

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт  
Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Проектирование автоматической установки газового пожаротушения серверной ООО «Юргагидравлика»

УДК 614.842.614(571.117)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г81	Кучумов Виктор Олегович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Деменкова Л.Г.	к.пед.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Лизунков В.Г.	к.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Деменкова Л.Г.	к.пед.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Деменкова Л.Г.	к.пед.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП 20.03.01 «Техносферная безопасность»	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2022 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП  
НАПРАВЛЕНИЯ 20.03.01 – «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
<b>УК(У)-2</b>	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
<b>УК(У)-3</b>	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
<b>УК(У)-4</b>	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
<b>УК(У)-5</b>	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
<b>УК(У)-6</b>	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
<b>УК(У)-7</b>	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
<b>УК(У)-8</b>	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.
<b>ОПК(У)-2</b>	Способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов профессиональной деятельности
<b>ОПК(У)-3</b>	Способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности
<b>ОПК(У)-4</b>	Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды
<b>ОПК(У)-5</b>	Готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-5</b>	Способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей
<b>ПК(У)-6</b>	Способность принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты
<b>ПК(У)-7</b>	Способность организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
<b>ПК(У)-8</b>	Способность выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих
<b>ПК(У)-9</b>	Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики
<b>ПК(У)-10</b>	Способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
<b>ПК(У)-11</b>	Способность организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды
<b>ПК(У)-12</b>	Способность применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов защиты

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт  
Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ С.А. Солодский  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**ЗАДАНИЕ**  
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студенту:

Группа	ФИО
17Г81	Кучумову Виктору Олеговичу

Тема работы:

<b>Проектирование автоматической установки газового пожаротушения серверной ООО «Юргагидравлика»</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 02.02.2022 г. № 33-42/с
Срок сдачи студентами выполненной работы:	15.06.2022 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе:</b>	ООО «Юргагидравлика», адрес: 652050, Кемеровская область, г. Юрга, ул. Береговая, д. 10. Количество надземных этажей – 1. Площадь здания – 250 м <sup>2</sup> . Здание имеет II степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности С0, класс функциональной пожарной опасности Ф5.1. Персонал – 33 чел.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Провести обзор литературы и нормативных источников по вопросам обеспечения пожарной безопасности в серверных помещениях.</li><li>2. Дать характеристику исследуемого объекта и проанализировать состояние системы его противопожарной защиты.</li><li>3. Разработать проект автоматической установки газового пожаротушения для повышения пожарной безопасности объекта защиты.</li><li>4. Произвести расчет стоимости внедрения автоматической установки газового пожаротушения.</li></ol>

<b>Перечень графического материала:</b>	План размещения приборов АУГП (1 лист А4).
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г., к.пед.н.
Социальная ответственность	Солодский С.А., к.т.н.
Нормоконтроль	Деменкова Л.Г., к.пед.н.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.02.2022 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Деменкова Л.Г.	к.пед.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г81	Кучумов В.О.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на 83 стр., содержит 9 рис., 19 табл., 50 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕРВЕРНАЯ, УСТАНОВКА ГАЗОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ, ВРЕМЯ ЭВАКУАЦИИ, ИЗВЕЩАТЕЛЬ ПОЖАРНЫЙ ДЫМОВОЙ.

Объектом исследования является ООО «Юргагидравлика».

Предмет исследования: организация пожарной безопасности в серверной ООО «Юргагидравлика».

Цель работы – проектирование автоматической установки газового пожаротушения серверной ООО «Юргагидравлика».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести обзор литературы и нормативных источников по вопросам обеспечения пожарной безопасности в серверных помещениях;
- дать характеристику исследуемого объекта и проанализировать состояние системы его противопожарной защиты;
- разработать проект автоматической установки газового пожаротушения для повышения пожарной безопасности объекта защиты;
- произвести расчет стоимости внедрения автоматической установки газового пожаротушения.

## Abstract

The final qualification work is made on 83 pages, contains 9 figures, 19 tables, 50 sources, 2 appendices.

Keywords: FIRE SAFETY, SERVER ROOM, GAS FIRE EXTINGUISHING INSTALLATION, EVACUATION TIME, SMOKE DETECTOR.

The object of the study is LLC "Yurgahydraulica".

Subject of research: organization of fire safety in the server room of LLC "Yurgahydraulica".

The purpose of the work is the design of an automatic gas fire extinguishing installation of the server room of LLC "Yurgahydraulica".

To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks:

- to review the literature and regulatory sources on fire safety in server rooms;
- to characterize the object under study and analyze the state of its fire protection system;
- to develop a project of automatic installation of gas fire extinguishing to improve the fire safety of the object of protection;
- calculate the cost of implementing an automatic gas fire extinguishing system.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования;

ГОСТ 12.3.046-91 Система стандартов безопасности труда. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования;

ГОСТ Р 50969-96 Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний;

ГОСТ Р 53280.3-2009 Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 3. Газовые огнетушащие вещества. Методы испытаний;

СП 485.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования;

СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение;

РД 25.953-90 Системы автоматические пожаротушения, пожарной, охранной и охранно-пожарной сигнализации. Обозначения условные графические элементов систем.

Перечень сокращений:

МЧС – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

АУГП – автоматическая установка газового пожаротушения;

ГОТВ – газовое огнетушащее вещество;

СПС – система пожарной сигнализации;

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией людей;

РВД – рукав высокого давления

АКБ – аккумуляторная батарея;

ООФ – основной образовательный фонд.

## Оглавление

	С.
Введение	10
1 Обеспечение пожарной безопасности в серверных помещениях	12
1.1 Пожарная безопасность в серверных помещениях	12
1.2 Требования пожарной безопасности, предъявляемые к серверным помещениям	15
1.3 Анализ нормативных документов по обеспечению пожарной безопасности	18
1.4 Выводы по главе 1	23
2 Описание предприятия ООО «Юргагидравлика»	25
2.1 Общая характеристика ООО «Юргагидравлика»	25
2.2 Общее представление об объекте исследования	26
2.3 Анализ действующей системы пожарной безопасности серверной ООО «Юргагидравлика»	27
3 Расчет автоматической установки газового пожаротушения	29
3.1 Основные технические решения, принятые в проекте	29
3.2 Расчет параметров модульной установки газового пожаротушения	36
3.2.1 Расчет массы ГОТВ и количества модулей	36
3.2.2 Расчет параметров трубопроводной системы и времени подачи огнетушащего газа в помещение (гидравлический расчет)	40
3.2.3 Расчет площади дополнительного проема в помещении для сброса избыточного давления	44
3.2.4 Расчет времени эвакуации людей из защищаемого помещения	45
3.2.5 Расчет емкости батарей резервного источника питания	46
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	48
4.1 Оценка прямого ущерба	48
4.2 Расчет стоимости оборудования автоматической установки газового	53

пожаротушения	
4.3 Расчет пуска наладочных работ АУГП	54
4.4 Расчет технического обслуживания АУГП	56
4.5 Выводы по главе 4	59
5 Социальная ответственность	60
5.1 Описание рабочего места системного администратора серверной	60
5.2 Анализ выявленных вредных факторов	61
5.2.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте	61
5.2.2 Электромагнитное излучение	62
5.2.3 Микроклимат	63
5.2.4 Освещенность	64
5.2.4.1 Нормирование параметров освещенности	64
5.2.4.2 Расчет параметров освещенности	64
5.3 Анализ выявленных опасных факторов	67
5.3.1 Высокое напряжение сети переменного тока	67
5.3.2 Пожарная опасность	69
5.4 Охрана окружающей среды	70
5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях	70
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	71
5.7 Выводы по главе 5	72
Заключение	74
Список использованных источников	75
Приложение А Технологический модуль пожаротушения	82
Приложение Б Схема размещения оборудования	83

## Введение

Пожары – самые распространенные чрезвычайные происшествия в современном мире, наносящие материальный ущерб и связанные с гибелью людей. Обеспечение пожарной безопасности является одной из актуальных проблем и важнейшей функцией государства, которое разрабатывает законодательные и нормативно-правовые акты о пожарной безопасности, направленные на профилактику пожаров и минимизацию их последствий. Общее количество пожаров в России в 2020 году сократилось на 7%, гибели на них – на 3,5% и травмирования – почти на 11%. Тем не менее проблема пожаров остаётся актуальной, по статистическим данным МЧС, за 2020 г. прямой материальный ущерб, приходящийся на один пожар, составил 47,52 тыс. руб. (2019 г. – 38,54 тыс. руб., увеличение на 23,3%) [1].

Сложно представить промышленный комплекс, госучреждение или даже небольшой частный бизнес-офис, в котором не было бы серверного помещения (далее серверной) – помещения, предназначенного для размещения серверного и/или телекоммуникационного оборудования. Защита технологии в серверной комнате от киберугроз и несанкционированного доступа является, несомненно, главной задачей любой организации, но часто руководители организаций забывают о гораздо более значимой угрозе для этих помещений – пожаре.

Пожар представляет опасность для всей организации, но серверные помещения особенно уязвимы благодаря высокой пожарной нагрузке, а также их значению для устойчивой работы предприятия.

Цель работы – проектирование автоматической установки газового пожаротушения серверной ООО «Юргагидравлика».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести обзор литературы и нормативных источников по вопросам обеспечения пожарной безопасности в серверных помещениях;
- дать характеристику исследуемого объекта и проанализировать состояние системы его противопожарной защиты;
- разработать проект автоматической установки газового пожаротушения для повышения пожарной безопасности объекта защиты;
- произвести расчет стоимости внедрения автоматической установки газового пожаротушения.

## 1 Обеспечение пожарной безопасности в серверных помещениях

### 1.1 Пожарная безопасность в серверных помещениях

Каждое предприятие в современных условиях трудовой деятельности использует различное электронное оборудование, коммуникационные сети, вычислительную технику. Для размещения оборудования используется помещение, называемое серверной комнатой. Обеспечение пожарной безопасности в таком помещении играет важную роль. Оснащение помещения серверной противопожарным оборудованием – довольно сложная задача, поскольку требуется подобрать правильное огнетушащее вещество, количество и тип устройств пожаротушения, определить их размещение, наметить пути и выходы эвакуации и т. д [2].

К значимым способам защиты серверной комнаты от пожара относятся выявление и устранение наиболее частых причин пожара и установка правильного типа системы пожаротушения [3].

Основными причинами пожаров в серверных комнатах являются:

- короткое замыкание и/или перегрузка электропроводки, выделяемое как главная причина пожаров в серверных комнатах;

- неисправная скрытая электропроводка, которую гораздо сложнее обнаружить;

- перегрев: электроника нагревается, и в случае ненадлежащего проветривания помещения и/или недостаточного ее охлаждения, перегрев может стать причиной пожаров в серверной комнате [4].

Автоматические системы пожаротушения имеют важное значение для серверной комнаты, так как способны защитить от пожара ценное оборудование помещения, снизив материальный ущерб от пожара.

Для того чтобы выяснить, какие системы защиты необходимо устанавливать в помещении серверной, следует определить категорию данного

помещения согласно требованиям СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». Согласно этому своду правил серверные относят к помещениям технического характера, соответственно, они категорируются. Помещению присваивают категории группы В (пожароопасные), а точнее, в зависимости от площади и способа размещения пожарной нагрузки, одно из значений от В1 до В4 [5].

Согласно СП 485.1311500.2020 и СП 486.1311500.2020 в серверных помещениях наиболее целесообразно использовать автоматические установки газового пожаротушения (далее – АУГПТ) [6,7].

Другие типы не подходят по следующим причинам [8]:

- водяные: контакт влаги с электросетями и компьютерной техникой недопустим, т. к. может привести к еще большим повреждениям и потенциально сделать системы невосстановимыми;

- пенные: даже после успешной ликвидации огня большинство оборудования будет испорчено, что приведет к убытку не меньшему чем от пожара;

- порошковые: не смогут распространиться в труднодоступных местах (внутри серверных шкафов).

Ввиду этого, наиболее оптимальным вариантом является система автоматического газового пожаротушения для серверной.

Система автоматического газового пожаротушения использует для тушения газовые огнетушащие вещества (далее – ГОТВ) и способна быстро подавить пожар и с минимальным повреждением оборудования и помещения. ГОТВ, которые предназначены для ликвидации горения и представляют собой индивидуальные химические соединения или их смеси (составы), которые при тушении пламени находятся в газообразном или парообразном состоянии [9].

В современных установках газового пожаротушения используются следующие огнетушащие вещества [8]:

- углекислый газ: имеет среднюю эффективность воздействия на очаги возгорания и тления. Агрессивен к оборудованию и вызывает утечки, необходимо постоянно следить за уровнем давления газа в баллонах. Токсичен для человека, не рекомендуется применять в автоматизированных системах, допускается только ручное включение;

- инерген: безопасен для человека, неприхотлив в эксплуатации имеет эффективность тушения огня выше среднего;

- хладоны: существует множество модификаций, но все они имеют высокую эффективность пожаротушения:

1) хладон 125 – ограниченно пригоден к использованию в серверных, так как оставляет белесый налет, который если его не вытереть, может корродировать с металлами;

2) хладон 227ea – оптимальный выбор цена/качество/эффективность;

3) NOVEK 1230 – новый весьма эффективный газ с быстрой системой заполнения помещения, не оказывает негативного влияния на человека, оборудование и озоновый слой.

Уровень безопасности ГОТВ для человека определяется количественным критерием, так называемым коэффициентом безопасности. Коэффициент безопасности – это отношение максимальной дозы, не вызывающей обнаруживаемого вредного воздействия на здоровье (NOAEL), к расчетной концентрации. Коэффициент безопасности ГОТВ и его воздействие на человека приведены в таблице 1 [10].

