

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Противопожарная защита серверных помещений с применением системы автоматического пожаротушения без вторичного ущерба для электроники

Обучающийся

А.Н. Кузьменко

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Резникова

(учёная степень (при наличии), учёное звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фреze

(учёная степень (при наличии), учёное звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

## Аннотация

Тема работы: «Противопожарная защита серверных помещений с применением системы автоматического пожаротушения без вторичного ущерба для электроники».

В разделе «Анализ объекта защиты» представлена общая характеристика объекта защиты и имеющиеся системы противопожарной защиты.

В разделе «Анализ противопожарной защиты серверных помещений» представлены требования к серверным помещениям и особенности тушения пожаров в серверных помещениях.

В разделе «Анализ противопожарной защиты серверного помещения» представлено понятие «вторичного ущерба»; выполнен анализ имеющихся на объекте средств противопожарной защиты и выявлены имеющиеся недостатки.

В разделе «Разработка мероприятий по повышению эффективности противопожарной защиты серверного помещения» предлагаются технические мероприятия направленные на повышение эффективности противопожарной защиты электроники серверных помещений.

В разделе «Охрана труда» производится оценка уровней профессионального риска на рабочих местах предприятия.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» определена антропогенная нагрузка предприятия на окружающую среду и оформлены результаты производственного экологического контроля по предприятию.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» выполнена оценка эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Объем работы составляет 63 страницы, 17 таблицы, 3 рисунка.

## Содержание

Введение .....	4
Термины и определения .....	6
Перечень сокращений и обозначений .....	8
1 Анализ объекта защиты .....	9
2 Анализ противопожарной защиты серверных помещений .....	13
3. Анализ противопожарной защиты серверного помещения.....	21
4 Разработка мероприятий по повышению эффективности противопожарной защиты серверного помещения .....	27
5 Охрана труда .....	35
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	42
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....	48
Заключение .....	56
Список используемых источников .....	60

## Введение

Пожар – один из наиболее недооцениваемых рисков. Пожар может вспыхнуть где угодно – важно, насколько быстро его можно обнаружить и потушить.

Формальное внедрение защитных мер не будет эффективным, если эти меры не работают. Например, установка самой дорогой автоматической системы пожаротушения не даст результатов, если устройство неисправно.

Персонал, ответственный за противопожарную защиту, должен быть в курсе изменений в здании, таких как модернизация и реновация, для поддержания прогнозируемых технических характеристик зданий в отношении противопожарной защиты.

Кроме того, необходимо поддерживать хорошее рабочее состояние всего установленного оборудования, которое позволяет функционировать разработанной системе противопожарной защиты.

Также следует предусмотреть потерю критически важного оборудования в результате пожара, особенно в тех случаях, когда прерывание работы недопустимо или, когда время замены оборудования превышает допустимый период перерыва в работе. Стратегия противопожарной защиты компьютерных залов должна быть сформулирована после определения плана аварийного восстановления или в сочетании с выбором такого плана. Небольшие оплошности могут обернуться экономической катастрофой.

Цель исследования – предложить к внедрению системы автоматического пожаротушения без вторичного ущерба для защиты электроники серверных помещений.

Задачи:

- описать общую характеристику объекта защиты;
- описать имеющиеся системы противопожарной защиты;
- определить требования к серверным помещениям и категориям серверных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности;

- провести анализ особенности тушения пожаров в серверных помещениях;
- определить понятие «вторичного ущерба» для серверных помещений;
- провести анализ имеющихся на объекте средств противопожарной защиты и выявить имеющиеся недостатки;
- проанализировать возможные мероприятия, направленные на повышение эффективности противопожарной защиты электроники серверных помещений;
- произвести оценку уровней профессионального риска на рабочих местах предприятия;
- определить антропогенную нагрузку предприятия на окружающую среду;
- оформить результаты производственного экологического контроля по предприятию;
- выполнить оценку эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## Термины и определения

В настоящей работе применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Объект защиты – «продукция, в том числе имущество граждан или юридических лиц, государственное или муниципальное имущество (включая объекты, расположенные на территориях населённых пунктов, а также здания, сооружения, транспортные средства, технологические установки, оборудование, агрегаты, изделия и иное имущество), к которой установлены или должны быть установлены требования пожарной безопасности для предотвращения пожара и защиты людей при пожаре» [17].

Огнетушащее вещество – «вещество, обладающее физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения» [15].

Ороситель – «устройство, предназначенное для распределения струй огнетушащего вещества в жидкой фазе по защищаемой площади» [14].

Охрана труда – «вид деятельности, неотъемлемый элемент трудовой и производственной деятельности, направленный на сохранение трудоспособности наёмного работника и иных приравнённых к ним лиц; и представляющий из себя систему правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий» [19].

Оценка воздействия на окружающую среду – «вид деятельности по выявлению, анализу и учёту прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности её осуществления» [7].

Оценка профессиональных рисков – это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий [19].

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [17].

Распределительный трубопровод – «трубопровод, на котором смонтированы оросители, распылители или насадки» [17].

Система обеспечения пожарной безопасности – совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами [17].

Система предотвращения пожара – «комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность возникновения пожара на объекте защиты» [17].

Степень огнестойкости зданий, сооружений – «классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая пределами огнестойкости конструкций, применяемых для строительства указанных зданий, сооружений и отсеков» [17].

Установка пожаротушения спринклерная – «установка пожаротушения спринклерная, трубопроводы которой заполнены водой (водным раствором)» [17].

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения и обозначения:

АБС – акрилонитрилбутадиенстирол.

АУГПТ (АГПТ) – автоматическая установка газового пожаротушения.

ГОТВ – газовое огнетушащее вещество.

ГЦК – главный центр коммутации.

ИБП – источник бесперебойного питания.

ИКТ – информационно-коммуникационные технологии.

ИТ – информационные технологии.

КСИД – клапан сброса избыточного давления.

ОРО – объект размещения отходов.

СКС – структурированная кабельная система.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ЦОД – центр обработки данных.

GWP – потенциал глобального потепления.

MPO (Multi-Fiber Push-On) - это первое поколение многожильных оптоволоконных соединителей.

ODP – потенциал разложения озона.

UCP – (Universal Connectivity Platform) универсальная платформа подключения.

## **1 Анализ объекта защиты**

Здание объекта является административным зданием.

Степень огнестойкости здания – II.

Класс конструктивной пожарной опасности – С0.

Класс функциональной пожарной опасности (глава 9, статьи 32 ФЗ №123) – Ф 4.3.

Конструкция строения состоит из несущих внутренних стен, толщиной 240 и 300 мм и расположенных с шагом 3 м и 7,07 м; а также несущих наружных стен вдоль продольных фасадов, толщиной 240 мм. Перекрытия здания выполнены из монолитного железобетона толщиной 160 мм.

Пожарная нагрузка представлена в административной части здания в основном в виде офисной мебели, в серверном помещении – кабели электроснабжения и электронное оборудование.

Наружное пожаротушение предусмотрено от двух существующих гидрантов, расположенного на кольцевой сети совмещённого городского водопровода диаметром 200 мм на расстоянии до 20-30 м от здания.

Коммунальные и инженерные сети здания запитаны от центрального снабжения городских коммунальных систем и сетей электроснабжения.

В здании установлена пожарная сигнализация. Во всех помещениях и коридорах установлено не менее двух дымовых пожарных извещателей.

Объект исследования – центр обработки данных с серверными помещениями и структурированной кабельной системой.

Структурированная кабельная система (СКС) предназначена для обеспечения помещений слаботочной кабельной инфраструктурой, на основе которой строится информационная локальная сеть для взаимодействия пользовательского, серверного и коммутационного оборудования.

В помещении серверной используется оборудование компании CommScore. Структурированная кабельная система состоит из претерминированных оптических и медножильных компонентов. Модульные

оптические и медножильные компоненты с высокой плотностью монтажа обеспечивают характеристики, превосходящие требования стандартов СКС. Применение кабельной системы MPO ускоряет ввод в эксплуатацию нового ЦОД, а также обеспечивает более эффективное управление процессами администрирования и модификации архитектуры ЦОД. Компоненты пригодны для повторного использования, не содержат свинца и прочих опасных для здоровья веществ и поддерживают энергосберегающие технологии.

Система Universal Connectivity Platform (UCP) базируется на модульных конструктивах с универсальным посадочным местом для установки «медных» и оптических портов. Система UCP облегчает модернизацию сетевой архитектуры ЦОД и внедрение более скоростных приложений 40 GbE и 100 GbE. Система UCP призвана обеспечить возможность развития и трансформации бизнеса организации за счёт применения модульной коммутационной платформы. В основу UCP положена взаимозаменяемость модульных компонентов кабельной системы, будь то «медь» или «оптика». Система UCP рассчитана на поддержку любых приложений, применяемых в ЦОД.

В системе UCP используется единый размер посадочного места, что обеспечивает полную взаимозаменяемость модулей, устанавливаемых как внутри, так и снаружи монтажных шкафов. UCP способствует планомерному переходу от приложений 1 GbE к приложениям 100 GbE, вне зависимости от типа среды передачи или архитектуры кабельной системы ЦОД.

Структурированная кабельная система представляет собой физическую среду передачи информации в рамках локальной информационной системы объекта.

СКС обеспечивает функционирование следующих систем:

- локальной вычислительной сети;
- системы телефонной связи;
- сетей управления и сигнализации.

СКС имеет в своём составе 234 телекоммуникационных точек рабочих мест.

Объём помещений СКС располагается на одном этаже (длина горизонтального кабеля до самой дальней рабочей точки соединения не превышает 90 м). Все активное и пассивное оборудование СКС размещается в помещении серверной – центре коммутации СКС. Состав и функциональное назначение СКС: рабочее место содержит две информационных розетки для компьютера и телефона, соответственно, а также как минимум одну резервную информационную розетку для каждого рабочего места. Главный центр коммутации (ГЦК) состоит из двух монтажных шкафа высотой 42U с горизонтальным посадочным размером 19", в котором размещаются:

- активное оборудование;
- коммутационные панели RIT Smart UTP 48, 110;
- кабельные организаторы Brush;
- источник бесперебойного питания;
- блоки электророзеток.

