвакуационным путям** относят такие, которые ведут к эвакуационному выходу и обеспечивают безопасное движение в течение определенного времени. Наиболее распространенными путями эвакуации являются проходы, коридоры, фойе и лестницы. Пути сообщения, связанные с механическим приводом (лифты, эскалаторы), не относятся к путям эвакуации, так как всякий механический привод связан с источниками энергии, которые могут при пожаре или аварии выйти из строя.

**Запасными выходами** называют такие, которые не используются при нормальном движении, но могут быть использованы в случае необходимости при вынужденной эвакуации. Установлено, что люди обычно пользуются при вынужденной эвакуации входами, которые ими использовались при

нормальном движении. Поэтому в помещениях с массовым пребыванием людей запасные выходы в расчет эвакуации не принимаются.

Основными параметрами, характеризующими процесс эвакуации из зданий и сооружений, являются:

- плотность людского потока ( $D$ );
- скорость движения людского потока ( $v$ );
- пропускная способность пути ( $Q$ );
- интенсивность движения ( $q$ );
- длина эвакуационных путей, как горизонтальных, так и наклонных;
- ширина эвакуационных путей.

**Плотность людских потоков.** Плотность людских потоков можно измерять в различных единицах. Так, например, для определения длины шага человека и скорости его движения удобно знать среднюю длину участка эвакуационного пути, приходящуюся на одного человека. Длина шага человека принимается равной длине участка пути, приходящейся на человека, за вычетом длины ступни (рисунок 1).



Рисунок 1. Схема к определению длины шага и линейной плотности.

В производственных зданиях или помещениях с небольшой заселенностью плотность может быть более 1 м/чел. Плотность, измеряемую длиной пути на одного человека, принято называть линейной и измерять в м/чел. Обозначим линейную плотность  $D$ .

Более наглядной единицей измерения плотности людских потоков является плотность, отнесенная к единице площади эвакуационного пути и выражаемая в чел./м<sup>2</sup>. Эта плотность называется *абсолютной* и получается путем деления количества людей на площадь занятого ими эвакуационного пути и обозначается  $D_p$ . Пользуясь этой единицей измерения, удобно определять пропускную способность эвакуационных путей и выходов. Эта плотность может колебаться от 1 до 10–12 чел./м<sup>2</sup> для взрослых людей и до 20–25 чел./м для школьников.

По предложению кандидата технических наук А.И. Милинского, плотность потоков измеряют как отношение части площади проходов, занятой людьми, к общей площади проходов. Эта величина характеризует степень заполнения эвакуационных путей эвакуирующимися. Часть площади проходов, занятую людьми, определяют, как сумму площадей

горизонтальных проекций каждого человека. Площадь горизонтальной проекции одного человека зависит от возраста, характера, одежды и колеблется в пределах от 0,04 до 0,126 м<sup>2</sup>. В каждом отдельном случае площадь проекции одного человека может быть определена, как площадь эллипса:

$$f = \pi \frac{ac}{4} \quad (1)$$

где  $a$  – ширина человека, м;  $c$  – его толщина, м.

Ширина взрослого человека в плечах колеблется от 0,38 до 0,5 м, а толщина – от 0,25 до 0,3 м. Имея в виду различный рост людей и некоторую сжимаемость потока за счет одежды, плотность может в отдельных случаях превышать 1 м /м. Эту плотность назовем *относительной*, или безразмерной, и обозначим  $D_0$ .

В связи с тем, что в потоке встречаются люди различного возраста, пола и различной конфигурации, данные о плотности потоков представляют в известной степени усредненные значения.

Для расчетов вынужденной эвакуации вводится понятие *расчетной* плотности людских потоков. Под расчетной плотностью людских потоков подразумевается наибольшее значение плотности, возможное при движении на каком-либо участке эвакуационного пути. Максимально возможное значение плотности называется предельным. Под предельным подразумевают такое значение плотности, при превышении которого вызывается механическое повреждение человеческого тела или асфиксия.

При необходимости можно от одной размерности плотности перейти к другой. При этом можно пользоваться следующими соотношениями:

$$D_0 = \frac{f}{D_{1,a}} \quad \text{и} \quad D_F = \frac{D_0}{f}$$

Где  $f$  – средний размер площади проекции одного человека, м /чел.;

$a$  – ширина человека, м.

При массовых людских потоках длина шага ограничивается и зависит от плотности потоков. Если принять среднюю длину шага взрослого человека длиной 70 см, а длину ступни – равной 25 см, то линейная плотность, при которой возможно движение с указанной длиной шага, будет:

$$D_L = 0,7 + 0,25 = 0,95.$$

Практически считают, что шаг длиной 0,7 м сохранится и при линейной плотности, равной 0,8. Это объясняется тем, что при массовых потоках человек продвигает ногу между впереди идущими, что и способствует сохранению длины шага.

**Скорость движения.** Обследования скоростей движения при предельных плотностях показали, что минимальные скорости на горизонтальных участках пути колеблются в пределах от 15 до 17 м/мин. Расчетная скорость движения, узаконенная нормами проектирования для помещений с массовым пребыванием людей, принимается равной 16 м/мин.



На участках эвакуационного пути или в зданиях, где заведомо плотности потоков при вынужденном движении будут меньше предельных значений, скорости движения будут соответственно больше. В этом случае при определении скорости вынужденного движения исходят из длины и частоты шага человека. Для практических расчетов можно скорость движения определять по формуле:

$$v = n \cdot (D_{\text{л}} - 0,1) \quad (4)$$

где  $n$  – число шагов в мин, равное 100.

Скорость движения при предельных плотностях по лестнице вниз получена 10 м/мин, а по лестнице вверх – 8 м/мин.

**Пропускная способность выходов.** Под удельной пропускной способностью выходов подразумевают количество людей, проходящих через выход шириной в 1 м за 1 мин.