Таблица 1 – Коэффициент безопасности ГОТВ

ГОТВ	NOAEL	Коэффициент безопасности	Воздействие на человека
Азот	43	1,24	Асфиксия
Аргон	43	1,10	Асфиксия
Инерген	43	1,19	Условно безопасно
CO <sub>2</sub>	5	0,14	Отравление
Хладон-125	7,5	0,77	Отравление

### Продолжение таблицы 1

Хладон-227	7,2	9	1,25	Незначительно
Хладон-23	14,6	30	2,05	Незначительно
Novac1230(3М Новек®1230), FK-5-1-12	4,2	10	2,38	Безопасно

Определение «безопасно» не предполагает наличие людей в зоне пожаротушения. ГОВТ считается безопасным, если позволяет людям без вреда для здоровья находиться в зоне пожаротушения в течение 30 с и более. В случае, когда коэффициент безопасности меньше 1, ГОВТ опасен для человека [10]. Из таблицы 1 следует:

- несмотря на то, что инертные газы сами по себе безвредны, применение их в герметичном помещении приведет к асфиксии;
- наиболее безопасным ГОВТ является Novac1230.

### 1.2 Требования пожарной безопасности, предъявляемые к серверным помещениям

Основными требованиями, предъявляемыми к серверным помещениям, являются требования по пожарной безопасности, поскольку при возникновении пожара может быть безвозвратно утеряно не только оборудование, но и важные информация и данные, обеспечивающие устойчивую работу предприятия. К таким требованиям можно отнести следующие:

- согласно п. 4.2 СП 486.1311500.2020, предел огнестойкости серверной должен быть следующим: перегородки – не менее EI 45, стены и перекрытия – не менее REI 45. Т.е. в условиях пожара помещение должно оставаться герметичным в течение 45 мин, препятствуя дальнейшему распространению огня [7];

- помещение серверной должно быть отдельным помещением, функционально не совмещенным с другими помещениями. К примеру, не

допускается в помещении серверной организовывать склад IT-оборудования или канцелярских товаров и пр.;

- дверь в помещение серверной также должна соответствовать требованиям по огнестойкости. Необходимо использовать противопожарную дверь;

- при разработке проекта серверной необходимо учесть, что АУГПТ должна быть обеспечена электропитанием по первой категории согласно СП 485.1311500.2020. При невозможности организовать два независимых ввода электропитания допускается использовать резервные источники электропитания, которые должны обеспечить 24 ч работы в дежурном режиме и 1 ч в тревожном режиме. Но при этом проектная организация должна обосновать выбор резервного источника питания, подтвердив вышеуказанные временные характеристики расчетами. В электрощитовой должен быть предусмотрен отдельный автомат для АУГПТ [6];

- в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны);

- температура и воздуха в серверной комнате должна находиться в диапазоне от 18°C до 24°C [11];

- оптимальные значения относительной влажности воздуха – от 30 до 55 %, скорость её изменения – не больше, чем на 6 % в час. Чтобы эти условия выполнялись, во всём здании должна быть качественная система микроклимата. Если её нет, автономный кондиционер нужно установить в самой серверной;

- для площади более 24 м<sup>2</sup> – обязательно наличие системы автоматического пожаротушения [7];

- наличие принудительного дымоудаления;

- обязательно наличие аварийного освещения.

Большинство пожаров в серверных помещениях возможно предотвратить. Есть много способов, которыми можно значительно снизить вероятность пожара в серверной комнате. Ниже приведены некоторые из них:

- придерживаться соответствующих значений температуры и влажности: чтобы предотвратить перегрев оборудования, необходимо поддерживать температуру в помещении между 18–24 °С. Кроме того, поддержание уровня влажности 30–55% снизит риск возникновения статического электричества, которое может быть пожароопасным [11];

- держать оборудование в порядке: убедиться, что провода подключены и правильно хранятся. Удалить неиспользуемые кабели и провода. Удалить ненужные горючие предметы (бумага, мусор и т.п.);

- обеспечить надлежащую вентиляцию: не размещать серверы и оборудование слишком близко друг к другу и не устанавливать на них какие-либо приборы. Оборудование нуждается в надлежащем пространстве, чтобы избежать перегрева;

- держать электронику в чистоте: не позволять пыли и другому мусору оседать на оборудовании или в нем, так как это может способствовать перегреву и выступать в качестве дополнительного топлива для пожара;

- выполнять регулярные проверки шнуров и оборудования: регулярно проверять шнуры и розетки на наличие изношенных или поврежденных шнуров или крышек розеток. Регулярно проверять источник питания серверов с помощью диагностического программного обеспечения, чтобы обнаружить неисправность до того, как он выйдет из строя или перегреется;

- проводить оценку пожарного риска: независимо от того, есть ли серверная комната или вы находитесь в процессе ее планирования, следует привлечь профессионалов, чтобы убедиться, что она соответствует нормативным требованиям, что значительно снизит риск пожара;

- планировать регулярную инспекцию и техническое обслуживание: системы пожаротушения и проводка и оборудование серверных помещений

должны проходить регулярную проверку и техническое обслуживание, чтобы убедиться, что все работает должным образом [12].

### 1.3 Анализ нормативных документов по обеспечению пожарной безопасности

В соответствии со ст. 4 Федерального Закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» к нормативным документам по пожарной безопасности относятся национальные стандарты, своды правил, содержащие требования пожарной безопасности, а также иные документы, содержащие требования пожарной безопасности, применение которых на добровольной основе обеспечивает соблюдение требований настоящего Федерального закона [13].

Рассмотрим нормативную документацию, регламентирующую требования по обеспечению объектов системами противопожарной защиты:

- Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Данный закон принят в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров, определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям и сооружениям, производственным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения. В сфере технического регулирования защита жизни и здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества обеспечивается деятельностью, способной извне предупредить (снизить) воздействие на человека или имущество вредных факторов технического характера (недопущение угрозы пожара, взрыва);

- СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования». Данный свод правил устанавливает нормы и правила проектирования установок пожаротушения автоматических. Он распространяется на проектирование установок пожаротушения автоматических для зданий и сооружений различного назначения, а также на отдельные технологические единицы, расположенные в зданиях, в том числе возводимых в районах с особыми климатическими и природными условиями [6];

- СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации». Настоящий свод правил устанавливает требования пожарной безопасности, регламентирующие защиту зданий, сооружений, помещений и оборудования автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации при их проектировании, реконструкции, капитальном ремонте, изменении функционального назначения, а также при техническом перевооружении. Для зданий и сооружений, на которые введены отдельные нормы в соответствии с действующим законодательством в области стандартизации и технического регулирования, в случае наличия противоречий между указанными нормами и настоящим сводом правил следует руководствоваться более высокими требованиями [7];

- Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности». Данный закон определяет общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации, регулирует в этой области отношения между органами государственной власти, органами местного самоуправления, общественными объединениями, юридическими лицами, должностными лицами, гражданами (физическими лицами), в том числе индивидуальными предпринимателями [14];

- ГОСТ Р 50969-96 «Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний». Настоящий стандарт распространяется на централизованные и модульные автоматические установки объемного газового пожаротушения и устанавливает общие технические требования к установкам и методы их испытаний [15];

- СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности». В документе приведены порядок определения и упрощенные методы расчета параметров взрывопожарной опасности и категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, порядок определения категорий наружных установок по пожарной опасности, сведения о пожаровзрывоопасных и физико-химических свойствах широко применяемых легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, горючих газов, горючих пылей и твердых горючих веществ и материалов. Представлены примеры расчетов категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности конкретных объектов. Пособие предназначено для практического использования организациями, занимающимися вопросами категорирования производственных и складских помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Классификация зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности применяется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара [5];

- ГОСТ Р 53280.3-2009 «Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 3. Газовые огнетушащие вещества. Методы испытаний». Настоящий стандарт распространяется на газовые огнетушащие вещества, которые предназначены для применения в автоматических установках пожаротушения для ликвидации горения и представляют собой индивидуальные химические соединения или их смеси (составы), которые при

тушении пламени находятся в газообразном или парообразном состоянии. Настоящий стандарт устанавливает методы определения минимальной огнетушащей концентрации [9];

- ГОСТ Р 53281-2009 «Модули и батареи. Общие технические требования. Методы испытаний». Настоящий стандарт распространяется на модули и батареи газового пожаротушения, которые применяются в автоматических установках газового пожаротушения для хранения и выпуска газового огнетушащего вещества, и устанавливает общие технические требования к модулям и батареям, а также методы их испытаний. Настоящий стандарт не распространяется на модули и батареи, предназначенные для противопожарной защиты транспортных средств [16];

- РД 25.953-90 «Системы автоматические пожаротушения, пожарной, охранной и охранно-пожарной сигнализации. Обозначения условные графические элементов систем». Настоящий руководящий документ устанавливает условные графические обозначения элементов автоматических систем пожаротушения, пожарной, охранной и охранно-пожарной сигнализации, применяемые при выполнении проектной документации на строительство новых и реконструкцию действующих объектов [17];

- РД 78.145-93 «Руководящий документ. Системы и комплексы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Правила производства и приемки работ». Настоящий документ распространяется на производство работ по монтажу, наладке, испытаниям и сдаче в эксплуатацию систем и комплексов охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Правила должны соблюдаться всеми монтажно-наладочными организациями, кооперативными и частными фирмами, выполняющими данные работы на объектах различных форм собственности. Настоящие правила не распространяются на производство и приемку работ по монтажу, наладке, испытаниям и сдаче в эксплуатацию технических средств сигнализации в шахтах и рудниках горной промышленности, а также на предприятиях,

взрывоопасность которых является следствием применения, производства или хранения взрывчатых и взрывоопасных веществ [18];

- ГОСТ Р 58242-2018 «Слаботочные системы. Кабельные системы. Телекоммуникационные пространства и помещения. Общие положения». Настоящий стандарт распространяется на структурированные кабельные системы (далее – СКС) слаботочных систем и устанавливает требования к оснащению рабочих мест пользователей СКС и к помещениям, предназначенным для размещения пассивного и активного оборудования СКС [11];

- Постановление Правительства РФ от 12.04.2012 № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре». Данный документ устанавливает порядок организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора. Органы государственного пожарного надзора осуществляют деятельность, направленную на предупреждение, выявление и пресечение нарушений организациями и гражданами требований, установленных законодательством РФ о пожарной безопасности, посредством организации и проведения в установленном порядке проверок деятельности организаций и граждан, состояния используемых (эксплуатируемых) ими объектов защиты, а также на систематическое наблюдение за исполнением требований пожарной безопасности, анализ и прогнозирование состояния исполнения указанных требований при осуществлении организациями и гражданами своей деятельности. Должностные лица государственного пожарного надзора руководствуются в своей деятельности Конституцией РФ, федеральными конституционными законами, федеральными законами, актами Президента РФ и актами Правительства РФ, международными договорами РФ, настоящим Положением и нормативными правовыми актами федеральных органов исполнительной власти, принятыми в соответствии с настоящим Положением [19];

- Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» (с изменениями от 01.01.2021). Данным документом устанавливаются требования пожарной безопасности, определяющие порядок поведения людей, порядок организации производства и/или содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов защиты в целях обеспечения пожарной безопасности [20];

- ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования». Настоящий стандарт устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения на всех стадиях их жизненного цикла: исследование, разработка нормативных документов, конструирование, проектирование, изготовление, строительство, выполнение услуг (работ), испытание, закупка продукции по импорту, продажа продукции (в том числе на экспорт), хранение, транспортирование, установка, монтаж, наладка, техническое обслуживание, ремонт (реконструкция), эксплуатация (применение) и утилизация [21];

- ГОСТ 12.3.046-91 «Система стандартов безопасности труда. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования». Настоящий стандарт распространяется на вновь разрабатываемые и модернизируемые автоматические установки пожаротушения, предназначенные для локализации или тушения и ликвидации пожара и одновременно выполняющие функции автоматической пожарной сигнализации, и устанавливает общие технические требования [22].

#### 1.4 Выводы по главе 1

В процессе рассмотрения нормативно-правовых актов по обеспечению пожарной безопасности предприятий, имеющих серверные помещения, были сформулированы основные требования пожарной безопасности, предъявляемые

как к серверным помещениям, так и к автоматическим установкам газового пожаротушения.

Согласно ГОСТ Р 50969-96 «Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний» АУГПТ являются неотъемлемой частью общей системы противопожарной защиты в серверном помещении. Их используют для тушения возгораний класса А, В, С, а также электрооборудования, которое находится под напряжением [15]. Установлено, что эффективность установки зависит от следующих факторов:

- особенностей помещения, которое необходимо защитить;
- типа вещества, которое используется для пожаротушения.

## 2 Описание предприятия ООО «Юргагидравлика»

### 2.1 Общая характеристика ООО «Юргагидравлика»

Полное наименование предприятия – общество с ограниченной ответственностью «Юргагидравлика». Компания ООО «Юргагидравлика» зарегистрирована 13 декабря 2001 года по адресу 652050, Кемеровская область, г. Юрга, ул. Береговая, д. 10, ведет деятельность в соответствии с кодом ОКВЭД 295200: Производство машин и оборудования для добычи полезных ископаемых и строительства. Дополнительные виды деятельности:

- производство гидравлических и пневматических силовых установок и двигателей;
- производство корпусов подшипников и подшипников скольжения, зубчатых колес, зубчатых передач и элементов приводов;
- торговля розничная прочая вне магазинов, палаток, рынков;
- научные исследования и разработки в области естественных и технических наук и пр.

Среднесписочная численность работников – 33 человека [23]. Месторасположение ООО «Юргагидравлика» на карте показано на рисунке 1.