Розетки установлены на высоте 300 мм от уровня чистого пола либо в лючках.

От каждого информационного разъёма к коммутационным панелям проложены кабели (медный неэкранированный симметричный (витая пара) Cat.5e).

Разводка СКС выполнена кабелем UTP 4×2×0,5. К телевизионным розеткам проложен коаксиальный кабель SAT 703. Между HDMI розетками в помещениях прокладывается HDMI кабель заводского исполнения. Кабели проложены скрыто под фальшполом в металлическом лотке и гофрированной ПВХ трубе Ø32. Подъёмы по стенам выполнены в штробах в гофрированной ПВХ трубе.

Трассы проложены, в соответствии с планом расположения оборудования и кабельных трасс и заводятся в подрозетник или монтажную коробку лючка. При монтаже кабеля оставлен запас 2 м в каждой точке с

настенными розетками, 5 м – для каждого лючка. В помещении серверной оставлен запас кабеля 10 м для возможности установить телекоммуникационный шкаф в любой точке помещения.

При прокладке кабелей выполнены следующие требования:

- все кабели промаркированы в соответствии с кабельным журналом. Маркировочные надписи произведены черным маркером на каждом конце кабеля чётко и разборчиво;
- гофрошланги крепятся к перегородкам пластмассовыми клипсами. Расстояние между местами крепления не превышает 300 мм. Не допускается крепления элементов кабельной сети к конструкциям фальшпотолка;
- прокладка в одном гофрошланге совместно силовых и слаботочных кабелей не допускается;
- кабели уложены только целиковые. Нарращивание кабелей не допускается.

Вывод по разделу.

В разделе представлена общая характеристика объекта защиты и имеющиеся системы противопожарной защиты.

Объектом исследования является центр обработки данных с серверными помещениями и структурированной кабельной системой, при этом в помещении серверной используется оборудование компании CommScore.

На исследуемом объекте обеспечивается функционирование следующих систем: локальной вычислительной сети; системы телефонной связи; сетей управления и сигнализации.

Объем помещений СКС располагается на одном этаже (длина горизонтального кабеля до самой дальней рабочей точки соединения не превышает 90 м). Все активное и пассивное оборудование СКС размещается в помещении серверной – центре коммутации СКС.

## 2 Анализ противопожарной защиты серверных помещений

Учитывая, что вопрос противопожарной защиты в серверных помещениях и помещениях обработки данных конкретно не рассматривается во многих национальных нормативных актах [8].

Серверное помещение относится к категории В2 по взрывопожарной и пожарной опасности.

Электрическое управляющее оборудование, такое как системы распределения электроэнергии или кондиционирования, а также ИБП мощностью до 100 кВА должно быть разрешено использовать в серверных помещениях и помещениях обработки данных, за исключением аккумуляторов с залитыми элементами. ИБП мощностью более 100 кВА и любые ИБП, содержащие аккумуляторы с залитыми элементами питания, должны располагаться в отдельном помещении.

Оборудование, не относящееся к обслуживанию серверных помещений и помещениях обработки данных (например, трубопроводы [13], воздухопроводы, пневматические трубки), не должно устанавливаться в помещении, проходить через него [2].

ИБП, использующие батареи с регулируемым клапаном, выделяют газы (водород и кислород), когда внутреннее давление превышает определённый уровень. При попадании водорода и кислорода в аккумуляторное отделение может образоваться взрывоопасная смесь, если концентрация водорода в воздухе превышает 4% по объёму. Аккумуляторные отделения должны вентилироваться таким образом, чтобы концентрация водорода всегда была ниже этого уровня, если таковая имеется. Общее помещение с вентиляцией было бы неблагоприятным с точки зрения пожаротушения (системы пожаротушения на основе газа требуют герметичных помещений).

Хотя вероятность возникновения пожара в электронном оборудовании (серверах, блоках хранения) очень мала из-за низких токов и величины энергии для возникновения пожара от короткого замыкания, а также

небольшого количества горючих материалов внутри оборудования, риск может быть значительным, учитывая, что ИТ-оборудование стало жизненно важным и обычным инструментом для бизнеса, промышленности, правительства и исследовательских групп.

Для серверных помещений рекомендуются меры (технические и организационные) по предотвращению распространения огня и обеспечению достаточного оповещения о пожаре и эффективного тушения пожара. Поэтому рекомендуются следующие меры:

- а) строительные мероприятия:
  - 1) помещение с ИТ-оборудованием должно быть отделено от других помещений в зоне с ИТ-оборудованием огнестойкой конструкцией (не менее чем на 1 час),
  - 2) каждое отверстие в огнестойкой конструкции должно быть заполнено нормируемым пределом огнестойкого материала для ограничения распространения огня и перемещения дыма с одной стороны огнестойкой конструкции на другую,
  - 3) должны использоваться негорючие материалы;
- б) установка систем автоматического обнаружения пожара и пожарной сигнализации:
  - 4) для обеспечения раннего предупреждения о пожаре должно быть установлено оборудование автоматического обнаружения. Используемое оборудование должно представлять собой систему обнаружения дыма,
  - 5) аварийные сигналы автоматического обнаружения или пожаротушения должны подаваться на рабочее место с постоянным нахождением работника;
- в) установка автоматических систем противопожарной защиты:
  - б) там, где существует острая необходимость защитить обрабатываемые данные, уменьшить повреждения оборудования и облегчить возврат в эксплуатацию, следует

рассмотреть возможность использования системы газового пожаротушения внутри блоков или систем газового пожаротушения полного заполнения.

Эффективная система пожаротушения должна включать системы газового пожаротушения внутри блоков и систему предварительного газового пожаротушения полного заполнения окружающего пространства серверного помещения. Системы газового пожаротушения более безопасны для оборудования в случае разряда. Существует определённая обеспокоенность по поводу использования воды для обработки чувствительного электронного оборудования, в то время как оборудование в помещении, подвергшемся выбросу газа, часто может быть подключено к сети вскоре после очистки помещения.

Газовые системы, однако, одноразовые. Если пожар не потушен при первом разряде, второй возможности не будет. Газовую систему нельзя использовать повторно, пока она не будет перезаряжена или подключена к резервному источнику. Системы водоснабжения могут продолжать бороться с пожаром до тех пор, пока он не будет потушен. Хотя система водоснабжения с большей вероятностью повредит оборудование, она также является лучшим средством защиты конструкции здания.

Системы пожаротушения являются обязательными для использования владельцами зданий или арендаторами. Системы водоснабжения также настоятельно рекомендуются в помещениях с высоким уровнем использования или хранения горючих материалов. Решение о том, какие средства пожаротушения использовать, должно учитывать множество факторов, включая критичность функционирования центра обработки данных.

Для реализации эффективной системы газового тушения в помещении требуется хорошая герметизация помещения, позволяющая достичь эффективной концентрации и поддерживать её достаточно долго для тушения пожара.

Рекомендуется автоматически отключать электронное оборудование, а

также оборудование отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в случае срабатывания какой-либо системы пожаротушения, хотя причины этого различаются для систем на водной основе и газовых систем пожаротушения. Электронное оборудование часто можно спасти после контакта с водой, если оно было обесточено до контакта. В системах водяного пожаротушения автоматическое отключение электроснабжения рекомендуется в первую очередь для спасения оборудования. В случае газовых систем пожаротушения проблема заключается в том, что из-за искрения может вновь возникнуть пожар после рассеивания газового огнетушащего состава. Однако, в любом случае, решение о включении автоматического отключения в конечном итоге остаётся за владельцем, который может решить, что непрерывность работы перевешивает любую из этих проблем.

Рассмотрим организационные меры обеспечения пожарной безопасности серверных помещений.

Персонал, предназначенный для работы с ИТ-оборудованием, должен постоянно обучаться функционированию системы сигнализации, желаемому реагированию на аварийные ситуации, расположению всего аварийного оборудования и инструментов, а также использованию всех имеющихся средств пожаротушения. Этот тренинг должен охватывать возможности и ограничения каждого доступного типа огнетушителя, а также процедуры эксплуатации систем пожаротушения.

Для защиты электронного оборудования должны быть предусмотрены перечисленные переносные огнетушители типа углекислого газа или галогенированного агента. Рядом с каждым переносным огнетушителем должен быть установлен знак, чётко указывающий тип пожара, для которого он предназначен.

Должны быть утверждённый руководством письменный, датированный и ежегодно проверяемый план тушения пожара, план устранения ущерба и процедуры восстановления для продолжения эксплуатации.

«Косвенный (иногда встречается понятие – вторичный) ущерб в пожаротушении – дополнительные повреждения и потери, которые могут возникать в процессе тушения пожара. Он может быть вызван самими мероприятиями по пожаротушению, такими как использование воды или огнетушащих веществ» [3].

Всякий раз, когда электронное оборудование или записи любого типа намокают, задымляются или иным образом повреждаются в результате пожара или другой чрезвычайной ситуации, крайне важно немедленно принять меры по очистке и сушке электронного оборудования. Если допустить, чтобы вода, дым или другие загрязнения оставались в оборудовании дольше, чем это абсолютно необходимо, ущерб может быть значительно увеличен.

Основной ущерб электронному оборудованию наносит дым, содержащий едкие побочные продукты горения хлоридов и серы. Воздействие дыма во время пожара в течение относительно короткого периода времени не наносит непосредственного ущерба. Однако твёрдые частицы, оставшиеся после рассеивания дыма, содержат активный побочный продукт, который вызывает коррозию металлических поверхностей в присутствии влаги и кислорода.8

Наиболее важным активом, который необходимо сохранить после потери, являются корпоративные медиа (база данных компании). При попытке работы с неочищенными носителями возможно серьёзное повреждение головок чтения и записи на диск. Повреждения, вызванные частицами на поверхности диска, приведут не только к повреждению накопителя, но и к потере данных.