Наименьшее значение удельной пропускной способности, полученное опытным путем, при данной плотности именуется расчетной удельной пропускной способностью. Удельная пропускная способность выходов зависит от ширины выходов, плотностей людских потоков и отношения ширины людских потоков к ширине выхода.

Нормами установлена пропускная способность дверей шириной до 1,5 м, равная 50 чел./м-мин, а шириной более 1,5 м 60 чел./м-мин (для предельных плотностей).

**Размеры эвакуационных выходов.** Кроме размеров эвакуационных путей и выходов, нормы регламентируют их конструктивно-планировочные решения, обеспечивающие организованное и безопасное движение людей.

Пожарная опасность производственных процессов в промышленных зданиях характеризуется физико-химическими свойствами веществ, образующихся в производстве. Производства категорий А и Б, в которых обращаются жидкости и газы, представляют особую опасность при пожарах в силу возможности быстрого распространения горения и задымления зданий, поэтому протяженность путей для них является наименьшей. В производствах категории В, где обращаются твердые горючие вещества, скорость распространения горения меньше, срок эвакуации может быть несколько увеличен, а, следовательно, и протяженность путей эвакуации будет больше, чем для производства категорий А и В. В производствах категорий Г и Д, размещаемых в зданиях I и II степеней огнестойкости, протяженность путей эвакуации не ограничивается (для определения категории здания см. приложение А).

При нормировании исходили из того, что количество эвакуационных путей, выходов и их размеры должны одновременно удовлетворять четырем условиям:

1) наибольшее фактическое расстояние от возможного места пребывания человека по линии свободных проходов или от двери наиболее удаленного помещения  $l_{\text{ф}}$  до ближайшего эвакуационного выхода должно быть меньше или равно требуемому по нормам  $l_{\text{тп}}$

$$L_{\phi} \leq L_{\text{нр}} \quad (5)$$

2) суммарная ширина эвакуационных выходов и лестниц, предусмотренная проектом,  $d_{\phi}$  должна быть больше или равна требуемой по нормам  $\delta_{\text{нр}}$

$$\delta_{\phi} \geq \delta_{\text{нр}}$$

3) количество эвакуационных выходов и лестниц по соображениям безопасности должно быть, как правило, не меньше двух.

4) ширина эвакуационных выходов и лестниц не должна быть меньше или больше значений, предусмотренных нормами.

Обычно в производственных зданиях протяженность путей эвакуации измеряют от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода. Чаще всего эти расстояния нормируют в пределах первого этапа эвакуации. При этом косвенно увеличивается общая продолжительность эвакуации людей из здания в целом. В многоэтажных зданиях протяженность путей эвакуации в помещениях будет меньше, чем в одноэтажных. Это совершенно правильное положение дано в нормах.

Степень огнестойкости здания также влияет на протяженность эвакуационных путей, так как она предопределяет скорость распространения горения по конструкциям. В зданиях I и II степеней огнестойкости протяженность путей эвакуации при прочих равных условиях будет больше, чем в зданиях III, IV и V степеней огнестойкости.

Степень огнестойкости зданий определяется минимальными пределами огнестойкости строительных конструкций и максимальными пределами распространения огня по этим конструкциям, при определении степени огнестойкости необходимо воспользоваться приложением Б.

Протяженность путей эвакуации для общественных и жилых зданий предусматривается, как расстояние от дверей наиболее удаленного помещения до выхода наружу или в лестничную клетку с выходом наружу непосредственно или через вестибюль. Обычно при назначении величины предельного удаления учитываются назначение здания и степень огнестойкости. Согласно СНиП П-Л.2-62 «Общественные здания», протяженность путей эвакуации до выхода в лестничную клетку незначительна и удовлетворяет требованиям безопасности.

### **1. Расчет допустимой продолжительности эвакуации при пожаре**

При возникновении пожара опасность для человека составляют высокие температуры, снижение концентрации кислорода в воздухе помещений и возможность потери видимости вследствие задымления зданий.

Время достижения критических для человека температур и концентраций кислорода на пожаре именуется критической продолжительностью пожара и обозначается  $\tau_{\text{н.к.}}$ .

Критическая продолжительность пожара зависит от многих переменных:

$$\tau_{n.k.} = f(W_{\text{пом}}, c, t_{\text{кр}}, t_n, \varphi, \theta, f, n, v), \quad (1.1)$$

где  $W_{\text{пом}}$  – объем воздуха в рассматриваемом здании или помещении,  $\text{м}^3$ ;

$c$  – удельная изобарная теплоемкость газа,  $\text{кДж/кг-град}$ ;

$t_{\text{кр}}$  – критическая для человека температура, равная  $70^\circ\text{C}$ ;

$t_n$  – начальная температура воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;

$\varphi$  – коэффициент, характеризующий потери тепла на нагрев конструкций и окружающих предметов, принимается в среднем равным 0,5;

$Q$  – теплота сгорания веществ,  $\text{кДж/кг}$ , (приложение В);

$f$  – площадь поверхности горения,  $\text{м}^2$ ;

$n$  – весовая скорость горения,  $\text{кг/м}^2\text{-мин}$  (приложение В);

$v$  – линейная скорость распространения огня по поверхности горючих веществ,  $\text{м/мин}$  (приложение Г).

Для определения критической продолжительности пожара по температуре в производственных зданиях с применением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей можно воспользоваться формулой, полученной на основании уравнения теплового баланса:

$$\tau_{n.k.} = \frac{W_{\text{пом}} \cdot c \cdot (t_{\text{кр}} - t_n)}{(1 - \varphi) \cdot Q \cdot f \cdot n}$$

Свободный объем помещения соответствует разности между геометрическим объемом и объемом оборудования или предметов, находящихся внутри. Если рассчитывать свободный объем невозможно, допускается принимать его равным 80% геометрического объема.