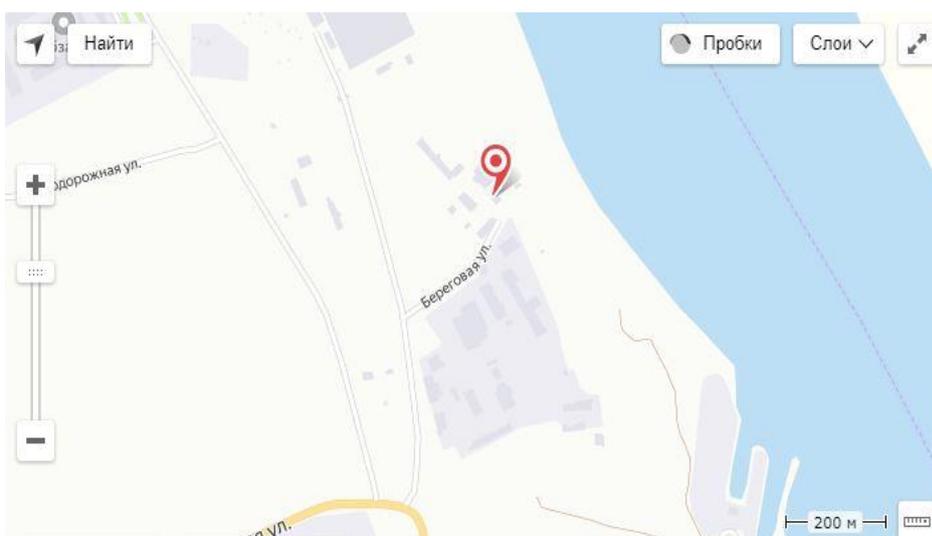


Рисунок 1 – Месторасположение ООО «Юргагидравлика» на карте

Организация находится на возвышенности относительно р. Томь, которая расположена вблизи.

## 2.2 Общее представление об объекте исследования

Объектом исследования является серверная в ООО «Юргагидравлика». Серверная находится в одноэтажном здании, общей площадью 250 м<sup>2</sup>. Износ здания 30 %. Здание имеет 2 подъезда. Кроме того, здание имеет 2 степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности С0. Согласно ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» серверная относится к классу функциональной пожарной опасности Ф 5.1 [13].

Размещение серверной осуществляется в специально спроектированном и приспособленном помещении в соответствии со строительными, противопожарными, санитарными нормами.

Строительные конструкции помещения серверной выполнены из железобетона, кирпича, гипсокартонных листов по алюминиевым направляющим. Фундамент здания бетонный, крыша из железного шифера по деревянной обрешетке. Наружные стены выполнены из железобетонных плит, покрытых штукатуркой, толщина стен 700 мм. Внутренние стены из огнеупорного кирпича, двойные, толщиной 400 мм. Потолочная часть перекрытия оштукатурена. Полы изготовлены из бетона, покрытие – линолеум.

Вентиляция в здании приточно-вытяжная. Горячее и холодное водоснабжение, теплоснабжение, электроснабжение, газоснабжение центральные. Для обеспечения необходимой рабочей температуры в помещении установлена система закрытого кондиционирования воздуха.

Система пожаротушения отсутствует, однако согласно СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной

сигнализации. Нормы и правила проектирования» в здании установлены автоматическая система пожарной сигнализации (далее – СПС) и система оповещения и управления эвакуацией людей (далее – СОУЭ) 1 типа [7].

Горючими материалами в защищаемом помещении являются компьютеры, электротехническая и кабельная продукция, установочные изделия, мебель, канцелярские товары.

### 2.3 Анализ действующей системы пожарной безопасности серверной ООО «Юргагидравлика»

Система предотвращения пожара производственного здания, а также серверной обеспечивается применением пожаробезопасных строительных материалов, которые имеют сертификаты соответствия пожарной безопасности и не способствуют распространению пожара, а также применением СПС.

Система пожарной сигнализации работает круглосуточно. СПС строится на базе системы приборов «Роса-2SL», предназначенных для построения систем автоматического газового пожаротушения. В состав системы «Роса-2SL» входят:

- пульт приёмно-контрольный охранно-пожарный пусковой (ППКОПП);
- пульт дистанционного пуска (ПДП);
- пульт сигнализации (ПС).

В помещениях производственного здания установлены извещатели пожарные дымовые «ИПД-3.1М», пожарные ручные «ИПР-3СУ», пожарные тепловые «ИП 101-3А-А3R1». В частности, в серверном помещении установлены пожарные дымовые извещатели в количестве 2 шт. Внешний вид перечисленных пожарных извещателей представлен на рисунке 2.



а



б



в

Рисунок 2 – Извещатели, используемые на объекте исследования:

а – дымовой пожарный извещатель ИПД-3.1М; б – тепловой пожарный извещатель ИП 101-3А-А3R1; в – ручной пожарный извещатели ИПР-3СУ

Приём сигнала о возникновении пожара производится прибором приемно-контрольным охранно-пожарным «ППКОПП-2П», предназначенным для контроля различных типов пожарных извещателей.

В соответствии с требованиями СП 3.13130.2009 «Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» производственное здание оборудовано системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Оповещение осуществляется подачей звуковых сигналов в помещения здания [25].

СОУЭ 1 типа включается от командного импульса, формируемого автоматической установкой пожарной сигнализации. В помещениях установлены звуковые оповещатели «Гром-12М», обеспечивающие информирование персонала о начинающемся пожаре.

Количество звуковых пожарных оповещателей, их расстановка и мощность обеспечивают требуемый уровень звука во всех помещениях. Управление СОУЭ осуществляется из помещения с постоянным пребыванием дежурного персонала.

Согласно ГОСТ Р 50969-96 в целях тушения пожара в серверном помещении установлены первичные средства пожаротушения, в частности огнетушители хладоновые ОХ-2 в количестве 2 шт. [15].

### 3 Расчет автоматической установки газового пожаротушения

#### 3.1 Основные технические решения, принятые в проекте

В качестве огнетушащего вещества для защищаемого помещения принят газовый огнетушащий состав типа Хладон 227еа. В установках с газовым огнетушащим веществом реализован объемный способ тушения пожаров, основанный на эффекте охлаждения. Тип установки – модульный.

Модуль газового пожаротушения устанавливается внутри защищаемого помещения. Согласно СП 485.1311500.2020 проектом предусмотрен 100% запас ГОТВ в модуле. Модуль с запасом должен храниться на складе объекта или организации, осуществляющей сервисное обслуживание установки [6].

В состав установки входит следующее оборудование:

- модуль газового пожаротушения МГП-1-(65-60-50) с вместимостью 60 л и рабочим давлением 6,5 МПа;
- рукав высокого давления РВД-1-50-У-700-2;
- прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «ППКОПП-2П»;
- пульт дистанционного пуска Роса-2SL ПДП;
- 2 извещателя пожарных дымовых «ИПД-3.1М»;
- пульт сигнализации Роса-2SL «ПС-2»;
- оповещатели световые и звуковые Роса-2SL ОСЗ «ГАЗ - УХОДИ!» и ОС «ГАЗ - НЕ ВХОДИ!»;
- блок коммутации и контроля Роса-2SL БККП-С.

Модуль газового пожаротушения предназначен для хранения и выпуска огнетушащего вещества. Модули поставляются заполненными огнетушащим веществом. С помощью рукава высокого давления (далее – РВД) модуль соединен с трубопроводом и газовым распылителем. Распылитель используется для равномерного распределения ГОТВ в защищаемом помещении в радиусе до 3,5 м.

ППКОПП-2П входит в состав комплекса пожарной безопасности «Роса-2SL» и используется совместно с приборами управления и коммутации этого комплекса. ППКОПП-2П выполняет функции охранно-пожарной панели и предназначен для дистанционного запуска двух направлений пожаротушения (порошок, газ, аэрозоль и т.п.). Помимо основной функции запуска тушения, панель производит постоянный контроль состояния шлейфов, производит управление вспомогательными инженерными системами (вентиляция, удаление дыма и т.п.), запускает устройства оповещения (сигнализации) и передает сигнал тревоги на центральный пульт. Технические характеристики прибора приведены в таблице 2, внешний вид на рисунке 3.

Таблица 2 – Технические характеристики ППКОПП-2П

Параметр	Значение
Количество контролируемых шлейфов сигнализации	2 пожарных; 3 сигнальных
Количество извещателей в шлейфе, шт	До 40
Длительность положительного импульса, мс	700±70
Длительность отрицательного импульса, мс	70±5
Амплитуда, В	22±2
Напряжение на клеммах сигнальных шлейфов, В	12±1,5
Максимальный ток потребления в пожарном шлейфе, мА	не более 6
Максимальный ток контроля цепи пуска, мА	2,5
Встроенный ИБП с АКБ	Есть, 7 А·ч
Напряжение питания, В	220
Потребляемая мощность («Дежурный»/ «Пожар»), Вт	1,5/15
Габаритные размеры, мм	270×250×90



Рисунок 3 – Внешний вид ППКОПП-2П

Пульт дистанционного пуска – пульт, который входит в состав комплекса пожарной безопасности «Роса-2SL» и используется совместно с приемно-контрольными панелями. Он обеспечивает дистанционное управление пожаротушением, выбор режима работы приемно-контрольной панели и контроль состояния входной двери в защищаемое помещение (открыто/закрыто). Он устанавливается в непосредственной близости к защищаемому помещению, имеет механические органы управления, светодиодные индикаторы состояния пульта и защищаемого помещения. Также управление пультом возможно при помощи бесконтактных ключей Touch Memory. Технические характеристики прибора приведены в таблице 3, внешний вид на рисунке 4.

Таблица 3 – Технические характеристики пульта дистанционного пуска Роса-2SL ПДП

Параметр	Значение
Шлейф сигнализации	1 (контроль сопротивления)
Поддержка ключей «Touch Memory», шт	До 4
Помехоустойчивость	Есть
Электропитание	От ППКОПП
Температура окружающей среды, °С	От 1 до 50
Относительная влажность, %	До 80 (при 25°С)
Степень защиты корпуса	IP20
Габаритные размеры, мм	130×80×42



Рисунок 4 – Внешний вид пульта дистанционного пуска Роса-2SL ПДП

Для обнаружения пожара в помещении и запуска АУГП применен извещатель пожарный дымовой «ИПД-3.1М». Технические характеристики приведены в таблице 4. Извещатель представляет собой конструкцию, состоящую из пластмассового корпуса, внутри которого размещены оптическая система и электронный блок обработки сигналов и управления индикацией состояния. Посредством четырехконтактного разъема извещатель соединяется с базой. Извещатель ИПД-3.1М непрерывно работает с ППКОПП-2П по знакопеременному или постояннотокковому шлейфу системы с номинальными питающими напряжениями 12 или 24 В. Внешний вид извещателя представлен на рисунке 5.

Таблица 4 – Технические характеристики ИПД-3.1М

Параметр	Значение
Чувствительность дымового датчика, дБ/м	0,05-2
Питающее напряжение, В	10-30
Потребляемый в дежурном режиме ток, мА	0,095
Способ подключения к ППК	двухпроводный ШС
Габариты, мм	100×48
Предельный ток в режиме пожара, мА	22
Формирование выходного сигнала	бесконтактный способ
Время отключения питания, необходимое для возврата в дежурный режим, с	3



Рисунок 5 – Внешний вид ИПД-3.1М

Пульт сигнализации Роса-2SL «ПС-2» – это пульт сигнализации комплекса пожарной безопасности «Роса-2SL», который используется совместно с пожарными панелями ППКОПП и позволяет выводить текущую информацию о состоянии подключенной ППКОПП (состояние шлейфов, неисправность, запуск тушения, информацию о АКБ и текущий режим работы ППКОПП) в помещение диспетчера. ПС-2 позволяет подключить до 2-х ППКОПП по двухпроводной линии связи. Питание ПС-2 осуществляется по линии подключения от ППКОПП. Технические характеристики ПС-2 приведены в таблице 5, внешний вид на рисунке 6.

Таблица 5 – Технические характеристики ПС-2

Параметр	Значение
Количество подключаемых ППКОПП, шт	2
Линия связи	адресная двухпроводная
Помехоустойчивость	Есть
Электропитание	от ППКОПП
Ток потребления, мА	20
Температура окружающей среды, °С	от 1 до 50
Относительная влажность, %	до 80 (при 25°С)
Габаритные размеры, мм	180×115×50 мм
Масса, кг	0,3



Рисунок 6 – Внешний вид ПС-2

Оповещатель световой и звуковой «ГАЗ - УХОДИ!» – специальный оповещатель со встроенной световой и звуковой сигнализацией, который входит в состав комплекса пожарной безопасности «Роса-2SL» и используется для оповещения людей, находящихся в защищаемом системой пожаротушения помещении, о возникновении опасной ситуации и необходимости немедленной эвакуации. Данный оповещатель устанавливается на выходе из данного помещения, его надпись сигнализирует о типе подаваемого в помещение тушащего вещества.

Оповещатель световой «ГАЗ - НЕ ВХОДИ!» – специальный световой оповещатель, который входит в состав комплекса пожарной безопасности «Роса-2SL» и используется для оповещения людей о пожаре в определенном помещении. Данный оповещатель устанавливается на входе в помещение, его надпись сигнализирует о типе подаваемого в помещение тушащего вещества. Особенностью этой модели является защищенный корпус, который обеспечивает вариант уличной установки. Внешний вид оповещателей представлен на рисунке 7.



а



б

Рисунок 7 – Внешний вид оповещателя:

а – оповещатель «ГАЗ - УХОДИ!»; б – оповещатель «ГАЗ - НЕ ВХОДИ!»

Блок коммутации и контроля Роса-2SL БККП-С – это блок, который предназначен для коммутации и контроля цепей пуска. Технические характеристики БККП-С приведены в таблице 6, внешний вид на рисунке 8.

Таблица 6 – Технические характеристики БККП-С

Параметр	Значение
Контроль массы заряда по каждому направлению	опционально
Напряжение пусковых импульсов, В	+12, либо +24 по каждому направлению
Максимальный ток пусковых импульсов, А	4
Длительность импульса, с	0,1; 0,5; 1
Помехоустойчивость	Есть
Электропитание	от ППКОПП
Ток потребления, мА	20
Ток контроля цепей пуска, мА	не более 2,5
Температура окружающей среды, °С	от 1 до 50
Относительная влажность, %	до 80 (при 25°С)
Габаритные размеры, мм	180×115×50



Рисунок 8 – Внешний вид БККП-С

Блок коммутации и контроля входит в состав комплекса пожарной безопасности «Роса-2SL» и используется совместно с пожарными панелями ППКОПП. Основной функцией данного блока является распределения сигнала пуска на восемь направлений тушения с контролем цепи каждого направления. Питание блока осуществляется непосредственно от ППКОПП.