ИТ-оборудование и материалы для записи и хранения данных могут быть повреждены при длительном воздействии повышенных температур окружающей среды. Степень такого повреждения зависит от воздействия, конструкции оборудования и состава материалов для записи и хранения данных. Ниже приведены рекомендации, касающиеся поддержания высоких

температур окружающей среды:

- повреждение функционирующего информационно-технологического оборудования может начаться при постоянной температуре окружающей среды 79,4 °С, причём степень повреждения увеличивается с дальнейшим повышением температуры окружающей среды и времени воздействия;
- повреждение носителей информации может начаться при постоянной температуре окружающей среды выше 37,8 °С. Повреждения, возникшие при температуре от 37,8 °С до 48,9 °С, как правило, могут быть успешно устранены, в то время как вероятность успешного восстановления быстро снижается при устойчивом повышении температуры окружающей среды выше 48,9 °С;
- повреждение дисковых носителей может начаться при постоянной температуре окружающей среды выше 65,6 °С, причём степень повреждения быстро возрастает с дальнейшим повышением постоянной температуры окружающей среды;
- повреждение бумажных изделий, включая перфокарты, может начаться при постоянной температуре окружающей среды 176,7 °С;
- повреждение микрофильмов может начаться при постоянной температуре окружающей среды 107,2 °С в присутствии пара или при температуре 260 °С в отсутствие пара.

Распространённым заблуждением является то, что электронное оборудование, подвергнутое воздействию воды, необратимо повреждается. Воду, которая разбрызгивается или капает на электронное оборудование, можно легко удалить. Даже оборудование, которое было полностью затоплено, может быть восстановлено. Однако в каждом случае повреждения водой необходимы немедленные контрмеры. Наиболее важно отключить все электрическое питание оборудования.

Системы автоматического пожаротушения, предоставляемые в серверных помещениях, должны выбираться с должным учётом защищаемых

опасностей и воздействия огнетушащего вещества на находящееся под напряжением оборудование информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) или на незащищённые службы экстренного реагирования, выполняющие функции отключения питания.

Системы обнаружения и приведения в действие следует периодически проверять, чтобы избежать нежелательных срабатываний автоматических систем пожаротушения. Случайный выброс огнетушащих веществ может привести к повреждению оборудования или опасности для персонала.

Средства пожаротушения не должны наносить серьёзного ущерба ИКТ-оборудованию. Средства пожаротушения, такие как средства, содержащие сухие химические вещества или агрессивные влажные вещества в стационарных системах, не должны использоваться в помещениях, где находится оборудование ИКТ.

От отдельных серверных шкафов до комплексных решений для помещений системы пожаротушения углекислым газом надёжны, недороги и не оставляют следов. До настоящего времени не было найдено альтернативы системам пожаротушения CO<sub>2</sub> для противопожарной защиты серверных и электрических помещений. Следует отметить, что концентрация углекислого газа, выделяемого системой пожаротушения, находится на уровне, который опасен для дыхания человека. Поэтому помещения должны быть эвакуированы до начала работы.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что серверные помещения являются важным, чувствительным элементом. Здесь данные, имеющие большое значение для функционирования бизнеса, сохраняются, управляются и передаются через сеть. Следовательно, необратимое уничтожение данных, например, из-за пожара, имеет далеко идущие последствия для временной работы подразделения или даже для всего предприятия.

Недостаточное охлаждение может привести к перегреву технического оборудования в серверных помещениях и вызвать такие дефекты, как короткое

замыкание. Это может привести к пожару, и даже небольшие пожары в серверных помещениях часто могут привести к существенному ущербу, вплоть до полной потери данных.

В помещении должна быть соответствующая система пожаротушения (настоятельно рекомендуется система типа «предварительное срабатывание»). Помещение должно иметь противопожарные ограждения (стены, перегородки и перекрытия), если кабельные системы и системы охлаждения объединены в одном помещении над потолком или под полом.

Помещения ИКТ, содержащие активное оборудование, никогда не должны использоваться в качестве складских помещений. Для хранения оборудования ИКТ должны использоваться только помещения, обозначенные как складские помещения. Легковоспламеняющиеся материалы не должны храниться в помещениях, примыкающих к помещениям ИКТ.

### **3 Анализ противопожарной защиты серверного помещения**

Существующая автоматическая система газового пожаротушения морально и технически устарела.

Рассмотрим варианты существующих систем противопожарной защиты серверного помещения.

Установки серверных помещений и помещений обработки данных при тушении пожара водой, или огнетушащими веществами на основе воды могут быть подвергнуты воздействию вторичного ущерба:

- экономический ущерб от потери функциональности или записей;
- экономический ущерб от утраты работоспособности оборудования;
- ущерб от перерыва в работе.

Газ является самым «чистым» для электронных компонентов огнетушащим веществом, поскольку многие системы газового пожаротушения способны тушить пожары, не оставляя никаких следов. Огнетушащие газы, такие как диоксид углерода и азот, не оказывают влияния на функцию защиты защищаемых объектов. Даже после применения таких газов такие системы, как, например, ИТ-инфраструктура, остаются полностью функциональными. Для тушения доступны различные газы с целым рядом различных свойств. Правильный выбор газа зависит от области применения, для которой он требуется.

Преимущества:

- тушение без остатка, без нанесения ущерба;
- очень хороший эффект пожаротушения даже в помещениях со скрытой пожарной нагрузкой;
- используется огнетушащее вещество, не проводящее электричество;
- после эксплуатации система быстро готова к повторному использованию;
- климатически нейтральное огнетушащее вещество.

Системы пожаротушения инертным газом работают за счёт вытеснения

кислорода, присутствующего в помещении. Они используются в случаях, когда тушение водой, пеной или порошком может привести к значительному повреждению защищаемых объектов. Наиболее распространёнными областями применения являются ИТ, серверные и электрические диспетчерские. Но они также могут использоваться для защиты уникальных культурных ценностей в музеях или библиотеках.

Области применения:

- помещения управления ИТ, серверами и электрооборудованием;
- музеи, библиотеки;
- архивы.

Автоматическая установка газового пожаротушения предназначена для:

- обнаружения возникновения места возгорания и (или) задымления;
- передачи сообщения о вышеуказанных ситуациях на пульт и на пост пожарной охраны, на котором организовано круглосуточное дежурство [16];
- выдачи сигнала на запуск системы оповещения о пожаре;
- выпуск огнетушащего вещества в защищаемое помещение.

Защите автоматической установкой газового пожаротушения подлежит помещение серверной. Характеристики защищаемого помещения приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики защищаемого помещения

Номер направления	Наименование помещения	Высота помещения, м	Площадь помещения, м <sup>2</sup>	Объем помещения, м <sup>3</sup>
1	Помещение 6Б	3,4	72	184,2

В качестве огнетушащего вещества для защищаемых помещений принят 3М NOVEC 1230. В установках с газовым огнетушащим веществом (ГОТВ) ФК-5-1-12 (3М NOVEC 1230) реализован объёмный метод тушения пожаров, основанный на эффекте охлаждения.

Установка газового пожаротушения принята модульного типа, с хранением газового огнетушащего состава в отдельных модулях. Модули с основным и резервным запасом ГОТВ располагаются в защищаемом помещении.

Хранение расчётного и резервного запасов ГОТВ предусматривается в баллонах ёмкостью 120 л модулей газового пожаротушения МПТХ 65-120-33.

ГОТВ доставляется в защищаемое помещение посредством разводки трубопроводных систем. Магистральные и распределительные трубопроводы приняты из стальных труб по ГОСТ 8734-75 на рабочее давление 6 МПа со сварными соединениями.

Для выпуска и равномерного распределения газа по помещению под перекрытием и под фальшполом расположены выпускные насадки. Окраска насадков не допускается.

Расчётное количество (масса) ГОТВ в установке рассчитано на ликвидацию пожара в защищаемом помещении путём создания заданной огнетушащей концентрации при следующих условиях:

- плотного закрытия проёмов и дверей (при их наличии);
- оснащения дверей блокирующим устройством, позволяющим фиксировать их в положении «Закрыто»;
- обеспечения закрытия дверей на время не менее 20 минут после выпуска огнетушащего вещества.

Для подачи огнетушащего вещества предусмотрены следующие способы пуска установки:

- автоматический – от автоматических пожарных извещателей;
- дистанционный – от извещателя пожарного ручного, устанавливаемого у входа в защищаемое помещение.

Для сброса избыточного давления огнетушащего газа, в защищаемом помещении предусмотрен КСИД (клапан сброса избыточного давления).

Расчёт массы ГОТВ, а также других параметров установки осуществлён в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 [14] основные результаты расчётов

сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчёт массы ГОТВ, а также других параметров установки

Наименование защищаемых помещений	Объем, м <sup>3</sup>	Нормативная огнетушащая концентрация,	Время тушения, сек	Насадки		Масса ГОТВ, кг			Модули			
				Тип	Кол.	Расчетная	Фактическая	Резерв	Основные		Резерв	
									Тип	Кол.	Тип.	Кол.
Помещение сервера	184	4,2	10	11-1/2"-А	4	111	117	117	МПТХ 65-120-33	1	МПТХ 65-120-33	1

В качестве огнетушащего вещества для защищаемых помещений принят газ ФК-5-1-12 (NOVEC 1230). В установках с газовым огнетушащим веществом (ГОТВ) ФК-5-1-12 (NOVEC 1230) реализован метод тушения пожаров, основанный на способности этого вещества замедлять процессы горения вплоть до полного их затухания. Под воздействием высокой температуры молекулы ГОТВ распадаются и вступают в химическую реакцию с продуктами горения, останавливая цепную реакцию возгорания и ингибируя (подавляя) процесс горения [1].

Установка АУГПТ принята модульного типа, с хранением газового огнетушащего состава в отдельных модулях.

Модули с основным и резервным запасом ГОТВ располагаются в помещении «Станции пожаротушения». В целях обеспечения требований техники безопасности при монтаже и эксплуатации модулей, необходимо провести их крепление. Крепление модулей осуществляется к стойке с помощью кронштейнов баллонов [4].

Хранение расчётного и резервного запасов ГОТВ предусматривается в баллонах ёмкостью 180 л модулей газового пожаротушения МПА-KD (50-180-50).