Удельная теплоемкость сухого воздуха при атмосферном давлении 760 мм. рт. ст., согласно табличным данным составляет 1005  $\text{кДж/кг-град}$  при температуре от 0 до  $60^\circ\text{C}$  и 1009  $\text{кДж/кг-град}$  при температуре от 60 до  $120^\circ\text{C}$ .

Применительно к производственным и гражданским зданиям с применением твердых горючих веществ критическая продолжительность пожара определяется по формуле:

$$\tau_{n.k.} = \sqrt[3]{\frac{W_{\text{пом}} \cdot c \cdot (t_{\text{кр}} - t_n)}{(1 - \varphi) \cdot \pi \cdot Q \cdot n \cdot V^2}} \quad (1.3)$$

По снижению концентрации кислорода в воздухе помещения критическую продолжительность пожара определяют по формуле:

$$\tau_{n.k.}^{O_2} = \sqrt[3]{\frac{(0,01)^{-1} \cdot W_{\text{пом}}}{\pi \cdot n \cdot W_{O_2} \cdot V^2}} \quad (1.4)$$

где  $W_{O_2}$  – расход кислорода на сгорание 1 кг горючих веществ,  $\text{м}^3/\text{кг}$ , согласно теоретическому расчету составляет 4,76  $\text{м}^3/\text{кг}$ .

Линейная скорость распространения огня при пожарах, по данным ВНИИПО, составляет 0,33–6,0  $\text{м/мин}$ , более точные данные для разных материалов представлены в приложении Г.

Критические продолжительности пожара по потере видимости и по каждому из газообразных токсичных продуктов горения больше, чем вышеперечисленные предыдущие, поэтому в расчет не принимаются.

Из полученных в результате расчетов значений критической продолжительности пожара выбирается минимальное:

$$\tau_{n.k.}^1 = \min \{ \tau_{n.k.}; \tau_{n.k.}^{O_2} \} \quad (1.5)$$

Допустимую продолжительность эвакуации определяют по формулам:

$$\tau_{доп}^1 = m \tau_{n.k.}^1 \quad (1.6)$$

где  $\tau_{n.k.}$  и  $\tau_{n.k.}^{O_2}$  – соответственно допустимая продолжительность эвакуации и критическая продолжительность пожара при эвакуации, мин,

$m$  – коэффициент безопасности, зависящий от степени противопожарной защиты здания, его назначения и свойств горючих веществ, образующихся в производстве или являющихся предметом обстановки помещений или их отделки.

Значение коэффициента  $m$  рекомендуется устанавливать в зависимости от степени надежности средств противопожарной защиты рассматриваемого здания.

Для зрелищных предприятий с колосниковой сценой, отделенной от зрительного зала противопожарной стеной и противопожарным занавесом, при огнезащитной обработке горючих веществ на сцене, наличии стационарных и автоматических средств тушения и средств оповещения о пожаре  $m = 1,25$ .

Для зрелищных предприятий при отсутствии колосниковой сцены (кинотеатры, цирки и т.п.)  $m = 1,25$ .

Для зрелищных предприятий с эстрадой для концертных представлений  $m = 1,0$ .

Для зрелищных предприятий с колосниковой сценой и при отсутствии противопожарного занавеса и автоматических средств тушения и оповещения о пожаре  $m = 0,5$ .

В производственных зданиях при наличии средств автоматического тушения и оповещения о пожаре  $m = 2,0$ .

В производственных зданиях при отсутствии средств автоматического тушения и оповещения о пожаре  $m = 1,0$ .

При размещении производственных и других процессов в зданиях III степени огнестойкости  $m = 0,65-0,7$ .

Критическая продолжительность пожара для здания в целом устанавливается в зависимости от времени проникновения продуктов горения и возможной потери видимости в коммуникационных помещениях, размещаемых до выхода из здания.

Опыты, проведенные по сжиганию древесины, показали, что время, по истечении которого возможна потеря видимости, зависит от объема помещений, весовой скорости горения веществ, скорости распространения

пламени по поверхности веществ и полноты горения. В большинстве случаев существенная потеря видимости при сжигании твердых горючих веществ наступала после того, как в помещении возникали критические для человека температуры. Наибольшее количество дымообразующих веществ наступает в фазе тления, которая характерна для волокнистых материалов.

При горении волокнистых веществ во взрыхленном состоянии в течение 1–2 мин имеет место интенсивное горение с поверхности, после чего начинается тление с бурным дымообразованием. При горении твердых изделий на основе древесины дымообразование и распространение продуктов горения в смежные помещения наблюдаются через 5–6 мин.

Наблюдения показали, что в начале эвакуации решающим фактором для определения критической продолжительности пожара является воздействие тепла на организм человека или снижение концентрации кислорода. При этом учитывается, что даже незначительное задымление, при котором еще сохраняется удовлетворительная видимость, может оказать отрицательное психологическое воздействие на эвакуирующихся.

Оценивая в итоге критическую продолжительность пожара для эвакуации людей из здания в целом, можно установить следующее.

При пожарах в гражданских и производственных зданиях, где основным горючим материалом являются целлюлозные материалы (в том числе древесина), критическая продолжительность пожара может быть принята равной 5–6 мин.

При пожарах в зданиях, где обращаются волокнистые материалы во взрыхленном состоянии, а также горючие и легковоспламеняющиеся жидкости – от 1,5 до 2 мин.

Допустимую продолжительность эвакуации рекомендуется принимать соответственно 2,8 и 3 мин – в зданиях II степени огнестойкости; 1 мин – в зданиях IV и V степени огнестойкости.

В зданиях, в которых не может быть обеспечена эвакуация людей в течение указанного времени, должны приниматься меры по созданию незадымляемых эвакуационных путей.