### 3.2 Расчет параметров модульной установки газового пожаротушения

#### 3.2.1 Расчет массы ГОТВ и количества модулей

При составлении проекта технологической части производят расчеты:

- массы огнетушащего вещества в установке пожаротушения;
- диаметров трубопроводов установки, типа и количества насадок, времени подачи ГОТВ;
- площади проема для сброса избыточного давления в защищаемом помещении при подаче ГОТВ.

Методики расчетов массы ГОТВ и площади проема для сброса избыточного давления приведены в СП 485.1311500.2020. Гидравлический расчет трубопроводов осуществляется по методике, разработанной и утвержденной ФГУ ВНИИПО МЧС России для установок газового пожаротушения с применением модулей ООО «СТАЛТ» [6].

Таблица 7 – Исходные данные для расчета массы ГОТВ и количества модулей

Параметр	Значение
Площадь защищаемого помещения, м <sup>2</sup>	23,9
Высота помещения над полом, м	4
Минимальная температура в помещении, °С	20
Высота помещения над уровнем моря, м	0
Площадь открытых проемов в помещении, м <sup>2</sup>	0,09
Параметр П, учитывающий расположение проемов по высоте помещения	0,4
Максимально допустимое избыточное давление в помещении, МПа	0,003
Газовое огнетушащее вещество (ГОТВ)	Хладон 227ea
Плотность паров огнетушащего газа, кг/м <sup>3</sup>	7,28
Нормативное время подачи ГОТВ, с	10
Подкласс пожара (с учетом пожарной нагрузки)	A2
Норма огнетушащей концентрации паров ГОТВ, % (об)	7,2
Тип модуля газового пожаротушения	МГП-1-(65-60-50)
Коэффициент загрузки баллона модуля, кг/л	1,1

Расчет массы ГОТВ при тушении огнетушащим веществом типа Хладон 227еа, являющимся сжиженным газом, производится в соответствии с приложением Д СП 485.1311500.2020 по формуле 1:

$$M_p = V_p \cdot \rho_1 \cdot (1 + K_2) \cdot \frac{C_H}{100 - C_H}, \quad (1)$$

где  $M_p$  – масса ГОТВ, предназначенная для создания в объеме помещения огнетушащей концентрации при отсутствии искусственной вентиляции воздуха, кг;

$V_p$  – расчетный объем защищаемого помещения, м<sup>3</sup>;

$\rho_1$  – плотность газового огнетушащего вещества с учетом высоты защищаемого объекта относительно уровня моря для минимальной температуры в помещении, кг/м<sup>3</sup>;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий потери газового огнетушащего вещества через проемы помещения;

$C_H$  – нормативная объемная концентрация, % (об.).

Расчетный объем защищаемого помещения определяется по формуле 2:

$$V_p = S_p \cdot h, \quad (2)$$

где  $S_p$  – площадь защищаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$h$  – высота помещения над полом, м.

$$V_p = 23,9 \cdot 4 = 95,6 \text{ м}^3.$$

Плотность газового огнетушащего вещества с учетом высоты защищаемого объекта относительно уровня моря для минимальной температуры в помещении определяется по формуле 3:

$$\rho_1 = \rho_0 \cdot \frac{T_0}{T_M} \cdot K_3, \quad (3)$$

где  $\rho_0$  – плотность паров газового огнетушащего вещества при температуре  $T_0 = 293 \text{ К}$  (20 °С) и атмосферном давлении 101,3 кПа, кг/м<sup>3</sup>;

$T_M$  – минимальная температура воздуха в защищаемом помещении, К;

$K_3$  – поправочный коэффициент, учитывающий высоту расположения объекта относительно уровня моря,  $K_3 = 1$ .

$$p_1 = 7,28 \cdot \frac{293}{293} \cdot 1 = 7,28 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Коэффициент, учитывающий потери газового огнетушащего вещества через проемы помещения, определяется по формуле 4:

$$K_2 = \Pi \cdot \delta \cdot t_p \cdot \sqrt{h}, \quad (4)$$

где  $\Pi$  – параметр, учитывающий расположение проемов по высоте защищаемого помещения,  $\text{м}^{0,5} \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$\delta$  – параметр негерметичности помещения,  $\text{м}^{-1}$ ;

$t_p$  – нормативное время подачи ГОТВ в защищаемое помещение, с;

$h$  – высота помещения над полом, м.

$$K_2 = 0,4 \cdot 0,0009 \cdot 10 \cdot \sqrt{4} = 0,0072.$$

Параметр негерметичности помещения определяется по формуле 5:

$$\delta = \frac{\sum F_H}{V_p}, \quad (5)$$

где  $F_H$  – площадь открытых проемов в помещении,  $\text{м}^2$ .

$$\delta = \frac{0,09}{95,6} = 0,0009 \text{ м}^{-1}.$$

Таким образом, количество ГОТВ, которое необходимо подать в защищаемое помещение, равно:

$$M_p = 95,6 \cdot 7,28 \cdot (1 + 0,0072) \cdot \frac{7,2}{100 - 7,2} = 54,4 \text{ кг}.$$

Расчетная масса ГОТВ, которая должна храниться в установке, определяется по формуле 6:

$$M_r = K_1 \cdot (M_p + M_{\text{тр}} + M_6 \cdot n), \quad (6)$$

где  $M_r$  – расчетная масса ГОТВ, которая должна храниться в установке, кг;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий утечки газового огнетушащего вещества из сосудов,  $K_1 = 1,05$ ;

$M_p$  – масса ГОТВ, предназначенная для создания в объеме помещения огнетушащей концентрации при отсутствии искусственной вентиляции воздуха, кг;

$M_{тр}$  – масса остатка ГОТВ в трубопроводах, кг;

$M_6$  – масса остатка ГОТВ в модулях установки, кг;

$n$  – количество модулей, шт.

Масса остатка ГОТВ в трубопроводах определяется по формуле 7:

$$M_{тр} = V_{тр} \cdot \rho_{ГОТВ}, \quad (7)$$

где  $V_{тр}$  – суммарный объем трубопроводной разводки и объем сосудов (баллонов), из которых подается ГОТВ,  $m^3$ ;

$\rho_{ГОТВ}$  – плотность остатка ГОТВ при давлении, которое имеется в трубопроводе после окончания истечения массы газового огнетушащего вещества в защищаемое помещение.

Величина  $\rho_{ГОТВ}$  определяется по формуле 8:

$$\rho_{ГОТВ} = \frac{p_1 \cdot P_H}{2 \cdot P_a}, \quad (8)$$

где  $P_H$  – минимальное допустимое давление перед насадком, принятое в методике гидравлического расчета, МПа;

$P_a$  – атмосферное давление (0,1 МПа).

$$\rho_{ГОТВ} = \frac{7,28 \cdot 1}{2 \cdot 0,1} = 36,4 \text{ кг/м}^3.$$

Таким образом, масса остатка ГОТВ в трубопроводах равна:

$$M_{тр} = (3,96 + 60) : 1000 \cdot 36,4 = 2,3 \text{ кг.}$$

Масса остатка ГОТВ в модулях установки рассчитывается по формуле 9:

$$M_6 = V \cdot \rho_1, \quad (9)$$

где  $V$  – вместимость баллона,  $m^3$ .

$$M_6 = 60 : 1000 \cdot 7,28 = 0,4 \text{ кг.}$$

Количество модулей типа МГП-1-(65-40-50) вместимостью  $V = 60$  л с учетом коэффициента загрузки для ГОТВ типа Хладон 227ea  $k_z = 1,1$  кг/л определяется по формуле 10:

$$n = \frac{M_p}{V \cdot k_z}, \quad (10)$$

$$n = \frac{54,4}{60 \cdot 1,1} = 0,8 \approx 1 \text{ шт.}$$

Таким образом, расчетная масса ГОТВ, которая должна храниться в установке, будет равна:

$$M_r = 1,05 \cdot (54,4 + 2,3 + 0,4 \cdot 1) = 60 \text{ кг.}$$

Исходя из количества модулей, для выпуска в помещение с учетом утечек из модулей в дежурном режиме и остатков газа в модулях и трубах предназначено ГОТВ в количестве:

$$M_{pv} = M_r : K_1 - M_{тр} - M_6 \cdot n, \quad (11)$$

$$M_{pv} = 60 : 1,05 - 2,3 - 0,4 \cdot 1 = 54,4 \text{ кг.}$$

Поскольку это значение не меньше нормативного значения  $M_p = 54,4$  кг, нормативное тушение пожара в защищаемом помещении обеспечивается.

### 3.2.2 Расчет параметров трубопроводной системы и времени подачи огнетушащего газа в помещение (гидравлический расчет)

Гидравлический расчет установки позволяет определить время выпуска заданной массы ГОТВ из заданного количества модулей газового пожаротушения через трубопроводы заданной конфигурации. В процессе гидравлического расчета осуществляется корректировка параметров трубопроводной разводки для обеспечения требуемого времени выпуска газа. Гидравлический расчет включает в себя два этапа:

- проектный расчет, при котором определяют ориентировочные диаметры трубопроводов и площадь выпускных отверстий насадков;

- поверочный расчет, при котором определяют пропускную способность разводки трубопроводов и оценивают соответствие времени подачи ГОТВ нормативному значению. Исходные данные для расчета параметров трубопроводной системы и времени подачи огнетушащего газа в помещение приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Исходные данные для расчета параметров трубопроводной системы и времени подачи огнетушащего газа в помещение

Параметр	Значение
Общий защищаемый объем, м <sup>3</sup>	95,6
Расчетная масса огнетушащего газа в модулях, кг	54,4
Количество модулей газового пожаротушения, шт	1
Газ-вытеснитель в модулях	Азот
Насадки типа	РГС-360-1/2В-50

При проектировании установки осуществляется проектный расчет. При этом определяются диаметры трубопроводов и площади поперечного сечения насадков. Суммарная площадь проходных сечений насадков АУГП  $F_{сн}$  определяется по формуле 12:

$$F_{сн} = \frac{M_p}{J \cdot \mu \cdot t_p}, \quad (12)$$

где  $F_{сн}$  – суммарная площадь проходных сечений насадков АУГПТ, м<sup>2</sup>;

$J$  – приведенный расход газового состава, кг/м<sup>2</sup>·с, для Хладона 227еа  $J=12000$  кг/м<sup>2</sup>·с;

$\mu$  – коэффициент расхода насадков,  $\mu=0,6$ .

$$F_{сн} = \frac{54,4}{12000 \cdot 0,6 \cdot 10} = 0,00075 \text{ м}^2.$$

Общее количество насадков на установке равно:

$$N = \frac{F_{сн}}{F_n}, \quad (13)$$

где  $F_n$  – площадь поперечного сечения одного насадка, м<sup>2</sup>.

$$N = \frac{0,00075}{0,0008} = 0,94 \approx 1 \text{ шт.}$$

Площадь поперечного сечения рядка, на котором установлены насадки определяется по формуле 14:

$$F_p = A_p \cdot F_n \cdot N, \quad (14)$$

где  $F_p$  – площадь поперечного сечения рядка, на котором установлены насадки, м<sup>2</sup>;

$A_p$  – коэффициент, принимаемый равным от 1,1 до 1,25.

$$F_p = 1,25 \cdot 0,0008 \cdot 1 = 0,001 \text{ м}^2.$$

Площадь магистрального трубопровода рассчитывается по формуле 15:

$$F_m = A_m \cdot \sum F_p, \quad (15)$$

где  $F_m$  – площадь магистрального трубопровода, м<sup>2</sup>;

$A_m$  – коэффициент, принимаемый равным от 1,0 до 1,1.

$\sum F_p$  – суммарная площадь поперечного сечения всех распределительных трубопроводов (рядков) в установке, м<sup>2</sup>.

$$F_m = 1,1 \cdot 0,001 = 0,0011 \text{ м}^2.$$

В поверочной части расчета определяется пропускная способность разводки трубопроводов. По формулам 14 и 15 определяется площадь поперечного сечения распределительных трубопроводов и магистрального трубопровода. Исходя из полученного значения площади поперечного сечения, определяется диаметр магистрального трубопровода и диаметр распределительного трубопровода по формулам 16, 17.

$$D_m = \left( \frac{4 \cdot F_m}{\pi} \right)^{0,5}, \quad (16)$$

где  $D_m$  – диаметр магистрального трубопровода, м.

$$D_p = \left( \frac{4 \cdot F_p}{\pi} \right)^{0,5}, \quad (17)$$

где  $D_p$  – диаметр магистрального трубопровода, м.

$$D_m = \left( \frac{4 \cdot 0,0011}{3,14} \right)^{0,5} = 0,0374 \text{ м.}$$

$$D_p = \left( \frac{4 \cdot 0,001}{3,14} \right)^{0,5} = 0,0357 \text{ м.}$$

Расчетное время подачи в помещение 95% массы расчетного значения огнетушащего газа определяется по формуле 18:

$$t_{\text{расч}} = \frac{M_p}{G_{\Sigma}}, \quad (18)$$

где  $t_{\text{расч}}$  – расчетное время подачи в помещение 95% массы расчетного значения огнетушащего газа, с;

$G_{\Sigma}$  – суммарный массовый расход газового состава, кг/с.

Суммарный массовый расход газового состава определяется по формуле 19:

$$G_{\Sigma} = J \cdot \mu \cdot F_{\text{сн}}, \quad (19)$$

$$G_{\Sigma} = 12000 \cdot 0,6 \cdot 0,00075 = 5,4 \text{ кг/с.}$$

Таким образом, расчетное время подачи огнетушащего газа равно:

$$t_{\text{расч}} = \frac{54,4}{5,4} \approx 10 \text{ с.}$$

Таблица 9 – Результаты расчета трубопровода для монтажа автоматической установки газового пожаротушения

Номер участка	Труба участка		
	Обозначение по ГОСТ 8734-75	Длина, м	Объем трубы, л
1	38×3	2,2	1,77
2	38×3	1	0,8
3	36×3	2,06	1,27
4	36×3	0,2	0,12

Таким образом, суммарный объем труб  $V_{\text{тр}}$  равен 3,96 л.