В случае срабатывания сигнализации об утечке газового огнетушащего состава вход и осмотр защищаемых помещений после выпуска газа следует

производить только при использовании аппаратов для защиты органов дыхания изолирующего типа. Количество лиц, осматривающих помещение, должно быть не менее 3 человек.

Удаление газа и продуктов горения из защищаемого помещения производится через 20 минут после ликвидации пожара с предварительным контролем внутренних условий и обстановки с помощью технических средств (температура, загазованность) В качестве приточной и вытяжной установки для удаления продуктов газового пожаротушения допускается использование системы общеобменной вентиляции, при условии, что в режиме газоудаления вентиляционные установки будут работать только на помещение, где произошло возгорание с последующим тушением. Для того чтобы установки П-1 и В-1 могли работать в качестве системы газоудаления, на воздуховоды, обслуживающие помещения машинных залов устанавливаются противопожарные клапана двойного действия с пределом огнестойкости Е60. Организация притока в помещения машинных залов производится в верхние зоны. Забор воздуха производится из верхней зоны (30 %), а также из нижней зоны помещения (70 %) через решётки и воздуховоды, защищённые сеткой с ячейкой 20×20 см. Для обеспечения расхода воздуха в соответствующих пропорциях каждое воздухораспределительное устройство оснащено регулятором расхода воздуха [5].

На случай возгорания система вентиляции в помещении сопряжена с работой устройств противопожарной защиты и имеет возможность ручного включения системы удаления продуктов газового пожаротушения после тушения пожара средствами АГПТ.

Выводы по разделу.

В разделе предлагаются технические мероприятия направленные на повышение эффективности противопожарной защиты электроники серверных помещений.

Установлено, что установки серверных помещений и помещений обработки данных при тушении пожара водой, или огнетушащими

веществами на основе воды могут быть подвергнуты воздействию вторичного ущерба:

- экономический ущерб от потери функциональности или записей;
- экономический ущерб от утраты работоспособности оборудования;
- ущерб от перерыва в работе.

Компактная система пожаротушения с огнетушащим веществом Noves™ 1230 от ЗМ™ надёжно и автоматически обеспечивает круглосуточную защиту систем обработки данных и электронного управления.

Принцип пожаротушения газовой установки состоит в том, что при возникновении пожара в защищаемое помещение подаётся огнетушащий состав, который, создавая в помещении среду с пониженным содержанием кислорода, прекращает процесс горения.

Особым преимуществом системы является короткое время доступа. Компоненты системы, такие как баллоны с огнетушащим веществом и система управления, а также огнетушащая форсунка, аварийная сирена и проблесковый маячок, могут быть установлены в одном предварительно собранном системном шкафу. Система может быть установлена компактным образом с минимальными затратами на сборку и монтаж, как внутри защищаемого помещения, так и рядом с ним.

#### **4 Разработка мероприятий по повышению эффективности противопожарной защиты серверного помещения**

В системах газового пожаротушения защищаемая зона покрыта сетью негерметичных трубопроводов с открытыми огнетушащими форсунками. Процесс тушения может быть активирован либо автоматически (с использованием новейших систем обнаружения и управления пожаром), либо вручную. При активации огнетушащий газ выходит из форсунок под высоким давлением, равномерно распределяется по помещению в течение нескольких секунд и тушит пожар, не причиняя никакого ущерба. Чтобы обеспечить эвакуацию людей из опасной зоны, процесс тушения начинается только по истечении периода предупреждения. В то же время все существующие вентиляторы и системы кондиционирования воздуха могут быть автоматически выключены, а вентиляционные заслонки и дверцы закрыты. Это предотвращает приток кислорода и утечку огнетушащего газа.

Кроме того, также доступна специально разработанная Argotec CST технология контролируемого тушения. Системы пожаротушения характеризуются способностью подавать соответствующий огнетушащий раствор контролируемым и точным способом [18].

Рассмотрим систему пожаротушения MX 1230.

Типичным применением системы является защита закрытых 19-дюймовых распределительных шкафов. Это, например, включает в себя:

- ИТ, серверные и сетевых технологических помещений;
- автоматизированных систем производственного контроля;
- телекоммуникационное оборудование;
- системы электроснабжения и управления.

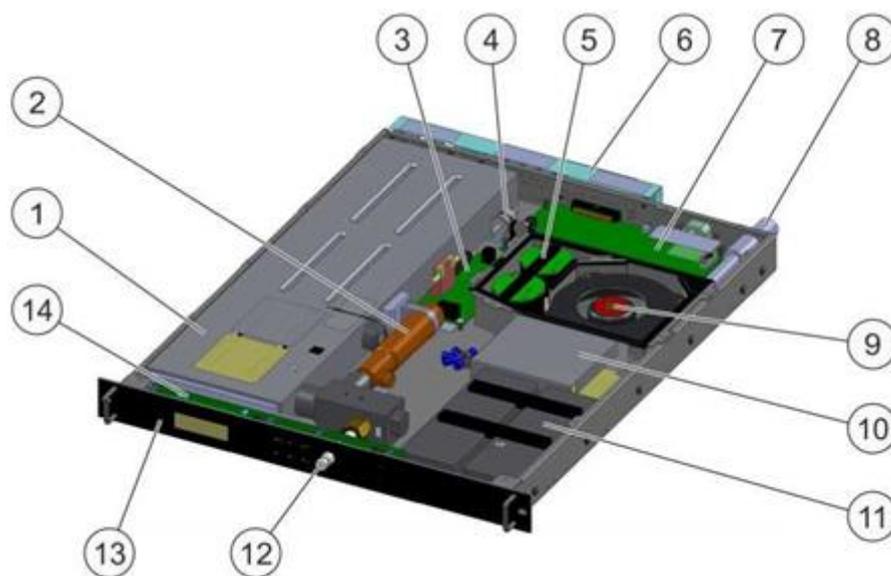
Основная система активного пожаротушения, предназначенная для установки в закрытых распределительных шкафах, представляет собой автономное компактное устройство, разработанное для обнаружения и тушения пожаров.

Noves™ 1230 by 3<sup>MTM</sup> используется в качестве огнетушащего вещества, которое испаряется из выпускного патрубка и равномерно распределяется по зоне тушения. Это тушит пожар, извлекая тепловую энергию из пламени.

Обнаружение пожара происходит с помощью двух пожарных извещателей.

Сигналы тревоги и сбои могут передаваться в вышестоящее подразделение (систему управления зданием или место постоянного присутствия персонала) через беспотенциальные контакты или через систему мониторинга СМС (продукт Rittal).

Структура системы MX 1230 изображена на рисунке 1.



- 1 – Резервуар (ёмкость для огнетушащего вещества) с устройством контроля уровня заполнения и выпуска; 2 – Пиропатрон; 3 – Интерфейс детектора;
- 4 – Фильтр для контроля расхода воздуха; 5 – Пожарный извещатель;
- 6 – Соединительная планка (плата технологии подключения / плата сетевого интерфейса); 7 – Плата управления CPU3; 8 – Соединение всасывающей трубы;
- 9 – Вентилятор; 10 – Источник питания; 11 – Аварийный источник питания (батарейки);
- 12 – Выпускной патрубок; 13 – Дисплей и панель управления;
- 14 – Плата панели управления ВТЗ

Рисунок 1 – Структура системы MX 1230

Система предназначена исключительно для обнаружения и тушения

тлеющих или развивающихся очагов возгорания в закрытых 19-дюймовых распределительных шкафах.

Система должна эксплуатироваться только с использованием огнетушащего вещества Novec™ 1230 by 3M™.

Вентилятор (9) непрерывно подаёт воздух по системе трубопроводов из защищаемого распределительного шкафа. Отводимый воздух направляется через направляющие пластины к пожарным датчикам (5). Пожар обнаруживается, как только удаляемый воздух содержит дымовые аэрозоли.

Работоспособность пожарных извещателей постоянно контролируется электронным блоком оценки и управления на плате управления (7).

При достижении первого порога срабатывания пожарной сигнализации электронный блок оценки управляет процессом, запрограммированным на это событие: он отображает состояние тревоги на дисплее (13). Кроме того, на передней панели мигает верхний средний красный светодиод (1 на рисунке 2). Срабатывает релейный выход «Предварительная тревога».

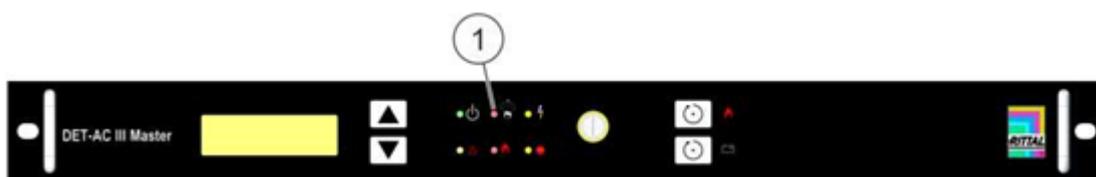


Рисунок 2 – Вид спереди

При достижении второго порога срабатывания пожарной сигнализации (срабатывает релейный выход «Пожарная тревога») по завершении периода анализа электрически срабатывает спусковое устройство, в результате чего картридж с порошком (2) открывается и Novec™ 1230 поступает в резервуар (1). Срабатывает релейный выход «Тушение» и выталкивается огнетушащее вещество к выпускному патрубку (12). На сопле огнетушащее вещество испаряется и достигает концентрации, необходимой для тушения в защищаемом распределительном шкафу.

Встроенный в бак контроль уровня заполнения сообщает о потере огнетушащего вещества электронному блоку оценки, который затем отображает эту неисправность (потерю огнетушащего вещества) на дисплее. Срабатывает релейный выход «Общий сбой».

Электропитание системы обеспечивается с помощью двух источников. С одной стороны, с помощью источника питания (10), который также управляет зарядкой аккумуляторов для аварийного источника питания (11). С другой стороны, самим аварийным источником питания, который переключается в режим параллельного ожидания. Аварийный источник питания настроен на 4-часовую непрерывную работу системы.