В связи с проектированием зданий повышенной этажности стали широко применяться так называемые незадымляемые лестницы. В настоящее время существует несколько вариантов устройства незадымляемых лестниц. Наиболее популярным является вариант со входом в лестничную клетку через так называемую воздушную зону. В качестве воздушной зоны используются балконы, лоджии и галереи (рисунок 2, а, б).

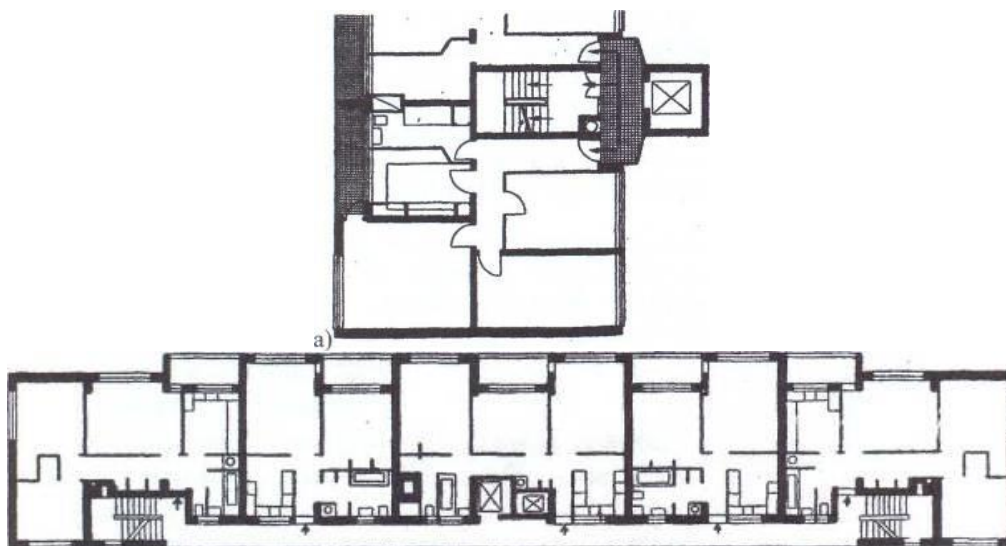


Рисунок 2. Незадымляемые лестницы: а – вход в лестничную клетку через балкон;  
б – вход в лестничную клетку через галерею.

## 2. Расчет времени эвакуации

Продолжительность эвакуации людей до выхода наружу из здания определяют по протяженности путей эвакуации и пропускной способности дверей и лестниц. Расчет ведется для условий, что на путях эвакуации плотности потоков равномерны и достигают максимальных значений.

Согласно ГОСТ 12.1.004–91, общее время эвакуации людей складывается из интервала «времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей»,  $t_n$ , и расчетного времени эвакуации,  $t_p$ , которое представляет собой сумму времени движения людского потока по отдельным участкам ( $t_i$ ) его маршрута от места нахождения людей в момент начала эвакуации до эвакуационных выходов из помещения, с этажа, из здания.

Необходимость учета времени начала эвакуации впервые в нашей стране установлена ГОСТ 12.1.004–91. Исследования, проведенные в различных странах, показали, что при получении сигнала о пожаре, человек будет исследовать ситуацию, оповещать о пожаре, пытаться бороться с огнем, собирать вещи, оказывать помощь и т.п. Среднее значение время задержки начала эвакуации (при наличии системы оповещения) может быть невысоким, но может достигать и относительно высоких значений.

Ввиду того, что продолжительность этого этапа, существенно влияет на общее время эвакуации, очень важно знать, какие факторы определяют его величину (следует иметь ввиду, что большинство этих факторов также будут влиять на протяжении всего процесса эвакуации). Опираясь на существующие работы в этой области, можно выделить следующие:

- состояние человека: устойчивые факторы (ограничение органов чувств, физические ограничения, временные факторы (сон/бодрствование), усталость, стресс, а также состояние опьянения);
- система оповещения;
- действия персонала;
- социальные и родственные связи человека;
- противопожарный тренинг и обучение;

- тип здания.

Время задержки начала эвакуации берется согласно приложению Д.

Расчетное время эвакуации людей ( $t_p$ ) следует определять, как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути  $t_f$ :

$$t_p = t_{н.э.} + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i \dots\dots\dots (2.1)$$

где  $t_{н.э.}$  – время задержки начала эвакуации;

$t_1$  – время движения людского потока на первом участке, мин;

$t_2, t_3, \dots, t_i$  – время движения людского потока на каждом из следующих после первого участкам пути, мин.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной  $l_j$  и шириной  $b_j$ . Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т.п.

При определении расчетного времени длина и ширина каждого участка пути эвакуации принимаются по проекту. Длина пути по лестничным маршам, а также по пандусам измеряется по длине марша. Длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Проем, расположенный в стене толщиной более 0,7 м, а также тамбур следует считать самостоятельным участком горизонтального пути, имеющим конечную длину.

Время движения людского потока по первому участку пути ( $t_1$ ), мин, вычисляют по формуле:

$$t_1 = \frac{L_1}{v_1} (2.2)$$

где  $L_1$  – длина первого участка пути, м;

$v_1$  – значение скорости движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, определяется в зависимости от относительной плотности  $D$ ,  $\text{м}^2/\text{м}^2$ .

Плотность людского потока ( $D_1$ ) на первом участке пути,  $\text{м}^2/\text{м}^2$ , вычисляют по формуле:

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{L_1 \cdot b_1} (2.3)$$

где  $N_1$  – число людей на первом участке, чел.;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая по таблице Е. 1 приложения Е,  $\text{м}^2/\text{чел.}$ ;

$L_1$  и  $b_1$  – длина и ширина первого участка пути, м.