Технологический модуль пожаротушения с указанием номеров участков приведен в приложении А. В таблице 10 приведены конструктивные составляющие АУГП.

Таблица 10 – Расчет конструктивных составляющих АУГП

Наименование и техническая характеристика оборудования	Тип, марка	Единицы измерения	Количество
Модуль газового пожаротушения	МГП-1-(65-60-50)	шт	1
ГОТВ	Хладон 227ea	кг	60
Насадок	РГС-360-1/2В-50	шт	1
Рукав высокого давления	РВД-1-50-У-700-2	шт	1
Переход $\varnothing 50 - \varnothing 38$	К-57 $\times$ 4-38 $\times$ 3	шт	1
Переход $\varnothing 38 - \varnothing 36$	К-37 $\times$ 4-36 $\times$ 3	шт	1
Хомут для крепления баллона	FIA W45779	шт	1
Трубный хомут	ЗУБР 37850-36-38-1	шт	6
Труба $\varnothing 38$	38 $\times$ 3	м	3,2
Труба $\varnothing 36$	36 $\times$ 3	м	2,26

### 3.2.3 Расчет площади дополнительного проема в помещении для сброса избыточного давления

Площадь дополнительного проема для сброса избыточного давления определяется по приложению Ж СП 485.1311500.2020 по формуле 20:

$$F_c \geq \frac{K_2 \cdot K_3 \cdot M_p}{0,7 \cdot K_1 \cdot t_{расч} \cdot \rho_1} \cdot \sqrt{\frac{\rho_v}{7 \cdot 10^6 \cdot P_a \cdot \left[ \left( \frac{P_{пр} + P_a}{P_a} \right)^{0,2857} - 1 \right]}} - \sum F_s, \quad (20)$$

где  $F_c$  – площадь дополнительного проема для сброса избыточного давления, м<sup>2</sup>;

$K_2$  – коэффициент запаса, принимаемый равным 1,2;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий изменение давления при его подаче;

$\rho_v$  – плотность воздуха в условиях эксплуатации защищаемого помещения, кг/м<sup>3</sup>;

$P_a$  – атмосферное давление, МПа;

$P_{пр}$  – предельно допустимое избыточное давление, которое определяется из условия сохранения прочности строительных конструкций защищаемого помещения или размещенного в нем оборудования, МПа;

$\sum F$  – площадь постоянно открытых проемов (кроме сбросного проема) в ограждающих конструкциях помещения, м<sup>2</sup>.

$$F_c \geq \frac{1,2 \cdot 1 \cdot 54,4}{0,7 \cdot 1,05 \cdot 10 \cdot 7,28} \cdot \sqrt{\frac{1,2}{7 \cdot 10^6 \cdot 0,1 \cdot \left[ \left( \frac{0,003 + 0,1}{0,1} \right)^{0,2857} - 1 \right]}} - 0,09 = -0,072 \text{ м}^2.$$

Поскольку расчетное значение площади проема отрицательное, то устройство дополнительного проема для сброса избыточного давления не требуется.

### 3.2.4 Расчет времени эвакуации людей из защищаемого помещения

Время эвакуации людей из защищаемого помещения определяется по ГОСТ 12.1.004-91. При плотности людского потока  $D \leq 0,06$  скорость движения людей  $V = 100$  м/мин [21].

Время эвакуации из помещения серверной определяется по формуле 21:

$$t = \frac{L}{V}, \quad (21)$$

где  $L$  – максимальная длина пути эвакуации, м,  $L = 5$  м;

$V$  – скорость движения людей, м/мин,  $V = 100$  м/мин.

$$t = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ мин} = 3 \text{ с.}$$

В соответствии с ГОСТ 12.3.046-91 и СП 485.1311500.2020, учитывая параметры инженерного оборудования, время задержки выпуска огнетушащего вещества принимается 30 секунд.

### 3.2.5 Расчет емкости батарей резервного источника питания

В проекте применен резервный источник питания типа «РИП-24 исп.02П» с герметичными аккумуляторными батареями емкостью 7 А·ч.

Таблица 11 – Потребляемый ток электрооборудования АУГПТ

Электрооборудование	Потребляемый ток в дежурном режиме, мА	Потребляемый ток в режиме «Пожар», мА
Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «ППКОПП-2П»	35	65
Извещатель пожарный дымовой «ИПД-3.1М»	0,095	22
Пульт сигнализации Роса-2SL «ПС-2»	20	45
Блок коммутации и контроля Роса-2SL БККП-С	20	60
Оповещатель световой и звуковой Роса-2SL ОСЗ «ГАЗ - УХОДИ!»	0,35	0,35
Оповещатель световой Роса-2SL ОС «ГАЗ - НЕ ВХОДИ!»	0,35	0,35

Электрооборудование автоматической установки газового пожаротушения должно функционировать в течение 24 часов в дежурном режиме и в течение 1 часа в режиме «Пожар».

На основании представленных данных в таблице 11 производится расчет емкости аккумуляторных батарей (далее – АКБ) в резервном источнике питания (далее РИП) для питания электрооборудования как в дежурном режиме, так и в режиме «Пожар».

Расчет емкости АКБ в РИП для питания электрооборудования в дежурном режиме осуществляется по формуле 22:

$$C_d = t \cdot \sum I_d, \quad (22)$$

где  $t$  – требуемое время работы РИП, ч;

$\sum I_d$  – суммарный потребляемый ток оборудованием в дежурном режиме, мА.

$$C_d = 24 \cdot \sum 35 + 0,095 \cdot 2 + 20 + 20 + 0,35 \cdot 2 = 1,8 \text{ А} \cdot \text{ч.}$$

Расчет емкости АКБ в РИП для питания электрооборудования в режиме «Пожар» осуществляется по формуле 23:

$$C_{\text{п}} = t \cdot \sum I_{\text{п}}, \quad (23)$$

где  $t$  – требуемое время работы РИП, ч;

$\sum I_{\text{п}}$  – суммарный потребляемый ток оборудованием в режиме «Пожар», мА.

$$C_{\text{п}} = 1 \cdot \sum 65 + 22 \cdot 2 + 45 + 60 + 0,35 \cdot 2 = 0,22 \text{ А} \cdot \text{ч}.$$

Суммарная емкость АКБ для питания электрооборудования от РИП будет равна:

$$C_{\text{д+п}} = 1,8 + 0,22 = 2,02 \text{ А} \cdot \text{ч}.$$

Таким образом, т. к. емкость АКБ превышает требуемую для питания электрооборудования  $C_{\text{д+п}} = 2,02 \text{ А} \cdot \text{ч}$ , то батарея обеспечит работу электрооборудования в течение 24 ч в дежурном режиме и в течение 1 ч в режиме «Пожар».

#### 4.1 Оценка прямого ущерба

Произведем расчет ущерба от возможной ЧС, которая может возникнуть в серверном помещении в результате короткого замыкания неисправной электропроводки. В процессе расчетов принимается во внимание, что площадь пожара не выходит за территорию помещения серверной и эвакуация персонала прошла успешно, пострадавших нет. Возможный полный ущерб на объекте будет определяться прямым ущербом, нанесенным пожаром.

Оценка прямого ущерба представляет собой сумму ущерба, который наносится основным образовательным фондам (далее – ООФ) и оборотным средствам:

$$Y_{\text{пр}} = C_{\text{опф}} + C_{\text{ос}}, \quad (24)$$

где  $Y_{\text{пр}}$  – прямой ущерб, руб.;

$C_{\text{опф}}$  – ущерб основных производственных фондов фонды, руб.;

$C_{\text{ос}}$  – стоимость пострадавших оборотных средств, руб.

Основные фонды производственных учреждений – складываются из материальных и вещественных ценностей производственного и непромышленного назначения, необходимых для выполнения производственными предприятиями своих функций, в нашем случае это технологическое оборудование, коммунально-энергетические сети и помещение серверной, где произошел пожар.

Ущерб основных производственных фондов находим по формуле 25:

$$C_{\text{опф}} = C_{\text{то}} + C_{\text{кэс}} + C_3, \quad (25)$$

где  $C_{\text{опф}}$  – ущерб основных производственных фондов, руб.;

$C_{\text{то}}$  – ущерб, нанесённый техническому оборудованию, руб.;

$C_{\text{кэс}}$  – ущерб, нанесённый коммунально-энергетическим сетям, руб.;

$C_3$  – ущерб, нанесённый производственному помещению, руб.

Ущерб, нанесённый техническому оборудованию, находим по формуле 26:

$$C_{\text{ТО}} = \sum G_{\text{ТО}} \cdot C_{\text{ТО.ост.}}, \quad (26)$$

где  $C_{\text{ТО}}$  – ущерб, нанесённый техническому оборудованию, руб.;

$\sum G_{\text{ТО}}$  – относительная стоимость оборудования при пожаре, руб.;

$C_{\text{ТО.ост.}}$  – остаточная стоимость технического оборудования, руб.

Относительная стоимость оборудования при пожаре рассчитывается как отношение площади пожара к общей площади помещения объекта по формуле 27:

$$G_{\text{ТО}} = \frac{F_{\text{п}}}{F_{\text{о}}}, \quad (27)$$

где  $F_{\text{п}}$  – площадь пожара, определяемая в соответствии с рекомендациями,  $\text{м}^2$ ;

$F_{\text{о}}$  – площадь объекта,  $\text{м}^2$ .

$$G_{\text{ТО}} = \frac{23,9}{23,9} = 1.$$

Остаточная стоимость технического оборудования рассчитывается по формуле 28:

$$C_{\text{ТО.ост.}} = n_{\text{ТО}} \cdot C_{\text{ТО.б}} \cdot \left(1 - \frac{N_{\text{а.то}} \cdot T_{\text{то.ф}}}{100}\right), \quad (28)$$

где  $n_{\text{ТО}}$  – количество технического оборудования, ед.;

$C_{\text{ТО.б}}$  – балансовая стоимость технического оборудования, руб.;

$N_{\text{а.то}}$  – норма амортизации технического оборудования, %;

$T_{\text{то.ф}}$  – фактический срок эксплуатации технического оборудования, год.

Норма амортизации технического оборудования рассчитывается по формуле 29:

$$N_{\text{а.то}} = \frac{1}{T_{\text{то.ф}}} \cdot 100, \quad (29)$$

$$N_{a.to} = \frac{1}{9} \cdot 100 = 11,1 \%$$

Находящееся в серверном помещении техническое оборудование и его стоимость представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Стоимость технического оборудования

Наименование оборудования	Количество, шт.	Стоимость за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
Сервер HP DL360P GEN8 8SFF	4	105000	420000
ПК DEXP Aquilon O238	1	18700	18700
Кондиционер KOMANCHI KAT-07H/N1	1	40000	40000
Установка приточно-вытяжная Universe ERVX-350 inv Electrolux	1	150000	150000
Серверная стойка Hyperline ORL1-42-RAL9005	1	8900	8900
Итого, руб.			637600

По формуле 28 производим расчет остаточной стоимости технического оборудования:

$$C_{то.ост.} = 637600 \cdot \left(1 - \frac{0,111 \cdot 9}{100}\right) = 631224 \text{ руб.}$$

По формуле 26 рассчитываем ущерб, нанесённый техническому оборудованию:

$$C_{то} = 1 \cdot 631224 = 631224 \text{ руб.}$$

Ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям (далее – КЭС) рассчитывается по формуле 30:

$$C_{кэс} = \sum G_{кэс} \cdot C_{кэс.ост.}, \quad (30)$$

где  $C_{кэс}$  – ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям, руб.;

$\sum G_{кэс}$  – относительная величина ущерба при пожарах, руб.;

$C_{кэс.ост.}$  – остаточная стоимость коммунально-энергетических сетей, руб.

Относительная величина ущерба при пожарах определяется путем соотнесения площади пожара к общей площади помещения объекта, и

рассчитывается по формуле 31:

$$G_{\text{кэс}} = \frac{F_{\text{п}}}{F_{\text{о}}}, \quad (31)$$

где  $F_{\text{п}}$  – площадь пожара, определяемая в соответствии с рекомендациями,  $\text{м}^2$ ;

$F_{\text{о}}$  – площадь объекта,  $\text{м}^2$ .

$$G_{\text{кэс}} = \frac{23,9}{23,9} = 1.$$

Остаточная стоимость коммунально-энергетических сетей рассчитывается по формуле 32:

$$C_{\text{кэс.ост.}} = n_{\text{щ}} \cdot C_{\text{кэс.б}} \cdot \left(1 - \frac{N_{\text{а.кэс}} \cdot T_{\text{кэс.ф}}}{100}\right), \quad (32)$$

где  $n_{\text{щ}}$  – количество электрощитов, подлежащих замене, ед.;

$C_{\text{кэс.б}}$  – балансовая стоимость коммунально-энергетических сетей руб.;

$N_{\text{а.кэс}}$  – норма амортизации коммунально-энергетических сетей, %;

$T_{\text{кэс.ф}}$  – фактический срок эксплуатации КЭС, год.

Норма амортизации коммунально-энергетических сетей рассчитывается по формуле 33:

$$N_{\text{а.кэс}} = \frac{1}{T_{\text{кэс.ф}}} \cdot 100, \quad (33)$$

$$N_{\text{а.то}} = \frac{1}{12} \cdot 100 = 8,3 \text{ \%}.$$

По формуле 32 производим расчёт остаточной стоимости коммунально-энергетических сетей:

$$C_{\text{кэс.ост.}} = 1 \cdot 40000 \cdot \left(1 - \frac{0,083 \cdot 12}{100}\right) = 39600 \text{ руб.}$$

По формуле 30 найдем ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям:

$$C_{\text{кэс}} = 1 \cdot 39600 = 39600 \text{ руб.}$$

Ущерб, нанесённый помещению, находится по формуле 34:

$$C_3 = \sum G_3 \cdot C_{3.ост.}, \quad (34)$$

где  $C_3$  – ущерб, нанесённый помещению, руб.;

$\sum G_3$  – относительная величина ущерба, причинённого серверному помещению, руб.;

$C_{3.ост.}$  – остаточная стоимость коммунально-энергетических сетей, руб.