Управление и отображение текущего состояния системы осуществляется с помощью установленной панели управления. Для отображения текущего состояния он оснащён, с одной стороны, шестью светодиодными дисплеями, а с другой – жидкокристаллическим дисплеем. Светодиоды служат для отображения основных аварийных сигналов и отказов, в то время как отдельные состояния подробно отображаются на дисплее в виде обычного текста.

Если на рассмотрении находится несколько сообщений, кнопки управления курсором можно использовать для переключения между каждым отдельным сообщением. Представленные сообщения сортируются по приоритету и в соответствии с порядком, в котором они были отправлены. Если кнопки управления курсором не будут нажаты в течение 30 секунд, дисплей вернётся в исходное состояние.

Отображение состояний с помощью светодиодов на панели управления не зависит от содержимого дисплея и, следовательно, от прокрутки с помощью кнопок курсора и всегда показывает текущее состояние системы.

Помимо кнопок управления курсором, на панели управления есть ещё две кнопки «Сброс» для сброса сохранённых сообщений.

Условия эксплуатации и требования к установке:

– допустимый диапазон температур окружающей среды: от +10 °С до

+40 °С;

- разница температур между встроенной системой обнаружения задымления и местом установки системы не должна превышать 5 °С;
- относительная влажность: до 96 %, конденсат в системе отсутствует;
- низкий уровень запылённости и загрязнения окружающего воздуха;
- запрещается эксплуатация в помещениях, в которых с помощью системы обнаружения задымления могут быть удалены газы или пары разложения металлов или пластмасс;
- установка системы в местах, подверженных ударам и вибрации, возможна при соблюдении определённых условий;
- эксплуатация только в закрытых шкафах;
- максимально допустимый объем защиты: 2,8 м<sup>3</sup> (Обязательное условие: защищаемый корпус не должен иметь видимых отверстий);
- одна свободная стойка в верхней трети шкафа;
- минимальная доступная глубина установки составляет 660 мм;
- подключение к сети напряжением 100-240 В.

Установка системы в шкафу с открытым контуром охлаждающего воздуха возможна только с ограничениями (распределительный шкаф должен быть закрыт во время тушения).

Возможна установка системы в шкафу с замкнутым контуром охлаждающего воздуха.

Возможна установка системы в закрытом шкафу без контура охлаждающего воздуха и без видимых отверстий.

Установка системы в шкафах с другим оборудованием возможна только после консультации с авторизованным дистрибьютором.

О рабочем состоянии системы сигнализирует непрерывная зелёная подсветка рабочего светодиода.

Пожарная сигнализация и срабатывание системы отображаются на дисплее и с помощью обоих красных светодиодов.

Неисправность, блокировка и завершение работы отображаются

жёлтыми светодиодами. По возможности, система должна быть установлена так, чтобы её было легко увидеть.

Тревожные сообщения: система оснащена двумя пожарными извещателями с разной чувствительностью к дыму. В системе генерируются состояния «Предварительная тревога» и «Пожар».

Схема установки автоматического пожаротушения серверного шкафа изображена на рисунке 3.

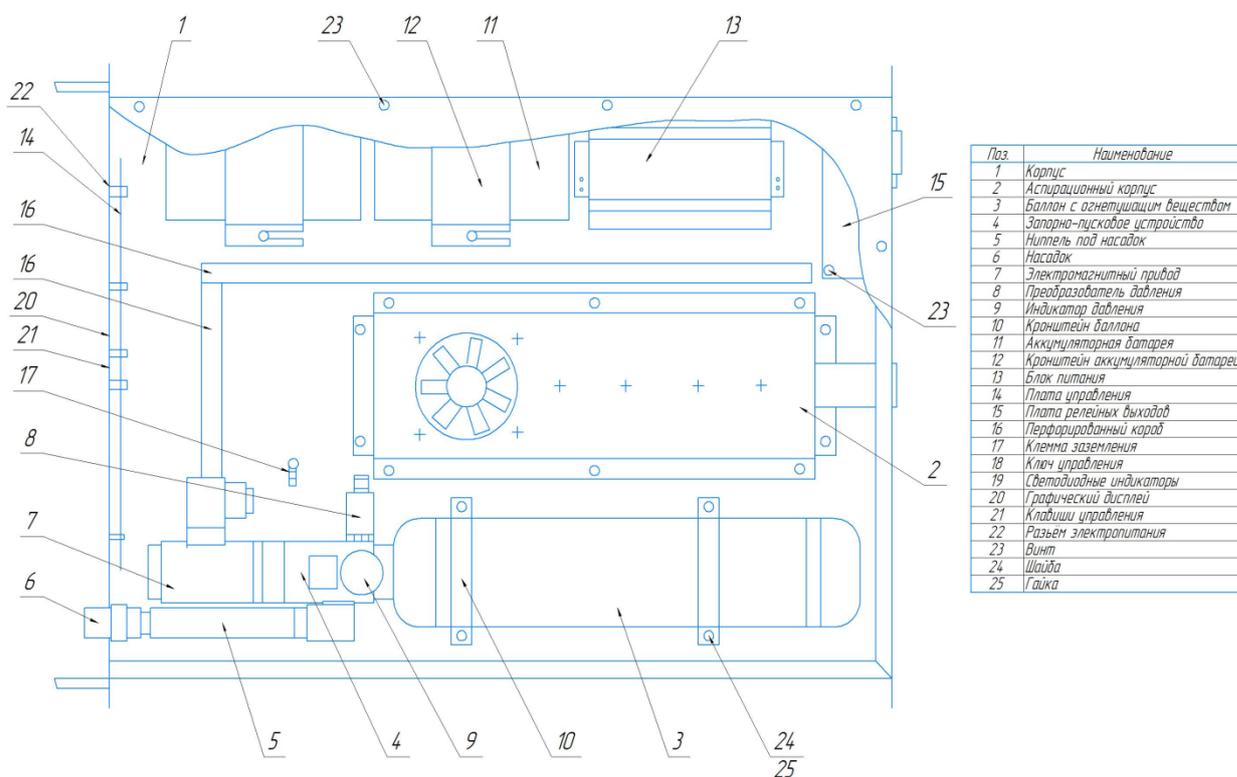


Рисунок 3 – Схема установки автоматического пожаротушения серверного шкафа

Для предотвращения повторного возгорания крайне важно, чтобы при срабатывании системы пожаротушения устройства, находящиеся в защищённом корпусе, отключались от электросети:

- необходимо использовать плавающие контакты для отключения устройства, которое должно быть выполнено оператором;
- если отключение при отпуске не гарантировано, необходимо

убедиться в том, что ручные меры по тушению пожара или отключению, которые предотвращает повторное воспламенение, завершается в течение времени выдержки огнетушащей концентрации, или что выполнено автоматическое отключение устройств для предотвращения повторного возгорания.

Система может обеспечить номинальное заполнение в 2,8 м<sup>3</sup>. Если это номинальное заполнение распределено по нескольким шкафам, то всасывающие трубопроводы должны быть установлены в каждом шкафу, чтобы обеспечить быстрое обнаружение.

При мониторинге более двух шкафов саму систему следует разместить в среднем шкафу, чтобы образовались два трубопровода, максимально идентичных и удобных с точки зрения текучести. Общая длина трубопровода не должна превышать 20 м.

При использовании одной системы для мониторинга нескольких распределительных шкафов распределительные шкафы не должны быть разделены перегородками.

Выводы по разделу.

В разделе решаются проблемы тушения пожаров в помещениях серверных или баз данных, связанные с временем тушения и вторичным ущербом от него.

Определено, что организации получают вторичный ущерб в случае простоя в работе из-за возгорания серверных помещений. Проблемы с доставкой и потерей данных имеют катастрофические последствия для пострадавших компаний.

Предложена система MX 1230 для локального пожаротушения серверных стоек. В качестве производителя системы локального тушения MX 1230 предложены средства тушения компании Minimax с огнетушащим веществом Noves™ 1230. Совместно с OneU Minimax предлагает систему активного пожаротушения, специально предназначенную для шкафов с электрическими и электронными устройствами, например, серверами и ИТ-

оборудованием.

Огнетушащий эффект Noves™ 1230 основан на поглощении тепла пламенем и, следовательно, на физическом охлаждении и, в небольшой степени, химическом вмешательстве в реакцию пламени. Его превосходная огнетушащая способность делает Noves™ 1230 идеальным огнетушащим веществом при быстро распространяющихся пожарах.

Благодаря быстрому и равномерному распределению огнетушащего вещества, система пожаротушения Minimax MX 1230 с огнетушащим веществом Noves™ 1230 от 3M™ является идеальным решением для противопожарной защиты со многими преимуществами для защиты серверного электронного оборудования.

Огнетушащее вещество Noves™ 1230 уникально тем, что оно хранится при комнатной температуре в виде такой же плотной жидкости, как вода, но тушит загорание в виде газа без остатка и равномерно распределяется по всей зоне тушения. Каждая система пожаротушения MX 1230 настраивается индивидуально. Компактная система пожаротушения MX 1230 объединяет все компоненты в одном блоке.

## 5 Охрана труда

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [9] произведём оценку профессиональных рисков.

Привлечение сотрудников к управлению опасностями является требованием Закона об охране труда. Это также отличный процесс для внедрения мер контроля за опасностями. Этого можно добиться, делегировав обязанности по охране труда персоналу, проанализировав безопасность труда, проведя совещания по инструментарию и избрав представителей по охране труда.

Работодатели должны предоставлять работникам разумные возможности для эффективного участия в текущих процессах по улучшению охраны труда и техники безопасности на рабочем месте.