Скорость  $V$  движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимается по таблице Е.2 приложения Е в зависимости от значения интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которое вычисляют для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле:

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_i} (2.4)$$

где  $b_i, b_{i-1}$  – ширина рассматриваемого  $i$ -го и предшествующего ему участка пути, м;

$q_i, q_{i-1}$  – значения интенсивности движения людского потока по рассматриваемому  $i$ -му и предшествующему участкам пути, м/мин.

Если значение  $q_i$ , определяемое по формуле (2.4), меньше или равно значению  $q_{max}$  то время движения по участку пути ( $t_i$ ) в минуту: при этом значения  $q_{max}$ , м/мин, следует принимать по таблице 2.1.

**Таблица 2.1 – Интенсивность движения людей**

Вид пути	Интенсивность движения, м/мин
горизонтальный	16,5
дверной проем	19,6
лестница вниз	16
лестница вверх	11

Если значение  $q_h$  определенное по формуле (2.4), больше  $q_{max}$  то ширину  $b_j$  данного участка пути следует увеличивать на такое значение, при котором соблюдается условие:

$$q_i \leq q_{max} \quad (2.6)$$

При невозможности выполнения условия (2.6) интенсивность и скорость движения людского потока по участку пути  $i$  определяют по таблице Е.2 приложения Е при значении  $D = 0,9$  и более. При этом должно учитываться время задержки движения людей из-за образовавшегося скопления.

При слиянии вначале участка  $i$  двух и более людских потоков (рисунок 3) интенсивность движения ( $q_i$ ), м/мин, вычисляют по формуле:

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_i} \quad (2.7)$$

где

$q_{i-1}$  - интенсивность движения людских потоков, сливающихся в начале участка /, м/мин;

$b_{i-1} i$  – ширина участков пути слияния, м;

$b_i$  – ширина рассматриваемого участка пути, м.

Если значение  $q_i$  определенное по формуле (2.7), больше  $q_{max}$  то ширину  $b_i$  - данного участка пути следует увеличивать на такую величину, чтобы соблюдалось условие (2.6). В этом случае время движения по участку  $i$  определяется по формуле (2.5).

Интенсивность движения в дверном проеме шириной менее 1,6 м определяется по формуле:

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b$$

Где  $b$  - ширина проема.

Время движения через проем определяется как частное деления количества людей в потоке на пропускную способность проема:



$$q_d = \frac{N \cdot f}{q \cdot b}$$

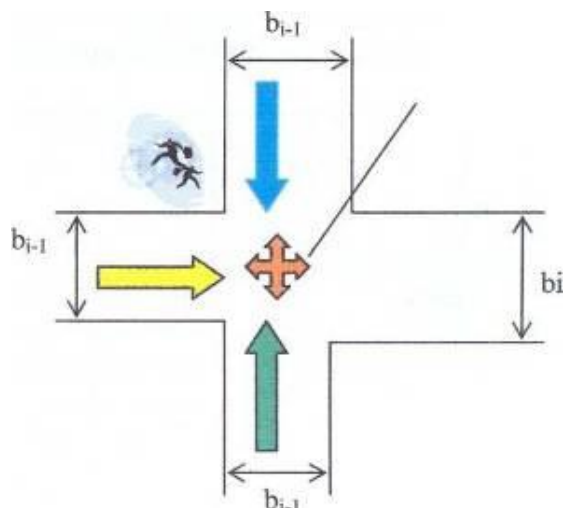


Рисунок 3. Слияние людских потоков.

### 3. Порядок проведения расчета

~ Определить категорию и степень огнестойкости здания и помещения.

~ Рассчитать критическую продолжительность пожара по температуре по формулам (1.2) или (1.3).

~ Рассчитать критическую продолжительность пожара по снижению концентрации кислорода по формуле (1.4).

~ Выбрать из рассчитанных критических продолжительностей пожара минимальную и по ней рассчитать допустимую продолжительность эвакуации по формуле (1.6).

~ Определить расчетное время эвакуации людей при пожаре, воспользовавшись формулой (2.1).

~ Сравнить расчетное и допустимое время эвакуации, сделать выводы.

### 4. Пример расчета

Необходимо определить время эвакуации из кабинета сотрудников предприятия «Обус» при возникновении пожара в здании. Административное здание панельного типа, не оборудовано автоматической системой сигнализации и оповещения о пожаре. Здание двухэтажное, имеет размеры в плане 12x32 м, в его коридорах шириной 3 м имеются схемы эвакуации людей при пожаре. Кабинет объемом 126 м<sup>3</sup> расположен на втором этаже в непосредственной близости от лестничной клетки, ведущей на первый этаж. Лестничные клетки имеют ширину 1,5 м и длину 10 м. В кабинете работает 7 человек. Всего на этаже работают 98 человек. На первом этаже работает 76 человек. Схема эвакуации из здания представлена на рисунке 4.

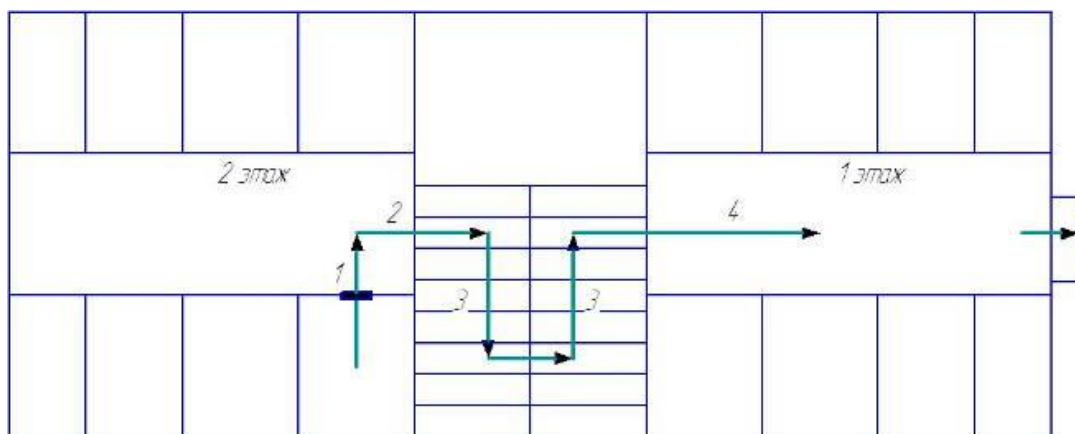


Рисунок 4. Схема эвакуации сотрудников предприятия «Обус»: 1,2,3,4 – этапы эвакуации.