Остаточная стоимость помещения рассчитывается по формуле 35:

$$C_{3.ост.} = C_{3.б} \cdot \left(1 - \frac{H_{a.з} \cdot T_{з.ф}}{100}\right), \quad (35)$$

где  $C_{3.б}$  – балансовая стоимость помещения, руб.;

$H_{a.з}$  – норма амортизации помещения, %;

$T_{з.ф}$  – фактический срок эксплуатации помещения, год.

В соответствии с формулами 27 и 29  $G_3$  и  $H_{a.з}$  будут равны:

$$G_{кэс} = \frac{23,9}{23,9} = 1.$$

$$H_{a.кэс} = \frac{1}{21} \cdot 100 = 4,8 \%$$

По формуле 4.12 рассчитаем остаточную стоимость помещения:

$$C_{3.ост.} = 350000 \cdot \left(1 - \frac{0,048 \cdot 21}{100}\right) = 346465 \text{ руб.}$$

По формуле 35 рассчитываем ущерб, нанесённый серверному помещению:

$$C_3 = 1 \cdot 346465 = 346465 \text{ руб.}$$

Ущерб основных производственных фондов будет равен:

$$C_{опф} = 631224 + 39600 + 346465 = 1017289 \text{ руб.}$$

Оборотные средства включают в себя товары, предназначенные для реализации и личные вещи. В серверном помещении хранились личные вещи администратора на сумму – 12000 рублей.

Таким образом, прямой ущерб будет равен:

$$U_{пр} = 1017289 + 12000 = 1029289 \text{ руб.}$$

#### 4.2 Расчет стоимости оборудования автоматической установки газового пожаротушения

Расчет стоимости покупки производится на основании цен поставщика за единицу оборудования. Смета на оборудование для автоматической установки газового пожаротушения представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Стоимость оборудования АУГП

Наименование оборудования	Единицы измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
Модуль газового пожаротушения МГП-1-(65-60-50)	шт	2	95000	190000
ГОТВ «Хладон 227ea»	кг	60	1000	60000
Насадок РГС-360-1/2В-50	шт	1	760	760
Рукав высокого давления РВД-1-50-У-700-2	шт	1	550	550
Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «ППКОПП-2П»	шт	1	21500	21500
Переход $\varnothing 50 - \varnothing 38$	шт	1	260	260
Переход $\varnothing 38 - \varnothing 36$	шт	1	210	210
Хомут для крепления баллона FIA W45779	шт	1	365	365
Трубный хомут ЗУБР 37850-36-38-1	шт	6	150	900
Труба $\varnothing 38$	м	3,2	363	1162
Труба $\varnothing 36$	м	2,26	402	909
Пульт дистанционного пуска Роса-2SL ПДП	шт	1	2250	2250
Извещатель пожарный дымовой «ИПД-3.1М»	шт	2	760	1520

Продолжение таблицы 13

Пульт сигнализации Роса-2SL «ПС-2»	шт	1	5400	5400
Блок коммутации и контроля Роса-2SL БККП-С	шт	1	4050	4050
Оповещатель световой и звуковой Роса-2SL ОСЗ «ГАЗ – УХОДИ!»	шт	1	1270	1270
Оповещатель световой Роса-2SL ОС «ГАЗ – НЕ ВХОДИ!»	шт	1	1000	1000
Резервный источник питания РИП-24» исп.02П	шт	1	6500	6500
Итого, руб.				298606

Исходя из расчетов, стоимость оборудования АУГП составит 298606 рублей.

#### 4.3 Расчет пусконаладочных работ АУГП

Пусконаладочные работы – комплекс работ, выполняемых в период подготовки и проведения индивидуальных испытаний и комплексного опробования оборудования. Работы включают проверку работоспособности, а также в настройку оборудования в момент эксплуатации во время расчетного и рабочего режима как с применением, так и без рабочей среды (потоков). Использование пусконаладочных работ дает возможность проверить и оценить целесообразность использования оборудования в связи со всеми необходимыми требованиями, которые предусмотрены в рабочей документации, а также соответствие ГОСТ, техническим регламентам, документации завода-производителя на поставляемые изделия.

В перечень пусконаладочных работ входит: принятие оборудования, разработка проекта для производства необходимых работ, анализ всей документации на наличие замечаний и работы по их устранению, проверка на работоспособность и безопасность оборудования, вывод оборудования на проектный и рабочий режим эксплуатации. Стоимость монтажа оборудования определяется по сборникам на монтаж оборудования, изложенным в приказе от 04.09.2019 г. № 519, с учетом корректировки цен на 1 кв. 2022 г. Смета на пусконаладочные работы приведена в таблице 14 [28].

Таблица 14 – Смета на пусконаладочные работы

Наименование оборудования	Цена за единицу, руб.	Оплата труда рабочих, руб.	Затраты труда рабочих, чел/ч	Количество, шт.	Стоимость, руб.
Модуль газового пожаротушения МГП-1-(65-60-50)	3500	52,2	12,32	2	7000
Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «ППКОПП-2П»	1500	48,7	12	1	1500
Резервный источник питания «РИП-24» исп.02П	500	25,6	11,33	1	500
Оповещатель световой и звуковой Роса-2SL ОС3 «ГАЗ – УХОДИ!»	230	20,8	11,33	1	230
Оповещатель световой Роса-2SL ОС «ГАЗ – НЕ ВХОДИ!»	230	20,8	11,33	1	230
Пульт дистанционного пуска Роса-2SL ПДП	1000	20,8	11,33	1	1000
Пульт сигнализации Роса-2SL «ПС-2»	1200	20,7	10,3	1	1200
Блок коммутации и контроля Роса-2SL БККП-С	1500	38,8	12	1	1500

Продолжение таблицы 14

Извещатель пожарный дымовой «ИПД-3.1М»	60	20,8	9,60	2	120
Итого, руб.					13280

Исходя из расчетов, стоимость пусконаладочных работ будет составлять 13280 рублей.

#### 4.4 Расчет технического обслуживания АУГП

Работы по техническому обслуживанию могут осуществляться эксплуатационной службой предприятия либо сторонней компанией по договору (с лицензией МЧС). Однако следует учитывать, что не каждому предприятию необходима штатная эксплуатационная служба. В таких случаях удобнее заключать договор со сторонней организацией. Также следует знать, что работы осуществляются всеми службами с одинаковой периодичностью и в соответствии с требованиями Ростехнадзора. Расчет стоимости технического обслуживания приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Стоимость технического обслуживания АУГПТ

Наименование оборудования	Количество, шт.	Стоимость обслуживания в месяц, руб.	Стоимость в год, руб.
Модуль газового пожаротушения МГП-1-(65-60-50)	2	500	6000
Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «ППКОПП-2П»	1	225	2700
Резервный источник питания «РИП-24» исп.02П	1	40	480
Оповещатель световой и звуковой Роса-2SL ОСЗ «ГАЗ – УХОДИ!»	1	200	2400

Продолжение таблицы 15

Оповещатель световой Роса-2SL ОС «ГАЗ – НЕ ВХОДИ!»	1	160	1920
Пульт дистанционного пуска Роса-2SL ПДП	1	190	2000
Пульт сигнализации Роса-2SL «ПС-2»	1	220	2150
Блок коммутации и контроля Роса-2SL БККП-С	1	200	2050
Извещатель пожарный дымовой «ИПД-3.1М»	1	150	1500
Итого, руб.			21200

Исходя из расчетов, стоимость технического обслуживания будет составлять 21200 рублей.

Сметная стоимость работ по текущему, капитальному ремонту, наладке и техническому обслуживанию оборудования на действующих предприятиях определяется подведомственными или региональным прејскурантами на данные виды работ.

Согласно ГОСТ 12.4.009-83 и паспортам на оборудование, ежедневно [29]:

- проводится осмотр шлейфов и извещателей на предмет наличия грязи, трещин, ржавчины, внешних повреждений;
- проводят осмотр модулей газового пожаротушения на наличие грязи или поломок.

Ежемесячно проверяют исправность подключения к источнику питания, заряд запасного источника энергии, тестируют на работоспособность все элементы пожарной сигнализации, при необходимости проводят замену изношенных элементов.

Кроме того, согласно ГОСТ Р 57974-2017 проверка работоспособности систем автоматической пожарной сигнализации и систем оповещения и управления эвакуацией проводится не реже 1 раза в квартал. Проверка

работоспособности систем противодымной защиты, автономных установок (устройств) пожаротушения и автоматических установок пожаротушения, а также внутреннего противопожарного водопровода проводится не реже 1 раза в полгода [30].

График проведения технического обслуживания оборудования на 2022 г. представлен в таблице 16 [31].

Таблица 16 – График проведения технического обслуживания АУГПТ

Тип элемента	Вид работ	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Извещатель пожарный дымовой «ИПД-3.1М»	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					
Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «ППКОПП-2П»	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					
Блок коммутации и контроля Роса-2SL БККП-С	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					
Резервный источник питания «РИП-24» исп.02П	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					

Продолжение таблицы 16

Модуль газового пожаротушения МГП-1-(65-60-50)	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					
Пульт дистанционного пуска Роса-2SL ПДП	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					
Пульт сигнализации Роса-2SL «ПС-2»	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					

Раз в год проводят полную проверку аппаратуры, замер заземления всей системы и отдельно каждого элемента сигнализации. Один раз в три года проверяют на сопротивляемость и отсутствие повреждений изоляционный материал охранной сигнализации.

#### 4.5 Выводы по главе 4

В главе 4 был произведен расчет ущерба от возможной ЧС, которая может возникнуть в серверном помещении в результате короткого замыкания неисправной электропроводки. Прямой ущерб, нанесенный техническому оборудованию, КЭС и помещению, составит около 1 млн. руб. Стоимость оборудования АУГПТ составит около 300 тыс. рублей, стоимость пусконаладочных работ будет составлять 13,3 тыс. руб., стоимость ежегодного технического обслуживания будет составлять 21,2 тыс. руб. Общая стоимость проекта составит около 333 тыс. руб. Таким образом, можно заключить, что стоимость внедрения АУГПТ меньше, чем ущерб от пожара и реализация данного проекта приведет к уменьшению ущерба в случае возникновения наиболее вероятной ЧС.

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Описание рабочего места системного администратора серверной

Рабочей зоной системного администратора является помещение серверной площадью 23,9 м<sup>2</sup> и высотой 4 м, включающее 4 сервера, 1 кондиционер, 1 персональный компьютер, приточно-вытяжную вентиляцию. Стены выполнены из огнеупорного кирпича толщиной 400 мм. Потолок побелен в белый цвет. Полы изготовлены из бетона, покрытие – линолеум. В помещении имеется искусственное освещение в виде люминесцентных ламп. Вентиляция в здании приточно-вытяжная. Горячее и холодное водоснабжение центральные. Для обеспечения необходимой рабочей температуры в помещении установлена система закрытого кондиционирования воздуха.

В помещении работает 1 человек. Главными элементами рабочего места администратора являются письменный стол, кресло, персональный компьютер, монитор, периферийные устройства и документация. Основным рабочим положением является положение сидя. Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление администратора. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации.

Работа сервера требует присутствия на рабочем месте человека – администратора сервера. Поэтому вопросы охраны труда нужно рассматривать с точки зрения обеспечения безопасных условий труда, сохраняющих здоровье человека. Исходя из ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», можно выделить следующий перечень вредных факторов, воздействующих на системного администратора, при работе в серверной комнате:

- 1) электромагнитное излучение;
- 2) повышенный уровень шума;

- 3) микроклиматические условия;
- 4) освещенность помещения [34].

К опасным производственным факторам относится возможность поражения электрическим током, возникновения пожара.

## 5.2 Анализ выявленных вредных факторов

### 5.2.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте

На рабочем месте администратора источниками шума, как правило, являются технические средства, в частности персональный компьютер, сервера, вентиляция, а также кондиционер. Они создают существенный шум, поэтому в помещении необходимо провести мероприятия по его снижению. Основные способы защиты от шума основаны на использовании методов звукоизоляции и звукопоглощения. Под звукопоглощением понимают свойство акустически обработанных поверхностей уменьшать интенсивность отраженных ими волн за счет преобразования звуковой энергии в тепловую. Звукопоглощение является достаточно эффективным мероприятием по уменьшению шума. Наиболее выраженными звукопоглощающими свойствами обладают волокнисто-пористые материалы: фибролитовые плиты, стекловолокно, минеральная вата, полиуретановый поропласт, пористый поливинилхлорид и др.

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты.

Нормированные параметры шума определены ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности». Данный стандарт устанавливает

принципы обеспечения безопасности и сохранения здоровья работников при воздействии на них шума в нормальных условиях рабочего процесса и общие требования к оценке этого воздействия [35].

Фактический уровень шума в помещении серверной с учетом работы всего оборудования составляет 53 дБ. Согласно ГОСТ 12.1.003-2014 допустимый уровень шума в помещении не должен превышать 45 дБ. Таким образом, данная шумовая нагрузка будет оказывать вредное воздействие на администратора. Ввиду чего, необходимо провести мероприятия по ее снижению. В качестве мероприятия предлагается поместить сервера в серверный шкаф Silentium AcoustiRACK ACTIVE, что позволит снизить уровень шума вплоть до 30 дБ, либо применить звукопоглощающие облицовки, в частности маты из сверхтонкого стекловолокна с оболочкой из стеклоткани. Максимальное звукопоглощение будет достигнуто при облицовке не менее 60 % общей площади ограждающих поверхностей помещения [36]

### 5.2.2 Электромагнитное излучение

Одним из вредных факторов, воздействию которого подвергается человек при работе за компьютером, является электромагнитное излучение. Воздействие электромагнитного излучения характеризуется повышением утомляемости, ухудшением зрения, а также способствует ослаблению памяти. В таблице 17 представлены нормы параметров электромагнитных полей на рабочих местах, согласно СанПиН 1.2.3685-21 и ГОСТ 12.1.002-84 [37,38].

Таблица 17 – Нормы параметров электромагнитных полей

Наименование параметров	Частота	ПДУ
Напряженность электрического поля, кВ/м	50 Гц	5
Напряженность магнитного поля, А/м		80
Индукция магнитного поля, мкТл		100

Фактическая напряженность электрического и магнитного полей, равная соответственно 5 кВ/м и 40 А/м, с учетом расстояния до администратора и времени воздействия на него в течение 8 часов не превышает ПДУ.