Реестр опасностей на рабочих местах электромонтёра, механика и слесаря представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Реестр рисков [6]

Опасность	ID	Опасное событие
Скользкие, обледенелые, за жиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
	3.3	Падение из-за отсутствия ограждения, из-за обрыва троса, в котлован, в шахту при подъёме или спуске при нештатной ситуации
	3.4	Падение из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот
	3.5	Падение с транспортного средства
Обрушение наземных конструкций	6.1	Травма в результате заваливания или раздавливания

Продолжение таблицы 3

Опасность	ID	Опасное событие
Транспортное средство, в том числе погрузчик	7.1	Наезд транспорта на человека
	7.2	Травмирование в результате дорожно-транспортного происшествия
	7.3	Раздавливание человека, находящегося между двумя сближающимися транспортными средствами
	7.4	Опрокидывание транспортного средства при нарушении способов установки и строповки грузов
	7.5	Опрокидывание транспортного средства при проведении работ
Подвижные части машин и механизмов	8.1	Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования
Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	13.1	Ожог при контакте незащищённых частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру
	13.2	Ожог от воздействия на незащищённые участки тела материалов, жидкостей или газов, имеющих высокую температуру
	13.3	Тепловой удар при длительном нахождении в помещении с высокой температурой воздуха
Поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты)	13.8	Тепловой удар от воздействия окружающих поверхностей оборудования, имеющих высокую температуру
	13.9	Ожог кожных покровов работника вследствие контакта с поверхностью имеющую высокую температуру
Охлаждённая поверхность, охлаждённая жидкость или газ	14.1	Заболевания вследствие переохлаждения организма, обморожение мягких тканей из-за контакта с поверхностью, имеющую низкую температуру, с охлаждённой жидкостью или газом
Груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту	22.1.	Удар работника или падение на работника предмета, тяжёлого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъёме

Продолжение таблицы 3

Опасность	ID	Опасное событие
Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
	27.2	Отсутствие заземления или неисправность электрооборудования
	27.3	Нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение СИЗ
	27.4	Воздействие электрической дуги
Шаговое напряжение	27.5	Поражение электрическим током
Искры, возникающие вследствие накопления статического электричества, в том числе при работе во взрывопожароопасной среде	27.6	Ожог, пожар или взрыв при искровом зажигании взрывопожароопасной среды
Наведённое напряжение в отключённой электрической цепи (электромагнитное воздействие параллельной воздушной электрической линии или электричества, циркулирующего в контактной сети)	27.7	Поражение электрическим током

Оценка вероятности представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	«Практически исключено» [10] «Зависит от следования инструкции» [10] «Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки» [10]	1
2	Маловероятно	«Сложно представить, однако может произойти» [10] «Зависит от следования инструкции» [10] «Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки» [10]	2
3	Возможно	«Иногда может произойти» [10] «Зависит от обучения (квалификации)» [10] «Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая» [10]	3

Продолжение таблицы 4

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
4	Вероятно	«Зависит от случая, высокая степень возможности реализации» [10] «Часто слышим о подобных фактах» [10] «Периодически наблюдаемое событие» [10]	4
5	Весьма вероятно	«Обязательно произойдёт» [10] «Практически несомненно» [10] «Регулярно наблюдаемое событие» [10]	5

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	«Групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек)» [10] «Несчастный случай на производстве со смертельным исходом» [10] «Авария» [10] «Пожар» [10]	5
4	Крупная	«Тяжёлый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней)» [10] «Профессиональное заболевание» [10] «Инцидент» [10]	4
3	Значительная	«Серьёзная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней» [10] «Инцидент» [10]	3
2	Незначительная	«Незначительная травма - микротравма (лёгкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь» [10]. «Инцидент» [10] «Быстро потушенное загорание» [10]	2
1	Приемлемая	«Без травмы или заболевания» [10] «Незначительный, быстроустраняемый ущерб» [10]	1

Количественная оценка профессионального риска рассчитывается по формуле 1.

$$R=A \cdot U, \quad (1)$$

где А – коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

«Оценка риска, R:

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);
- 18-25 (высокий)» [10].

В соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 [10] по результатам проведённой идентификации на каждом рабочем месте заполняется анкета. Анкета рисков представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Анкета

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Электромонтёр	3	3.1	4	4	4	4	16	Средний
		3.2	4	4	4	4	16	Средний
		3.3	3	3	5	5	15	Средний
	13	13.1	3	3	3	3	9	Средний
		13.3	3	3	3	3	9	Средний
		13.9	3	3	3	3	9	Средний
	14	14.1	3	3	3	3	9	Средний
	27	27.1	4	4	5	5	20	Высокий
		27.2	3	3	5	5	15	Средний
		27.3	3	3	5	5	15	Средний
		27.4	3	3	5	5	15	Средний
		27.5	3	3	5	5	15	Средний
	27	27.6	2	2	5	5	10	Средний
27.7		3	3	5	5	15	Средний	
Механик АУПТ	3	3.1	4	4	3	3	12	Средний
		3.4	4	4	2	2	8	Низкий
	7	7.1	3	3	4	4	12	Средний
	22	22.1	3	3	4	4	12	Средний
	23	23.1	4	4	3	3	12	Средний
Слесарь	3	3.1	3	3	3	3	9	Средний
		3.5	4	4	3	3	12	Средний
	7	7.2	4	4	4	4	16	Средний

Контроль опасности путём внедрения наиболее эффективных средств контроля опасности с использованием принципа «иерархии контроля»:

- устранить опасность;
- если устранить опасность невозможно, необходимо изолировать персонал от опасности, например, установив барьер между опасностью и работником;
- если методы устранения или изоляции непрактичны (или, если опасность все ещё существует после применения методов устранения и изоляции), необходимо свести опасность к минимуму путём внедрения средств контроля, которые сводят к минимуму воздействие опасности на персонал; и регулярно проверяйте средства контроля, чтобы убедиться, что они работают в соответствии с планом.

Меры управления рисками представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Меры управления рисками

Опасность	Источник опасности	Меры управления риском
Отсутствие заземления или неисправность электрооборудования	Электрооборудование без заземления	Контролировать наличие заземления электрооборудования
Воздействие электрической дуги Поражение электрическим током	Электрооборудование, находящееся под напряжением	Контролировать отключение электрооборудования перед началом работы

Для устранения высокого риска на рабочем месте электромонтёра предложено контролировать наличие заземления на питающем серверное помещение электрооборудовании.

Недостаточно квалифицированный персонал не способен оценить риск, связанный с заменой средств тушения пожаров в системах автоматического пожаротушения, и может нанести серьёзные или смертельные травмы себе или другим.

Удаление пустого баллона после выпуска и установка нового полного баллона могут выполняться только обученным персоналом с использованием материалов и инструментов, предназначенных для выполнения данной задачи.

Опасность из-за высокого давления – баллончик с огнетушащим газом в блоке выпуска находится под давлением в неизрасходованном состоянии при давлении 120 бар. Повреждение прочного корпуса в неизрасходованном состоянии может привести к серьёзным физическим травмам.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что при прикосновении к компонентам, находящимся под напряжением, существует неминуемый риск смерти или серьёзных физических травм в результате поражения электрическим током.

Процесс управления риском:

- а) разрешать только квалифицированному электротехническому персоналу работать с электрическими компонентами и электрическими соединениями;
- б) отключать систему от источника питания:
  - 1) отсоединить сетевой провод,
  - 2) отсоединить все электрические соединения,
  - 3) нажать кнопку «Аккумулятор выключен».

Для устранения высокого риска на рабочем месте электромонтёра предложено контролировать наличие заземления на питающем серверное помещение электрооборудовании.

## 6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проведём оценку антропогенной нагрузки предприятия на окружающую среду (таблица 8).

Таблица 8 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
ЦОД	Административное здание	Газообразные	Сточные воды	ТКО
Количество в год		0,016 т	-	315,213 т

Сведения о применяемых на объекте технологиях и соответствие наилучшей доступной технологии представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	ЦОД	Обращение с отходами I и II классов опасности	Нет

Перечень загрязняющих веществ представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень загрязняющих веществ

Номер ЗВ	Наименование загрязняющего вещества
1	Азота диоксид
2	Азот (II) оксид
3	Углерод оксид

Отчёт по производственному экологическому контролю [12] на предприятии представлен в таблицах 11-13.

Таблица 11 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Номер	Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактический выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
	номер	наименование	номер	наименование							
1	1	ЦОД	1	Вентиляция	Азота диоксид	0,020	0,010	-	25.04.2023	-	-
					Азот (II) оксид	0,020	0,010	-	25.04.2023	-	-
					Углерод оксид	0,020	0,010	-	25.04.2023	-	-
Итого						0,060	0,030	-	-	-	-

Таблица 12 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений, включая результаты технологического контроля эффективности работы очистных сооружений на всех этапах и стадиях очистки сточных вод и обработки осадков

Тип очистного сооружения	Год ввода в эксплуатацию	Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии	Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м <sup>3</sup> /сут.; тыс. м <sup>3</sup> /год			Наименование загрязняющего вещества или микроорганизма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм <sup>3</sup>			Эффективность очистки сточных вод, %	
			Проектный	Допустимый, в соответствии с разрешительным документом на право пользования водным объектом	Фактический			Проектное	Допустимое, в соответствии с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты	Фактическое	Проектная	Фактическая
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	16	17
Очистные сооружения отсутствуют												

Таблица 13 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчётный 2022 год

№ строки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификационному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
				хранение	накопление				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Отходы изоляции проводов и кабелей при их разделке зачистке	7 41 272 11 40 4	4	0	0	1,2	0	1,2	0
2	Лом и отходы изделий из акрилонитрилбутадиенстирола (пластик АБС) незагрязненные	4 34 142 01 51 5	5	0	0	0,5	0	0,5	0
3	Отходы бумаги и картона	4 05 122 02 60 5	5	0	0	0,3	0	0,3	0,3
4	Кабель медно-жильный, утративший потребительские свойства	4 82 305 11 52 3	3	0	0	4,2	0	4,2	0
5	«Мусор от офисных бытовых помещений организаций несортированный» [11]	7 33 100 01 72 4	4	0	0	1,2	0	1,2	0

Продолжение таблицы 13

№ строки	Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн							
	Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения		
	11	12	13	14	15	16		
1	1,2	0	0	0	0	1,2		
2	0,5	0	0	0	0	0,5		
3	0,3	0	0	0,3	0	0		
4	4,2	0	0	0	0	4,2		
5	1,2	0	0	0	0	1,2		
№ строки	Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн		
	Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее - ОРО	Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление	
	17	18	19	20	21	22	23	
1	1,2	0	0	0	1,2	0	0	
2	0,5	0	0	0	0,5	0	0	
3	0,3	0	0	0	0,3	0	0	
4	4,2	0	0	0	4,2	0	0	
5	1,2	0	0	0	1,2	0	0	

Вывод по разделу.