#### 4.1. Расчет времени эвакуации

4.1.1 По категории помещения относится к группе Д и II степени огнестойкости.

4.1.2. Критическая продолжительность пожара по температуре рассчитывается по формуле (1.3) с учетом мебели в помещении:

$$\tau_{n.k.} = \sqrt[3]{\frac{W_{ном} \cdot c \cdot (t_{кр} - t_u)}{(1 - \varphi) \cdot \pi \cdot Q \cdot n \cdot V^2}} = \sqrt[3]{\frac{100 \cdot 8 \cdot 1009 \cdot (70 - 20)}{(1 - 0,5) \cdot 3,14 \cdot 13800 \cdot 14 \cdot (0,36)^2}} = \sqrt[3]{129,36} = 5,05 \text{ мин}$$

4.1.3 Критическая продолжительность пожара по концентрации кислорода рассчитывается по формуле (1.4):

$$\tau_{n.k.}^{O_2} = \sqrt[3]{\frac{(0,01)^{-1} \cdot W_{ном}}{\pi \cdot n \cdot W_{O_2} \cdot V^2}} = \sqrt[3]{\frac{100 \cdot 100,8}{3,14 \cdot 14 \cdot 4,76 \cdot (0,36)^2}} = \sqrt[3]{371,69} = 7,19 \text{ мин}$$

4.1.4 Минимальная продолжительность пожара по температуре составляет 5,05 мин. Допустимая продолжительность эвакуации для данного помещения:

$$\tau_{доп}^1 = m \tau_{n.k.}^1 = 1 \cdot 5,05 = 5,05 \text{ мин}$$

4.1.5 Время задержки начала эвакуации принимается 4,1 мин по таблице Д. 1 приложения Д с учетом того, что здание не имеет автоматической системы сигнализации и оповещения о пожаре.

4.1.6 Для определения времени движения людей по первому участку, с учетом габаритных размеров кабинета 6x7 м, определяется плотность движения людского потока на первом участке по формуле (2.3):

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{L_1 \cdot b_1} = \frac{7 \cdot 0,1}{6 \cdot 7} = 0,01 \text{ м}^2 / \text{м}^2.$$

По таблице Е.2 приложения Е скорость движения составляет 100 м/мин, интенсивность движения 1 м/мин, т.о. время движения по первому участку:

$$t_1 = \frac{L_1}{V_1} = \frac{7}{100} = 0,07 \text{ мин}$$

4.1.7 Длина дверного проема принимается равной нулю. Наибольшая возможная интенсивность движения в проеме в нормальных условиях  $g_{mffic}=19,6$  м/мин, интенсивность движения в проеме шириной 1,1 м рассчитывается по формуле (2.8):

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,1 = 6,62 \text{ м/мин,}$$

$q_d \leq q_{max}$  поэтому движение через проем проходит беспрепятственно.

Время движения в проеме определяется по формуле (2.9):

$$t_{dl} = \frac{N \cdot f}{q \cdot b} = \frac{7 \cdot 0,1}{6,62 \cdot 1,1} = 0,09 \text{ мин}$$

4.1.8. Так как на втором этаже работает 98 человек, плотность людского потока второго этажа составит:

$$D_2 = \frac{N_2 \cdot f}{l_2 \cdot b_2} = \frac{98 \cdot 0,1}{28 \cdot 3} = 0,11 \text{ м}^2 / \text{м}^2$$

По таблице Е2 приложения Е скорость движения составляет 80 м/мин, интенсивность движения 8 м/мин, т.о. время движения по второму участку (из коридора на лестницу):

$$t_2 = \frac{L_2}{V_2} = \frac{28}{80} = 0,35 \text{ мин}$$

4.1.9 Для определения скорости движения по лестнице рассчитывается интенсивность движения на третьем участке по формул (2.4):

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_i} = \frac{8 \cdot 3}{1,5} = 16 \text{ м / мин} ,$$

Это показывает, что на лестнице скорость людского потока снижается до 40 м/мин. Время движения по лестнице вниз (3-й участок):

$$t_3 = \frac{L_3}{V_3} = \frac{10}{40} = 0,25 \text{ мин}$$

4.1.10 При переходе на первый этаж происходит смешивание с потоком людей, двигающихся по первому этажу. Плотность людского потока для первого этажа:

$$D_4 = \frac{N_4 \cdot f}{L_4 \cdot b_4} = \frac{76 \cdot 0,1}{28 \cdot 3} = 0,09 \text{ м / мин} \quad \text{при этом интенсивность движения}$$

составит около 8 м/мин.