### 5.2.3 Микроклимат

Микроклимат помещения – состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха, влажностью и подвижностью воздуха. Оптимальное сочетание параметров микроклимата является основным требованием, которое обеспечивает нормальные условия жизнедеятельности человека.

Пониженная влажность вызывает у человека ощущение сухости слизистых оболочек верхних дыхательных путей, ухудшает самочувствие и снижает работоспособность.

Высокая температура способствует быстрому утомлению администратора, может привести к перегреву организма, вызывающего тепловой удар. Низкая температура может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания.

Согласно ГОСТ Р 58242-2018 температура и относительная влажность воздуха в серверной комнате должны находиться в диапазонах от 18 °С до 24 °С и от 30 % до 55 % соответственно. Фактическая же температура и влажность воздуха в помещении, равные соответственно в среднем в теплый период года 22 °С и 45 %, в холодный – 19 °С и 35 %, не выходят за пределы установленных норм [39].

Для обеспечения комфортных условий используются как организационные методы, так и технические средства. К организационным методам относятся рациональная организация проведения работ в зависимости от времени года и суток и чередование труда и отдыха. Технические средства включают вентиляцию, кондиционер, отопительную систему.

## 5.2.4 Освещенность

### 5.2.4.1 Нормирование параметров освещённости

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности. Правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей нервной деятельности и повышает работоспособность. При недостаточном освещении человек быстро устает, растет вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму [34].

Согласно приложения Л СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение», в помещении серверной необходимо обеспечить освещенность не менее 500 лк. Фактическое значение освещенности, равное 450 лк, ниже установленной нормы, поэтому необходимо провести расчет освещения и определить мощность осветительной установки для создания нормируемой освещенности [40].

### 5.2.4.2 Расчёт параметров освещённости

Расчет освещения производится по методу светового потока для помещения, длина которого 5,5 м, ширина 4,34 м, высота 4 м. Согласно приложения К СП 52.13330.2016, основным источником света для серверного помещения должны являться люминесцентные лампы. Тогда, наиболее подходящим осветительным прибором будет являться открытый двухламповый светильник типа ОД. Расчет по методу использования светового потока начинается с нахождения величины светового потока лампы [40]:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta}, \quad (36)$$

где  $\Phi$  – световой поток каждой из ламп, лм;  
 $E$  – минимальная освещенность, лк;  
 $k$  – коэффициент запаса,  $k=1,1$ ;  
 $S$  – площадь помещения,  $m^2$ ;  
 $n$  – число ламп в помещении;  
 $Z$  – коэффициент неравномерности освещения,  $z=1,1$ ;  
 $\eta$  – коэффициент использования светового потока (в долях единицы).

Для определения коэффициента использования светового потока  $\eta$  найдем индекс помещения  $i$  по формуле 37:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (37)$$

где  $A, B$  – размеры сторон помещения, м;  
 $h$  – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м.

Высота подвеса светильников над рабочей поверхностью определяется по формуле 38:

$$h = h_2 - h_1, \quad (38)$$

где  $h_2$  – наименьшая допустимая высота подвеса над полом, м;

$h_1$  – высота рабочей поверхности над полом, м.

$$h = 2,5 - 1 = 1,5 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле 39:

$$L = \lambda \cdot h, \quad (39)$$

где  $\lambda$  – наивыгоднейшее соотношение для расположения светильников;

$$L = 1,4 \cdot 1,5 = 2,1 \text{ м.}$$

Расстояние от стен помещения до крайних светильников определяется по формуле 40:

$$l = \frac{L}{3}, \quad (40)$$

$$l = \frac{2,1}{3} = 0,7 \text{ м.}$$

Исходя из размеров помещения ( $A = 5,5$  м и  $B = 4,34$  м), размеров светильников типа ОД ( $A = 1,2-1,5$  м и  $B = 0,26$  м) и расстояния между ними, определяем, что число светильников в ряду должно быть 2, а число рядов – 2, т.е. всего светильников должно быть 4. Схема расположения светильников представлена на рисунке 9:

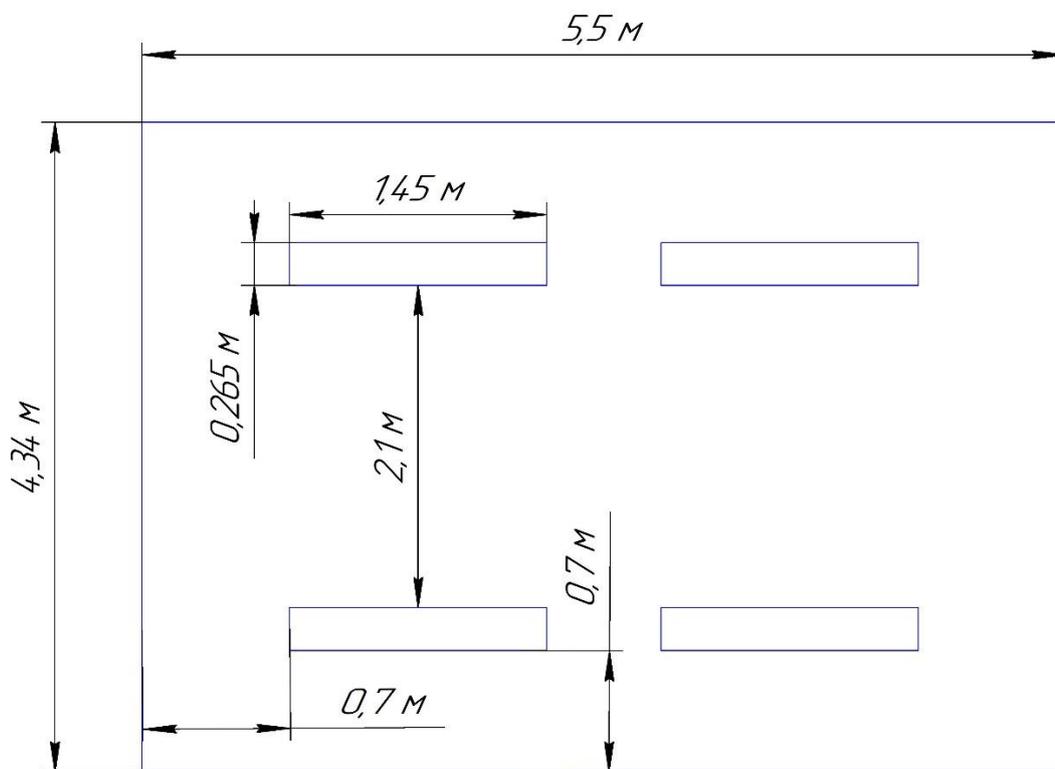


Рисунок 9 – Схема расположения светильников на потолке

Таким образом, индекс помещения будет равен:

$$i = \frac{23,9}{1,5 \cdot (5,5 + 4,34)} = 0,97.$$

Принимаем значение коэффициентов отражение потолка  $\rho_{\text{п}} = 70\%$  для свежепобеленного потолка и для свежепобеленных стен с окнами без штор  $\rho_{\text{с}} = 50\%$ . Таким образом, для светильников типа ОД  $\eta = 0,487$ . Тогда величина светового потока лампы будет равна:

$$\Phi = \frac{500 \cdot 1,1 \cdot 23,9 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,487} = 3711 \text{ лм.}$$

Таким образом, система общего освещения серверного помещения должна состоять из 4 двухламповых светильников KRK 236 HF 2×36Вт G13 IP65, построенных в 2 ряда по 2 светильника.

### 5.3 Анализ выявленных опасных факторов

#### 5.3.1 Высокое напряжение сети переменного тока

Одним из наиболее вероятных опасных факторов, которые могут возникнуть в помещении, является поражение электрическим током. В серверной комнате находится ряд устройств, напряжение питания которых опасно для жизни человека. Такими устройствами являются:

- 1) сервер;
- 2) монитор;
- 3) периферийные устройства.

Все эти устройства питаются от однофазной сети переменного тока, напряжением 220 В. Также в помещении находится обслуживающее и вспомогательное оборудование, которое может стать причиной поражения электрическим током. К такому оборудованию относятся: кондиционер, вентиляторы.

Поражение током может произойти от незаземленной электропроводки, от корпуса системного блока, если на него произошел пробой электричества, при неосторожном обращении с оборудованием, его разборкой и т.п. Действие электрического тока на живую ткань носит губительный характер. Проходя через организм человека ток производит термическое (ожоги отдельных участков тела, нагрев внутренних органов до высокой температуры), электрическое (разложение органической жидкости, в том числе и крови), механическое (расслоение и другие подобные повреждения различных тканей организма) и биологическое (нарушение внутренних биоэлектрических

процессов, протекающих в нормально действующем организме) действия. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов приведены в таблице 18 [41].

Таблица 18 – Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

Род тока	U, В	I, мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,

Одним из основных методов предотвращения поражения электрическим током является соблюдение следующих правил техники безопасности:

1) каждый администратор сервера, впервые приступающий к работе, должен изучить инструкцию по технике безопасности при работе на данном оборудовании и пройти инструктаж по месту работы с обязательной отметкой в журнале регистрации;

2) ремонтные и профилактические работы на установке может проводить специалист, имеющий соответствующую квалификацию.

3) ремонтные и профилактические работы, установка и снятие корпуса допускается только при отключенном электропитании;

4) токоведущие части должны быть изолированы;

5) необходимо соблюдать инструкции по использованию электрических приборов.

Защита персонала от поражения электрическим током обеспечивается правильным размещением оборудования, правильным выполнением электропроводки, ее надежной изоляцией и выполнением требований по технике безопасности при работе с системой. Кроме того, в помещении необходимо установить выделенную шину заземления (дополнительная

система уравнивания потенциалов), к которой подключить все шкафы, рамы оборудования и прочие металлические конструкции.

### 5.3.2 Пожарная опасность

Под пожарной безопасностью понимается состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

В серверном помещении не исключается возможность возникновения пожара. Ввиду чего на производстве строго соблюдаются требования ГОСТ 12.1.004-91, Федеральных законов № 123 и № 69. Согласно этим нормативным документам, пожарная безопасность в помещении обеспечивается системами предотвращения пожара (использование заземления для защиты от статического напряжения, контроль состояния изоляции), системами пожарной защиты (АУГПТ, СПС, наличия первичных средств тушения пожара), организационно-техническими мероприятиями (проведение инструктажей в области пожарной безопасности).

Пожарная опасность в помещении главным образом представлена оголенными токоведущими частями электропроводки, коротким замыканием проводки, перегрузки электросети, статическим электричеством. Что касается причин возникновения пожара, не связанных с электричеством, то сюда можно отнести: неисправность вентиляционных систем, неосторожное обращение с огнем персонала и др.

## 5.4 Охрана окружающей среды

В помещении серверной к негативным факторам, негативно влияющих на окружающую среду, можно отнести электромагнитное излучение оборудования и потенциал глобального потепления Хладона 227ea. Магнитные и электрические поля вредят окружающей среде, нарушая естественные процессы, протекающие на планете. Излучение влияет на состояние клеток живых организмов, препятствует регенерации тканей, способствует изменению свойств и состава воды. Хладон 227ea является парниковым газом и в огромной степени способствует созданию парникового эффекта в атмосфере Земли. Значения показателей безопасности окружающей среды представлены в таблице 19 [44].

Таблица 19 – Показатели безопасности окружающей среды

ГОТВ	Время жизни в атмосфере, лет	Потенциал глобального потепления	Озоноразрушающий потенциал
Хладон 227ea	36,5	3500	0

Согласно представленным данным, Хладон 227ea обладает низким озоноразрушающим потенциалом, однако он вносит существенный вклад в создание парникового эффекта, что негативно сказывается на состоянии окружающей среды.

В своей деятельности предприятие руководствуется следующей общепринятой нормативной документацией в области охраны окружающей среды: федеральный закон «Об охране окружающей среды», федеральный закон «Об отходах производства и потребления» и т. д [45, 46].

## 5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

К возможным ЧС природного и техногенного характера можно отнести затопление территории предприятия водой и пожар.

Наиболее вероятная чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть в серверном помещении – пожар, так как в современном оборудовании очень высокая плотность размещения элементов электронных схем, в непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода и кабели, при протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, при этом возможно оплавление изоляции и возникновение возгорания.

Меры по предупреждению ЧС:

- необходимо поддерживать оптимальную температуру (18–24 °С) и влажность (30–55 %) в помещении, используя эффективную систему вентиляции и кондиционирования;

- следует установить систему пожарной сигнализации;

- необходимо своевременно проводить ремонт серверов, вентиляции;

- необходимо правильно спроектировать серверное помещение.

Например, размещение серверов слишком близко друг к другу повышает риск перегрева;

- рабочее место администратора сервера должно постоянно содержаться в чистоте, систематически очищаться от посторонних предметов.

При подаче звукового сигнала от СОУЭ, необходимо немедленно покинуть помещение серверной и выйти из здания. После чего сообщить о пожаре в пожарную часть. По истечению 30 секунд сработает АУГПТ и ликвидирует очаг пожара. В случае, если АУГПТ по какой-то причине не сработала, нужно запустить ее вручную с пульта управления.

## 5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работнику предоставлено рабочее место с учётом специфики работы. Оно оснащено всем необходимым для выполнения своих обязанностей. Для удобства и создания комфортных условий серверное помещение оборудуется

системами отопления, кондиционирования воздуха, эффективной приточно-вытяжной вентиляцией [47].

Конструкция рабочего стола обеспечивает оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. Рабочий стол имеет пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм. Конструкция рабочего стула обеспечивает:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400–550 мм и углам наклона вперед до 15 град, и назад до 5 град [48].

Для предупреждения заболеваний, связанных с длительным пребыванием за компьютером, рациональная организация труда и отдыха нормируется в соответствии с санитарными правилами СП 2.2.3670-20 [49].