В работе определено, что используемое огнетушащее вещество Noves™ 1230 безвредно для окружающей среды, не вызывает коррозии и не проводит электричество. Noves™ 1230 – химическое огнетушащее вещество с превосходными атмосферозащитными свойствами. В отличие от углекислого газа, азота и аргона, которые вытесняют кислород, необходимый для горения, Noves™ поглощает тепловую энергию непосредственно в пламени, тем самым прерывая реакцию горения. При комнатной температуре он бесцветный, почти без запаха и жидкий.

Огнетушащее вещество классифицировано как слабо реагирующее с водой. Его необходимо утилизировать в соответствии со всеми применимыми местными правилами утилизации отходов.

Согласно паспорта безопасности, предоставленного производителем огнетушащего вещества 3M™ период полураспада огнетушащего вещества при фотолитическом воздействии составляет 3-5 дней. Значение потенциала глобального потепления (GWP) равно 1, в то время как значение потенциала разложения озона (ODP) равно 0.

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В работе установлено, что недостаточное охлаждение может привести к перегреву технического оборудования в серверных помещениях и вызвать такие дефекты, как короткое замыкание. Это может привести к пожару, и даже небольшие пожары в серверных помещениях часто могут привести к существенному ущербу, вплоть до полной потери данных.

В работе предлагается установка системы активного пожаротушения, специально предназначенную для шкафов с электрическими и электронными устройствами, например, серверами и ИТ-оборудованием.

План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности представлен в таблице 14.

Таблица 14 – План реализации мероприятий

Мероприятия	Срок исполнения
Проектирование локальной системы пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Novac <sup>TM</sup> 1230 от ЗМ <sup>TM</sup>	Сентябрь 2024 года
Монтаж локальной системы пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Novac <sup>TM</sup> 1230 от ЗМ <sup>TM</sup>	Октябрь 2024 года
Пуско-наладочные работы	Октябрь 2024 года

Компактная система пожаротушения с огнетушащим веществом Novac<sup>TM</sup> 1230 от ЗМ<sup>TM</sup> надёжно и автоматически обеспечивает круглосуточную защиту систем обработки данных и электронного управления.

Варианты расчёта ожидаемых прямых и вторичных потерь от пожаров серверного оборудования предприятия:

- 1 вариант – в серверном помещении предприятия установлена централизованная система тушения с заполнением всего объёма помещения огнетушащим веществом;
- 2 вариант – установлены локальные системы пожаротушения

серверных шкафов огнетушащим веществом Noves™ 1230 от 3М™.

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Обоз.	1 вариант	2 вариант
«Площадь объекта» [20]	м <sup>2</sup>	F	4484	
«Стоимость повреждённого технологического оборудования и оборотных фондов» [20]	руб./м <sup>2</sup>	C <sub>т</sub>	30000	30000
Стоимость повреждённых частей здания	руб/м <sup>2</sup>	C <sub>к</sub>	30000	
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [20]	м <sup>2</sup>	F'' <sub>пож</sub>	4484	
«Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения» [20]	м <sup>2</sup>	F* <sub>пож</sub>	-	2
«Вероятность возникновения пожара» [20]	1/м <sup>2</sup> в год	J	5·10 <sup>-5</sup>	
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [20]	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	4	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [20]	-	p <sub>1</sub>	0,79	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [20]	-	p <sub>2</sub>	0,95	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [20]	-	p <sub>3</sub>	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [20]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [20]	-	к	1,63	
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [20]	м/мин	V <sub>л</sub>	1,5	
«Время свободного горения» [20]	мин	B <sub>свг</sub>	12	
«Норма текущего ремонта» [20]	%	H <sub>т.р.</sub>	-	5
«Норма амортизационных отчислений» [20]	%	H <sub>а</sub>	-	10
Заработная плата 1 работника	руб/мес	ЗПЛ	0	36000
«Период реализации мероприятия» [20]	лет	T	10	

Рассчитаем площадь пожара при тушении привозными средствами по формуле 2:

$$F'_{пож} = \pi \times (v_{л} \cdot B_{свг})^2, \text{ м}^2, \quad (2)$$

«где  $v_{л}$  – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$V_{\text{свг}}$  – время свободного горения, мин.» [20].

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \cdot (1 \cdot 12)^2 = 452 \text{ м}^2$$

Так как площадь объекта меньше площади пожара, то площадь пожара при тушении привозными средствами будет равна общей площади здания.

Произведём расчёт ожидаемых потерь от пожаров по формулам 3-7.

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4), \quad (3)$$

«где  $M(\Pi_1)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_2)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

$M(\Pi_3)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [20]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F'_{\text{пож}} \cdot (1+k) \cdot p_1; \quad (4)$$

«где  $J$  – вероятность возникновения пожара,  $1/\text{м}^2$  в год;

$F$  – площадь объекта,  $\text{м}^2$ ;

$C_T$  – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./ $\text{м}^2$ ;

$F_{\text{пож}}$  – площадь пожара на время тушения первичными средствами;

$p_1$  – вероятность тушения пожара первичными средствами;

$k$  – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [20].

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0.52 \cdot (1+k) \times \\ \times [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] p_2 \quad (5)$$

«где  $p_2$  – вероятность тушения пожара привозными средствами;

$C_K$  – стоимость поврежденных частей здания, руб./ $\text{м}^2$ ;

$F'_{\text{пож}}$  – площадь пожара за время тушения привозными средствами» [20].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1+k) \cdot [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_2] \quad (6)$$

где  $F''_{\text{пож}}$  – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения,  $\text{м}^2$ .

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1+k) \cdot \{1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3 - [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (7)$$

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times 30000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 55898,44 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times (30000 \times 452 + 30000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,95 = 831298,62 \text{ руб./год}.$$

$$M(\Pi_3) = 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times (30000 \times 4484 + 30000) \times (1+1,63) \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,95] = 2380106,08 \text{ руб./год}.$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times 30000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 55898,44 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times 30000 \times 2 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = 6389,40 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_3) = 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times (30000 \times 452 + 30000) \times (1+1,63) \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times 0,95 = 228378,74 \text{ руб./год}.$$

$$M(\Pi_4) = 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times (30000 \times 4484 + 30000) \times (1+1,63) \times \{1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86 - [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times 0,95\} = 134872,68 \text{ руб./год}.$$

Общие ожидаемые потери объекта от пожаров составят:

– если в серверном помещении предприятия установлена централизованная система тушения с заполнением всего объёма

помещения огнетушащим веществом:

$$M(\Pi)_1 = 92516,66 + 2148847,20 + 3622202,77 = 5863566,63 \text{ руб./год};$$

- если установлены локальные системы пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Noves™ 1230 от 3M™:

$$M(\Pi)_2 = 92516,66 + 52875,03 + 590342,64 + 205258,16 = 940992,49 \text{ руб./год}.$$

Стоимость монтажа локальных систем пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Noves™ 1230 от 3M™ представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Стоимость монтажа локальных систем пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Noves™ 1230 от 3M™

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование локальной системы пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Noves™ 1230 от 3M™	200000
Монтаж локальной системы пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Noves™ 1230 от 3M™	1200000
Итого:	1400000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание локальных систем пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Noves™ 1230 от 3M™ по формуле 8:

$$P = A + C \quad (8)$$

где А – «затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения, руб./год;

С – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт), руб./год» [20].

$$P=140000+502000=642000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле 9:

$$C_2=C_{m.p.}+C_{c.o.n.} \quad (9)$$

где « $C_{т.р.}$  – затраты на текущий ремонт;

$C_{с.о.п.}$  – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [20].

$$C_2=70000+432000=502000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитывается по формуле 10:

$$C_{m.p.} = \frac{K_2 \cdot H_{т.р.}}{100\%} \quad (10)$$

«где  $K_2$  – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

$H_{т.р.}$  – норма текущего ремонта, %» [20].

$$C_{m.p.} = \frac{1400000 \cdot 5}{100\%} = 70000 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала рассчитывается по формуле 11:

$$C_{c.o.n.} = 12 \times Ч \times ЗПЛ \quad (11)$$

«где  $Ч$  – численность работников обслуживающего персонала, чел.;

$ЗПЛ$  – заработная плата 1 работника, руб./мес» [20].

$$C_{c.o.n.} = 12 \times 1 \times 36000 = 432000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения рассчитываются по формуле 12:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (12)$$

«где  $K_2$  – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

$H_a$  – норма амортизации, %» [22].

$$A = \frac{1400000 \cdot 10}{100\%} = 140000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от монтажа локальных систем пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Novac<sup>TM</sup> 1230 от ЗМ<sup>TM</sup> рассчитаем по формуле 13:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (13)$$

«где  $T$  – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

$t$  – год осуществления затрат;

$НД$  – постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

$M(\Pi_1)$ ,  $M(\Pi_2)$  – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

$K_1$ ,  $K_2$  – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

$P_1$ ,  $P_2$  – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в  $t$ -м году, руб./год» [20].

Расчёт денежных потоков от монтажа локальных систем пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Novac<sup>TM</sup> 1230 от

ЗМ<sup>ТМ</sup> представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта	М(П1)- М(П2)	P <sub>2</sub> -P <sub>1</sub>	1/ (1+НД) <sup>t</sup>	[М(П1)-М(П2)- (C <sub>2</sub> -C <sub>1</sub> )]* 1/(1+НД) <sup>t</sup>	K <sub>2</sub> -K <sub>1</sub>	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта)
1	2841763,88	642000	0,91	2001785,13	1400000	601785,13
2	2841763,88	642000	0,83	1825804,02	-	1825804,02
3	2841763,88	642000	0,75	1649822,91	-	1649822,91
4	2841763,88	642000	0,68	1495839,41	-	1495839,41
5	2841763,88	642000	0,62	1363853,61	-	1363853,61
6	2841763,88	642000	0,56	1231867,77	-	1231867,77
7	2841763,88	642000	0,51	1121879,58	-	1121879,58
8	2841763,88	642000	0,47	1033889,02	-	1033889,02
9	2841763,88	642000	0,42	923900,83	-	923900,83
10	2841763,88	642000	0,39	857907,91	-	857907,91

Вывод по разделу б.