4.1.11. При переходе на 4-й участок происходит слияние людских потоков, поэтому интенсивность движения определяется по формуле (2.7):

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_i} = \frac{(16 \cdot 1,5) + (8 \cdot 3)}{3} = 16 \text{ м / мин}$$

По таблице Е.2 приложения Е скорость движения равняется 40 м/мин, поэтому скорость движения по коридору первого этажа:

$$t_4 = \frac{L_4}{V_4} = \frac{28}{40} = 0,7 \text{ мин}$$

4.1.12 Тамбур при выходе на улицу имеет длину 5 метров, на этом участке образуется максимальная плотность людского потока поэтому согласно данным приложения скорость падает до 15 м/мин, а время движения по тамбуру составит:

$$t_5 = \frac{L_5}{V_5} = \frac{5}{15} = 0,3 \text{ мин}$$

4.1.13 При максимальной плотности людского потока интенсивность движения через дверной проем на улицу шириной более 1,6 м – 8,5 м/мин, время движения через него:

$$t_{d2} = \frac{N \cdot f}{q \cdot b} = \frac{174 \cdot 0,1}{8,5 \cdot 2} = 1,02 \text{ мин}$$

4.1.13 Расчетное время эвакуации рассчитывается по формуле (2.1):

$$t_p = t_{н.э.} + t_1 + t_{d1} + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_{d2} = 4,1 + 0,07 + 0,09 + 0,35 + 0,25 + 0,7 + 0,3 + 1,02 = 6,88 \text{ МИН.}$$

4.1.14 Таким образом, расчетное время эвакуации из кабинетов предприятия «Обус» больше допустимого. Поэтому здание, в котором располагается предприятие, необходимо оборудовать системой оповещения о пожаре, средствами автоматической сигнализации.

#### **Задание для самостоятельной работы.**

1. Необходимо определить время эвакуации из кабинета сотрудников предприятия «Обус» при возникновении пожара в здании. Административное здание панельного типа, не оборудовано автоматической системой сигнализации и оповещения о пожаре. Здание двухэтажное, имеет размеры в плане 22х42 м, в его коридорах шириной 2 м имеются схемы эвакуации людей при пожаре. Кабинет объемом 115 м<sup>3</sup> расположен на втором этаже в непосредственной близости от лестничной клетки, ведущей на первый этаж. Лестничные клетки имеют ширину 1,2 м и длину 8 м. В кабинете работает 5 человек. Всего на этаже работают 72 человек. На первом этаже работает 66 человек. Схема эвакуации из здания представлена на рисунке 4.

#### **Контрольные вопросы.**

1. Дайте определение эвакуации.
2. Дайте определение эвакуационными выходами.
3. Дайте определение эвакуационным путям.
4. Дайте определение запасным выходам.

## Приложение А

Таблица А.1 – Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
1	2
А Взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б Взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.
В1-В4 Пожароопасная	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А и Б.
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном

## Приложение Б

Таблица Б.1 – Степень огнестойкости для различных зданий

<b>Степень огнестойкости</b>	<b>Конструктивные характеристики</b>
<b>I</b>	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона или железобетона с применением листовых и плитных негорючих материалов
<b>II</b>	То же. В покрытиях зданий допускается применять незащищенные стальные конструкции
<b>III</b>	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона или железобетона. Для перекрытий допускается использование деревянных конструкций, защищенных штукатуркой или трудногорючими листовыми, а также плитными материалами. К элементам покрытий не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня, при этом элементы чердачного покрытия из древесины подвергаются огнезащитной обработке
<b>IIIа</b>	Здания преимущественно с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса – из стальных незащищенных конструкций. Ограждающие конструкции – из стальных профилированных листов или других негорючих листовых материалов с трудногорючим
<b>IIIб</b>	Здания преимущественно одноэтажные с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса – из цельной или клееной древесины, подвергнутой огнезащитной обработке, обеспечивающей требуемый предел распространения огня. Ограждающие конструкции – из панелей или поэлементной сборки, выполненные с применением древесины или материалов на ее основе. Древесина и другие горючие материалы ограждающих конструкций должны быть подвергнуты огнезащитной обработке или защищены от воздействия огня и высоких температур таким образом, чтобы обеспечить требуемый предел распространения огня.

<b>IV</b>	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из цельной или клееной древесины и других горючих или трудногорючих материалов, защищенных от воздействия огня и высоких температур штукатуркой или другими листовыми, или плитными материалами. К элементам покрытий не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня, при этом элементы чердачного покрытия из древесины подвергаются огнезащитной обработке
<b>IVa</b>	Здания преимущественно одноэтажные с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса – из стальных незащищенных конструкций. Ограждающие конструкции – из стальных профилированных листов или других негорючих материалов с горючим утеплителем.
<b>V</b>	Здания, к несущим и ограждающим конструкциям которых не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня

## Приложение В

Таблица В.1 – Средняя скорость выгорания и теплота сгорания веществ и материалов

Вещества и материалы	Весовая скорость	Теплота сгорания
	горения $\times 10^3$ , кг-м – мин»	кДж-кг» <sup>1</sup>
Бензин	61,7	41870
Ацетон	44,0	28890
Диэтиловый спирт	60,0	33500
Бензол	73,3	38520
Дизельное топливо	42,0	48870
Керосин	48,3	43540
Мазут	34,7	39770
Нефть	28,3	41870
Этиловый спирт	33,0	27200
Турбинное масло (ТП-22)	30,0	41870
Изопропиловый спирт	31,3	30145
Изопентан	10,3	45220
Толуол	48,3	41030
Натрий металлический	17,5	10900
Древесина (бруски) 13,7%	39,3	13800
Древесина (мебель в жилых и административных зданиях 8–10%)	14,0	13800
Бумага разрыхленная	8,0	13400
Бумага (книги, журналы)	4,2	13400
Книги на деревянных	16,7	13400
Киноплёнка триацетатная	9,0	18800
Карболитовые изделия	9,5	26900
Каучук СКС	13,0	43890
Каучук натуральный	19,0	44725
Органическое стекло	16,1	27670
Полистирол	14,4	39000
Резина	11,2	33520
Текстолит	6,7	20900
Пенополиуретан	2,8	24300
Волокно штапельное	6,7	13800
Волокно штапельное в кипах 40x40x40 см	22,5	13800
Полиэтилен	10,3	47140
Полипропилен	14,5	45670