Согласно ст. 91 Трудового кодекса РФ, продолжительность рабочего времени системного администратора не превышает 40 часов в неделю и составляет 8 часов в день. Предоставляется дополнительный оплачиваемый отпуск не менее семи дней. Заработная плата составляет 25 т. руб [50].

## 5.7 Выводы по главе 5

В ходе проделанной работы был проведен анализ рабочего места системного администратора на наличие вредных и опасных производственных факторов, влияющих на здоровье и работоспособность. Согласно анализу, фактический уровень шума в помещении серверной с учетом работы всего оборудования, равный 53 дБ, превышает допустимые значения. Ввиду чего были предложены следующие мероприятия по его снижению: поместить сервера в серверный шкаф Silentium AcoustiRACK ACTIVE, применить

звукопоглощающие облицовки, в частности маты из сверхтонкого стекловолокна с оболочкой из стеклоткани.

Кроме того, были найдены нарушения в освещенности серверного помещения. Фактическое значение освещенности не соответствует установленным требованиям, поэтому был проведен расчет освещения и определена мощность осветительной установки для создания нормируемой освещенности. На основании этого принято решение об установке 4 двухламповых светильников KRK 236 HF 2×36Вт G13 IP65. Для соблюдения температурного режима и создания комфортных условий помещение оборудовано отопительной системой, приточно-вытяжной вентиляцией, кондиционером. Вдобавок к этому, в целях защиты от поражения током в помещении установлена шина заземления, к которой подключить все шкафы, рамы оборудования и прочие металлические конструкции.

Пожарная безопасность в помещении обеспечивается системами пожарной защиты (АУГПТ, СПС, наличия первичных средств тушения пожара) и организационно-техническими мероприятиями (проведение инструктажей в области пожарной безопасности).

## Заключение

В ходе выполнения работы была проанализирована нормативная и техническая документация по обеспечению пожарной безопасности в серверных помещениях. Произведён анализ действующей системы пожарной безопасности серверного помещения. Для повышения пожарной безопасности объекта был разработан проект автоматической установки газового пожаротушения модульного типа, выполненной на базе системы приборов «Роса-2SL» и модулей газового пожаротушения серии «Пламя» МГП-1-(65-60-50). Модуль газового пожаротушения устанавливается внутри защищаемого помещения. В качестве огнетушащего вещества применен Хладон 227ea. Формирование потока огнетушащего вещества на выходе из распределительного трубопровода организуется с помощью насадка типа РГС-360-1/2В-50.

Согласно СП 485.1311500.2020 по методике, разработанной и утвержденной ФГУ ВНИИПО МЧС России, была рассчитана масса газового огнетушащего вещества, количество модулей в АУГП, площадь проема для сброса избыточного давления, а также был произведен гидравлический расчет параметров трубопроводной системы.

Кроме того, был произведен расчет ущерба от возможной ЧС, которая может возникнуть в серверном помещении в результате короткого замыкания неисправной электропроводки. Согласно этому расчету, прямой ущерб, нанесенный техническому оборудованию и помещению, составит 1,03 млн. руб. Общая стоимость проекта с учетом стоимости оборудования, пусконаладочных работ и ежегодного технического обслуживания составит 0,33 млн. руб.

Таким образом, можно заключить, что стоимость внедрения АУГП меньше, чем ущерб от пожара и реализация данного проекта приведет к уменьшению ущерба в случае возникновения наиболее вероятной ЧС.

## Список использованных источников

1. МЧС России: официальный сайт. – Москва. – 2021. – URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4359846> (дата обращения: 28.01.2022). – Текст: электронный;
2. Киздермишов А.А. Проблемы пожарной безопасности в серверном помещении / Киздермишов А.А., Киздермишова С.Х. // научный журнал «Вестник АГУ». – 2016. – №4. – С. 171-173. – ISSN 2410-3225;
3. Сикорский, А. Как не сгореть в серверной. Пожарная безопасность серверной комнаты / А. Сикорский. – Текст: электронный // Cyber Republic: [сайт]. – 2021. – 30 сент. – URL: <https://timesdaily.ru/kak-ne-sgoret-v-servernoj-protivopozharnaya-bezopasnost/> (дата обращения: 06.03.2022);
4. Opozhare.ru: сборник статей: сайт. – Москва, 2021. – URL: <https://opozhare.ru/vidy/pozharotushenie-v-servernoj#prichiny-vozniknoveniya-vozgoraniy> (дата обращения: 06.03.2022). – Текст: электронный.
5. Свод правил. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: [СП 12.13130.2009]: утвержден МЧС России 25 марта 2009: введен в действие 01.05.2009. – Москва, ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 27 с. – Текст: электронный;
6. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования: [СП 485.1311500.2020]: утвержден МЧС России 31 августа 2020: введен в действие 2021-03-01. – Москва, Стандартинформ, 2020. – 119 с. – Текст: электронный;
7. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования: [СП 486.1311500.2020]:

утвержден МЧС России 20 июля 2020: введен в действие 2021-03-01. – Москва, Стандартинформ, 2020. – 110 с. – Текст: электронный;

8. Ohranivdome.net: охраны в доме нет: сайт. – Москва, 2022. – URL: <https://ohranivdome.net/pozharnaya-signalizatsiya/sredstva-pozharotusheniya/pozharotushenie-servernykh-pomeshhenijj-osobyete-trebovaniya-k-sistemam-avtomaticheskogo-pozharotusheniya.html> (дата обращения: 06.03.2022). – Текст: электронный.

9. ГОСТ Р 53280.3-2009 Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 3. Газовые огнетушащие вещества. Методы испытаний: дата введения 2009-05-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200073276> (дата обращения 28.01.2022). – Текст: электронный;

10. Киздермишов А.А. Проблемы применения автоматических систем (установок) газового пожаротушения / Киздермишов А.А., Киздермишова С.Х. // научный журнал «Вестник АГУ». – 2019. – №1. – с. 112-113. – ISSN 2410-3225;

11. ГОСТ Р 58242-2018 Слаботочные системы. Кабельные системы. Телекоммуникационные пространства и помещения. Общие положения: дата введения 2019-03-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200160878> (дата обращения 28.01.2022). – Текст: электронный;

12. РД 25 964-90 Система технического обслуживания и ремонта автоматических установок пожаротушения, дымоудаления, охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации 1991-01-01. – Москва, 2009. – 12 с. – ISBN 135-1-611-53131-2;

13. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон № 123-ФЗ: [принят Государственной думой 04 июля 2008]. – Москва, 2019. – 138 с. – ISBN 978-5-699-12014-7;

14. Российская Федерация. Законы. О пожарной безопасности: Федеральный закон № 69-ФЗ: [принят Государственной Думой 18 ноября 1994

года]. – Москва, 2017. – 124 с. – ISBN 568-3-529-11031-4;

15. ГОСТ Р 50969-96 Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний: дата введения 1997-01-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200007215> (дата обращения 28.01.2022). – Текст: электронный;

16. ГОСТ Р 53281-2009 Модули и батареи. Общие технические требования. Методы испытаний: дата введения 2010-01-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200072076> (дата обращения 28.01.2022). – Текст: электронный;

17. РД 25.953-90 Системы автоматические пожаротушения, пожарной, охранной и охранно-пожарной сигнализации. Обозначения условные графические элементов систем: дата введения 1991-01-01. – Москва, 2009. – 12 с. – ISBN 124-3-629-88631-3;

18. РД 78.145-93 Системы и комплексы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Правила производства и приемки работ: дата введения 2001-01-12. – Москва, 2008. – 11 с. – ISBN 976-1-641-68941-1;

19. Постановление Правительства Российской Федерации «О федеральном государственном пожарном надзоре»: постановление правительства № 290 [принято Правительством РФ 12.04.2012] – Текст: электронный // [consultant.ru](http://www.consultant.ru) [сайт] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_128492/19bd36e5d9b937659a8fe25e7d9265c503dfd027](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128492/19bd36e5d9b937659a8fe25e7d9265c503dfd027) (дата обращения: 28.01.2022);

20. Постановление Правительства Российской Федерации «Правила противопожарного режима в Российской Федерации»: постановление правительства № 1479. – Текст: электронный // [consultant.ru](http://www.consultant.ru) [сайт] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_363263](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263) (дата обращения: 28.01.2022);

21. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования: дата введения 1992-07-01. – URL.:

<https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения 28.01.2022). – Текст: электронный;

22. ГОСТ 12.3.046-91 Система стандартов безопасности труда. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования: дата введения 1993-01-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200003194> (дата обращения 28.01.2022). – Текст: электронный;

23. Checko.ru: Портал «Чекко»: сайт. – Юрга, 2019-2022. – URL: <https://checko.ru/company/yurgagidravlika-1024202002219> (дата обращения: 06.03.2022). – Текст: электронный;

24. Свод правил «Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре»: [СП 3.13130.2009]: утвержден приказом МЧС России от 25.03.2009: введен в действие 01.05.2009 – Текст: электронный // docs.cntd.ru [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения: 20.04.2021). – Режим доступа: свободный;

25. Копылов С.Н. Методика гидравлического расчета трубопроводов установок газового пожаротушения с применением модулей / Копылов С.Н. // ФГУ ВНИИПО МЧС России. – 2006. – Москва. – с. 42;

26. ГОСТ 8734-75 Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные. Сортамент: дата введения 1977-01-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200006715> (дата обращения 14.04.2022). – Текст: электронный;

27. ГОСТ 8732-78 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент: дата введения 1979-01-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200001512> (дата обращения 14.04.2022). – Текст: электронный.

28. Приказ. Об утверждении Методических рекомендаций по применению федеральных единичных расценок на строительные, специальные строительные, ремонтно-строительные, монтаж оборудования и

пусконаладочные работы: приказ № 519: [принят Минстрой 4 сентября 2019 года]. – Москва, 2019. – 25 с. – ISBN 983-3-112-16112-4;

29. ГОСТ 12.4.009-83 Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание: дата введения 1985-01-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200003611> (дата обращения 10.05.2022). – Текст: электронный;

30. ГОСТ Р 57974-2017 Производственные услуги. Организация проведения проверки работоспособности систем и установок противопожарной защиты зданий и сооружений. Общие требования: дата введения 2018-05-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200157753> (дата обращения 10.05.2022).

31. РД 25 964-90 Система технического обслуживания и ремонта автоматических установок пожаротушения, дымоудаления, охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации 1991-01. – Москва, 2009. – 12 с.

32. ГОСТ Р 57369-2016 Производственные услуги. Термины и определения: дата введения 2017-07-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200143242#7D20K3> (дата обращения 10.05.2022). – Текст: электронный;

33. ГОСТ Р 56936-2016 Производственные услуги. Системы безопасности технические. Этапы жизненного цикла систем. Общие требования: дата введения 2017-01-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200135533> (дата обращения 10.05.2022). – Текст: электронный;

34. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: дата введения 2017-03-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 19.05.2022). – Текст: электронный;

35. ГОСТ 12.1.003-2014 Шум. Общие требования безопасности: дата введения 2015-11-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения 19.05.2022). – Текст: электронный;

36. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / Э.М. Соколов, Е.И. Захаров, И.В. Панферова, А.В. Макеев; Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та. – Москва: Высшая школа, 2001. – 484 с. – ISBN 5-06-004171-9;

37. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: СанПиН 1.2.3685-21: официальное издание: утверждены Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 28 января 2021 г: введены в действие 29.01.2021. – Москва: Минюст России, 2021. – 1142 с. – Текст: электронный;

38. ГОСТ 12.1.002-84 Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах: дата введения 1986-01-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/5200271> (дата обращения 19.05.2022). – Текст: электронный;

39. ГОСТ Р 58242-2018 Слаботочные системы. Кабельные системы. Телекоммуникационные пространства и помещения. Общие положения: дата введения 2019-03-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/1200160878> (дата обращения 19.05.2022). – Текст: электронный;

40. Свод правил. Естественное и искусственное освещение: [СП 52.13330.2016]: утвержден МЧС России 8 мая 2017 г.: введен в действие 2017-05-08. – Москва, Стандартинформ, 2017. – 67 с. – Текст: электронный;

41. ГОСТ 12.1.038-82 Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов: дата введения 1983-07-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения 19.05.2022). – Текст: электронный;

42. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования: дата введения 1992-07-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения 19.05.2022). – Текст: электронный;

43. Епифанов И. К. Эколого-экономические аспекты оценки воздействия электромагнитного излучения на окружающую среду / Епифанов И.К., Яременко А. В. // научный журнал «Вестник АГУ». – 2010. – №1. – с. 44-51. – ISSN 1230-3527;

44. Specialteh.ru: ООО «ПОЖТЕХНИКА»: сайт. – Москва, 2009. – URL: [http://specialteh.ru/docs/Sravnenie\\_Novec\\_s\\_227Ea.pdf](http://specialteh.ru/docs/Sravnenie_Novec_s_227Ea.pdf) (дата обращения: 19.05.2022). – Текст: электронный;

45. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды: Федеральный закон № 7-ФЗ: [принят Государственной думой 20 декабря 2001 года]. – Москва, 2002. – 112 с. – ISBN 965-4-619-61014-4;

46. Российская Федерация. Законы. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон № 89-ФЗ: [принят Государственной думой 22 мая 1998 года]. – Москва, 1998. – 135 с. – ISBN 895-4-919-25014-3;

47. Приказ. Общие требования к организации безопасного рабочего места: приказ № 774н: [принят Минтруда 29 октября 2021 года]. – Москва, 2021. – 5 с. – ISBN 523-2-125-13411-3;

48. ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования: дата введения 1979-01-01. – <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 19.05.2022). – Текст: электронный;

49. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда: СП 2.2.3670-20: официальное издание: постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 02.12.2020: введены в действие 03.12.2020. – Москва: Минюст России, 2020. – 685 с.– Текст: электронный;

50. Российская Федерация. Законы. Трудовой кодекс Российской Федерации: Федеральный закон № 197-ФЗ: [принят Государственной думой 21 декабря 2001 года]. – Москва, 2001. – 97 с. – ISBN 975-3-789-25414-4.

# Приложение А

(обязательное)

## Технологический модуль пожаротушения