В разделе разработан план монтажа локальных систем пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Noves<sup>ТМ</sup> 1230 от ЗМ<sup>ТМ</sup> и рассчитан экономический эффект от его реализации.

Интегральный экономический эффект от монтажа локальных систем пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Noves<sup>ТМ</sup> 1230 от ЗМ<sup>ТМ</sup> за десять лет составит 12106550,22 рублей.

## Заключение

В первом разделе объектом исследования является центр обработки данных с серверными помещениями и структурированной кабельной системой, при этом в помещении серверной используется оборудование компании CommScope. На исследуемом объекте обеспечивается функционирование следующих систем: локальной вычислительной сети; системы телефонной связи; сетей управления и сигнализации.

Объем помещений СКС располагается на одном этаже (длина горизонтального кабеля до самой дальней рабочей точки соединения не превышает 90 м). Все активное и пассивное оборудование СКС размещается в помещении серверной – центре коммутации СКС.

Во втором разделе определено, что серверные помещения являются важным, чувствительным элементом. Здесь данные, имеющие большое значение для функционирования бизнеса, сохраняются, управляются и передаются через сеть. Следовательно, необратимое уничтожение данных, например, из-за пожара, имеет далеко идущие последствия для временной работы подразделения или даже для всего предприятия.

Недостаточное охлаждение может привести к перегреву технического оборудования в серверных помещениях и вызвать такие дефекты, как короткое замыкание. Это может привести к пожару, и даже небольшие пожары в серверных помещениях часто могут привести к существенному ущербу, вплоть до полной потери данных.

В помещении должна быть соответствующая система пожаротушения (настоятельно рекомендуется система типа «предварительное срабатывание»). Помещение должно иметь противопожарные ограждения (стены, перегородки и перекрытия), если кабельные системы и системы охлаждения объединены в одном помещении над потолком или под полом.

Помещения ИКТ, содержащие активное оборудование, никогда не должны использоваться в качестве складских помещений. Для хранения

оборудования ИКТ должны использоваться только помещения, обозначенные как складские помещения. Легковоспламеняющиеся материалы не должны храниться в помещениях, примыкающих к помещениям ИКТ.

В третьем разделе предлагаются технические мероприятия направленные на повышение эффективности противопожарной защиты электроники серверных помещений.

Установлено, что установки серверных помещений и помещений обработки данных при тушении пожара водой, или огнетушащими веществами на основе воды могут быть подвергнуты воздействию вторичного ущерба:

- экономический ущерб от потери функциональности или записей;
- экономический ущерб от утраты работоспособности оборудования;
- ущерб от перерыва в работе.

Компактная система пожаротушения с огнетушащим веществом Noves<sup>TM</sup> 1230 от ЗМ<sup>TM</sup> надежно и автоматически обеспечивает круглосуточную защиту систем обработки данных и электронного управления.

Принцип пожаротушения газовой установки состоит в том, что при возникновении пожара в защищаемое помещение подается огнетушащий состав, который, создавая в помещении среду с пониженным содержанием кислорода, прекращает процесс горения.

Особым преимуществом системы является короткое время доступа. Компоненты системы, такие как баллоны с огнетушащим веществом и система управления, а также огнетушащая форсунка, аварийная сирена и проблесковый маячок, могут быть установлены в одном предварительно собранном системном шкафу. Система может быть установлена компактным образом с минимальными затратами на сборку и монтаж, как внутри защищаемого помещения, так и рядом с ним.

В четвёртом разделе решаются проблемы тушения пожаров в помещениях серверных или баз данных, связанные с временем тушения и

вторичным ущербом от него.

Определено, что организации получают вторичный ущерб в случае простоя в работе из-за возгорания серверных помещений. Проблемы с доставкой и потеря данных имеют катастрофические последствия для пострадавших компаний. Совместно с OneU Minimax предлагает систему активного пожаротушения, специально предназначенную для шкафов с электрическими и электронными устройствами, например серверами и ИТ-оборудованием.

Огнетушащий эффект Novac™ 1230 основан на поглощении тепла пламенем и, следовательно, на физическом охлаждении и, в небольшой степени, химическом вмешательстве в реакцию пламени. Его превосходная огнетушащая способность делает Novac™ 1230 идеальным огнетушащим веществом при быстро распространяющихся пожарах.

Благодаря быстрому и равномерному распределению огнетушащего вещества, система пожаротушения Minimax MX 1230 с огнетушащим веществом Novac™ 1230 от 3M™ является идеальным решением для противопожарной защиты со многими преимуществами для защиты серверного электронного оборудования.

Огнетушащее вещество Novac™ 1230 уникально тем, что оно хранится при комнатной температуре в виде такой же плотной жидкости, как вода, но тушит загорание в виде газа без остатка и равномерно распределяется по всей зоне тушения. Каждая система пожаротушения MX 1230 настраивается индивидуально и объединяет все компоненты в одном блоке.

В пятом разделе определено, что при прикосновении к компонентам, находящимся под напряжением, существует неминуемый риск смерти или серьезных физических травм в результате поражения электрическим током.

Процесс управления риском:

- в) разрешать только квалифицированному электротехническому персоналу работать с электрическими компонентами и электрическими соединениями;

- г) отключать систему от источника питания:
  - 4) отсоединить сетевой провод,
  - 5) отсоединить все электрические соединения,
  - 6) нажать кнопку «Аккумулятор выключен».

Для устранения высокого риска на рабочем месте электромонтёра предложено контролировать наличие заземления на питающем серверное помещение электрооборудовании.

В шестом разделе определено, что используемое огнетушащее вещество Noves™ 1230 безвредно для окружающей среды, не вызывает коррозии и не проводит электричество. Noves™ 1230 – химическое огнетушащее вещество с превосходными атмосферозащитными свойствами. В отличие от углекислого газа, азота и аргона, которые вытесняют кислород, необходимый для горения, Noves™ поглощает тепловую энергию непосредственно в пламени, тем самым прерывая реакцию горения. При комнатной температуре он бесцветный, почти без запаха и жидкий.

Огнетушащее вещество классифицировано как слабо реагирующее с водой. Его необходимо утилизировать в соответствии со всеми применимыми местными правилами утилизации отходов.

Соблюдайте паспорт безопасности, предоставленный производителем огнетушащего вещества 3M™. Период полураспада огнетушащего вещества при фотолитическом воздействии составляет 3-5 дней. Значение потенциала глобального потепления (GWP) равно 1, в то время как значение потенциала разложения озона (ODP) равно 0.

В седьмом разделе разработан план монтажа локальных систем пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Noves™ 1230 от 3M™ и рассчитан экономический эффект от его реализации.

Интегральный экономический эффект от монтажа локальных систем пожаротушения серверных шкафов огнетушащим веществом Noves™ 1230 от 3M™ за десять лет составит 12106550,22 рублей.

## Список используемых источников

1. Бутенко В. К., Ермолаева А. Э. Обеспечение пожарной безопасности как часть комплексного подхода к защите информации в банковской сфере // Научные записки молодых исследователей. 2017. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-pozharnoy-bezopasnosti-kak-chast-kompleksnogo-podhoda-k-zaschite-informatsii-v-bankovskoy-sfere> (дата обращения: 12.02.2024).
2. Дробушко А. Г., Сафонова Н. Л. Положительный опыт применения автоматического пожаротушения на основе Novac 1230 в России // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016. №1 (7). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/polozhitelnyy-opyt-primeneniya-avtomaticheskogo-pozharotusheniya-na-osnove-novac-1230-v-rossii> (дата обращения: 12.02.2024).
3. Жумыкин А. Управление инженерной средой ЦОД // Век качества. 2011. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-inzhenernoy-sredoy-tsod> (дата обращения: 12.02.2024)
4. Киздермишов А. А., Киздермишова С. Х. Проблемы пожарной безопасности в серверном помещении // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2016. №4 (191). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-pozharnoy-bezopasnosti-v-servernom-romeschenii> (дата обращения: 12.02.2024).
5. Киздермишов А. А., Киздермишова С. Х. Проблемы применения автоматических систем (установок) газового пожаротушения // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2019. №1 (236). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-primeneniya-avtomaticheskikh-sistem-ustanovok-gazovogo-pozharotusheniya> (дата обращения: 12.02.2024).

6. Менеджмент риска. Реестр риска. Общие положения [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 51901.21-2012. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/54073/?ysclid=le2dn4qknc405806336> (дата обращения: 12.02.2024).

7. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 12.02.2024).

8. Об установлении правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=443384> (дата обращения: 12.02.2024).

9. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=409457&ysclid=1d8jr94kat939272210> (дата обращения: 12.02.2024).

10. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523&ysclid=1d8jqdwcm8100411018> (дата обращения: 12.02.2024).

11. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 12.02.2024).

12. Об утверждении формы отчёта об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс]: Приказ Минприроды России от 14.06.2018 № 261 (ред. от 23.06.2020). URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=377676&ysclid=1dsbgkkxui183890770> (дата обращения: 12.02.2024).

13. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: СП 7.13130.2013. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200098833?ysclid=ln8txb4qir762347675> (дата обращения: 10.02.2024).

14. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.1.004-91. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/3254/?ysclid=lga9r9fn5z366382597> (дата обращения: 12.02.2024).

15. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Термины и определения [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.1.033-81. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/39663/?ysclid=lsj69doncx710236786> (дата обращения: 12.02.2024).

16. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: СП 3.13130.2009. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675> (дата обращения: 12.02.2024).

17. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=444219> (дата обращения: 12.02.2024).

18. Троценко Е. В. Автоматические системы пожаротушения // Научный журнал молодых учёных. 2020. №1 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomaticheskie-sistemy-pozharotusheniya> (дата обращения: 12.02.2024).

19. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 12.02.2024).

20. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Выполнение раздела выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» : электронное учебно-методическое пособие / Т.Ю. Фрезе. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск. ISBN 978-5-8259-1456-5.