Хлопок в тюках 190 кг х м»	2,4	16750
Хлопок разрыхленный	21,3	15700
Лен разрыхленный	21,3	15700
Хлопок+капрон (3:1)	12,5	16200

## Приложение Г

Таблица Г.1 – Линейная скорость распространения пламени на поверхности материалов

Материал	Линейная скорость распространения по поверхности, м-мин» <sup>1</sup>
Угары текстильного производства в разрыхленном состоянии	10
Древесина в штабелях при влажности, %:	
8–12	6,7
16–18	3,8
18–20	2,7
20–30	2,0
более 30	1,7
Древесина (мебель в административных и других зданиях)	0,36
Подвешенные ворсистые ткани	6,7–10
Текстильные изделия в закрытом складе при загрузке 100 кг/м <sup>2</sup>	0,6
Бумага в рулонах в закрытом складе при загрузке 140 кг/м	0,5
Синтетический каучук в закрытом складе при загрузке свыше 230 кг/м	0,7
Деревянные покрытия цехов большой площади, деревянные стены, отделанные древесно-волокнистыми плитами	2,8–5,3
Печные ограждающие конструкции с утеплителем из заливочного ППУ	7,5–10
Соломенные и камышитовые изделия	6,7
Ткани (холст, байка, бязь):	
по горизонтали	1,3
в вертикальном направлении	30
Листовой ППУ	5,0
Резинотехнические изделия в штабелях	1,7–2
Синтетическое покрытие «Скортон» при T=180 °C	0,07
Торфоплиты в штабелях	1,7
Кабель АШв 1х120; АПВГЭЗх35+1х25; АВВГЗх35+1х25:	0,3

## Приложение Д

Таблица Д. 1 – Время задержки начала эвакуации

Тип и характеристика здания	Время задержки начала эвакуации, мин, при типах			
	W1	W2	W3	W4
Административные, торговые и производственные здания (посетители находятся в бодрствующем состоянии, знакомы с планировкой здания и процедурой эвакуации)	<1	3	>4	<4
Магазины, выставки, музеи, досуговые центры и другие здания массового назначения, (посетители находятся в бодрствующем состоянии, но могут быть не знакомы с планировкой здания и	<2	3	>6	<6
Общежития, интернаты (посетители могут находиться в состоянии сна, но знакомы с планировкой здания и процедурой эвакуации)	<2	4	>5	<5
Отели и пансионаты (посетители могут находиться в состоянии сна, и быть не знакомыми с планировкой здания и	<2	4	>6	<5
Госпитали, дома престарелых и другие тому подобные заведения, (значительное число посетителей может нуждаться в помощи)	<3	5	>8	<8
<p>Примечание: Характеристика системы оповещения                      W1 – оповещение и управление эвакуацией оператором;                      W2 – использование записанных заранее типовых фраз и информационных табло;                      W3 – сирена пожарной сигнализации;                      W4 – без оповещения.</p>				

## Приложение Е

Таблица Е.1 – Площадь проекции человека

Характеристика движущегося человека	Значение, м <sup>2</sup> чел.
Взрослый человек в домашней одежде	0,1
Взрослый человек в зимней одежде	0,125
Взрослый с ребенком на руках	0,26
Взрослый с сумкой	0,16
Взрослый с чемоданом	0,35
Подросток	0,07

Таблица Е.2 – Зависимость скорости и интенсивности движения от плотности людского потока

Плотность потока $D, \text{ чел./м}^2$	Горизонтальный путь		Дверной проем	Лестница вниз		Лестница вверх	
	$V, \text{ м/мин}$	$q, \text{ м/мин}$	$q, \text{ м/мин}$	$V, \text{ м/мин}$	$q, \text{ м/мин}$	$V, \text{ м/мин}$	$q, \text{ м/мин}$
0,01	100	1,0	1,0	100	1,0	60	0,6
0,05	100	5,0	5,0	100	5,0	60	3,0
0,1	80	8,0	8,7	95	9,5	53	5,3
0,2	60	12,0	13,4	68	13,6	40	8,0
0,3	47	14,1	15,6	52	16,6	32	9,6
0,4	40	16,0	18,4	40	16,0	26	10,4
0,5	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11,0
0,6	27	16,2	19,0	24	14,4	18	10,6
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	10	10,0
0,9 и более	15	13,5	8,5	10	7,2	8	9,9

Примечание. Табличное значение интенсивности движения в дверном проеме при плотности потока 0,9 и более, равное 8,5 м/мин, установлено для дверного проема шириной 1,6 м и более.

## Список литературы

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации / . — Москва: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013. — 348 с. — ISBN 978-5-98908-105-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/22731.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Пасютина, О. В. Охрана труда при технической эксплуатации электрооборудования: учебное пособие / О. В. Пасютина. — 3-е изд. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2019. — 116 с. — ISBN 978-985-503-962-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94303.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Солопова В.А. Охрана труда на предприятии [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Солопова. - Электрон. Текстовые данные. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 126 с. - 978-5-7410-1686-2. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71306.html>
4. Электробезопасность работников электрических сетей: учебное пособие / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов, В. А. Ярош; под редакцией Е. Е. Привалов. — Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Параграф, 2018. — 300 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76068.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

ЛЕДНЕВА Ирина Сергеевна

**МДК.04.01. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте  
оборудования устройств электроснабжения (Охрана труда)**

Практикум для обучающихся специальности  
13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

Корректор Чагова О.Х.  
Редактор Чагова О.Х.

Сдано в набор 23.11.2022 г.  
Формат 60x84/16  
Бумага офсетная.  
Печать офсетная.  
Усл. печ. л.5,11  
Заказ № 4669  
Тираж 100 экз.

Оригинал-макет подготовлен  
в Библиотечно-издательском центре СКГА  
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36



