

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 с применением системы автоматического пожаротушения центра хранения и обработки данных без вторичного ущерба для электроники

Обучающийся

М.А. Симонов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.В. Борисова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Тема ВКР: «Противопожарная защита с применением системы автоматического пожаротушения центра хранения и обработки данных без вторичного ущерба для электроники».

В разделе «Анализ объекта защиты» представлена характеристика и имеющиеся системы автоматического пожаротушения центра хранения и обработки данных без вторичного ущерба для электроники.

В разделе «Анализ противопожарной защиты центра хранения и обработки данных» представлен анализ особенности тушения пожаров в центрах хранения и обработки данных.

В разделе «Анализ противопожарной защиты центра хранения данных» представлен анализ противопожарной защиты центра хранения и обработки данных.

В разделе «Разработка мероприятий по повышению эффективности противопожарной защиты центра хранения и обработки данных» предложены мероприятия, направленные на повышение эффективности противопожарной защиты центра хранения и обработки данных.

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 61 страницу, 23 таблицы.

Содержание

Введение	4
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений	8
1 Анализ объекта защиты.....	9
2 Анализ противопожарной защиты центра хранения и обработки данных..	11
3. Анализ противопожарной защиты центра хранения данных.....	19
4 Разработка мероприятий по повышению эффективности противопожарной защиты центра хранения и обработки данных.....	24
5 Охрана труда	34
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	39
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	45
Заключение	54
Список используемых источников	58

Введение

Зависимость от облачного хранилища данных и растущий спрос на поставку энергии из альтернативных источников привели к резкому увеличению использования систем накопления энергии на основе литий-ионных аккумуляторов (ESS). Одним из распространенных приложений ESS являются центры обработки данных, помогающие удовлетворить возросший спрос на облачное хранилище данных. Одним из фундаментальных требований к облачному центру обработки данных является непрерывность бизнеса за счет требований к нулевому времени простоя. ESS являются обязательными для обеспечения непрерывной работы центра обработки данных во время отключения электроэнергии. ESS на основе литий-ионных аккумуляторов подвержены тепловому разгону, приводящему к образованию легковоспламеняющихся газов и последующему неконтролируемому горению.

Для борьбы с угрозой возгорания серверного и телекоммуникационного оборудования некоторые местные власти требуют установки подвесной автоматической спринклерной системы. Хотя вода эффективна для тушения пожаров и спасения имущества, она может вывести из строя компьютерное оборудование и повредить данные. Во многих случаях сопутствующий ущерб от разбрызгивателей воды гораздо более разрушителен, чем сам пожар.

Цель исследования – повышение эффективности противопожарной защиты центра хранения и обработки данных за счёт внедрения современных средств пожаробнаружения и пожаротушения.

Задачи:

- описать общую характеристику объекта защиты;
- описать имеющиеся системы автоматического пожаротушения центра хранения и обработки данных без вторичного ущерба для электроники;

- определить требования к серверным помещениям и категорий серверных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности;
- провести анализ противопожарной защиты центра хранения и обработки данных;
- провести анализ имеющихся на объекте средств противопожарной защиты и выявить имеющиеся недостатки;
- проанализировать возможные мероприятия, направленные на повышение эффективности противопожарной защиты центра хранения и обработки данных;
- 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 населенных 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» [3].

Огнетушащее вещество – «вещество, обладающее физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения» [3].

Ороситель – «устройство, предназначенное для распределения струй огнетушащего вещества в жидкой фазе по защищаемой площади» [3].

Охрана труда – «вид деятельности, неотъемлемый элемент трудовой и производственной деятельности, направленный на сохранение трудоспособности наемного работника и иных приравненных к ним лиц; и представляющий из себя систему правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий» [12].

Оценка воздействия на окружающую среду – «вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления» [3].

Оценка профессиональных рисков – это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий [12].

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [11].

Распределительный трубопровод – «трубопровод, на котором смонтированы оросители, распылители или насадки» [3].

Система обеспечения пожарной безопасности – совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами [11].

Система предотвращения пожара – «комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность возникновения пожара на объекте защиты» [3].

Степень огнестойкости зданий, сооружений – «классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая пределами огнестойкости конструкций, применяемых для строительства указанных зданий, сооружений и отсеков» [3].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения и обозначения:

АПФД – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

АУГПТ – автоматическая установка газового пожаротушения.

ВИЭ – возобновляемые источники энергии.

ГОТВ – газовое огнетушащее вещество.

ЗВ – загрязняющее вещество.

ИБП – источник бесперебойного питания.

МПТХ – модуль пожаротушения хладоновый.

НД – нормативные документы.

НПА – нормативные правовые акты.

ОРО – объект размещения отходов.

ПВХ – поливинилхлорид.

СИЗ – средство индивидуальной защиты.

ТКО – твёрдые коммунальные отходы.

ФДТ – система обнаружения в виде трубопроводов.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ЕРА – автоматическая поворотная лестница.

ESS – литий-ионные аккумуляторы.

OVH – французская компания облачных вычислений, предлагающая выделенные серверы.

1 Анализ объекта защиты

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

Проектируемый центр хранения и обработки данных отделен от административного здания противопожарной стеной 1 типа. Центр хранения и обработки данных прямоугольный в плане с общими габаритами в осях 18,0×30,0 м и высотой до низа железобетонных двухскатных балок покрытия 4,2 м.

В части здания запроектировано перекрытие на отм.+2,700 из сборных железобетонных плит для размещения венткамер и технического помещения. На отм. 0,000 располагаются бытовые помещения, санузел, кладовые, электрощитовая и узел ввода.

Наружные стены здания из блоков ячеистых бетонов толщиной 400 мм.

Внутренние несущие и самонесущие кирпичные стены толщиной 250 мм.

Внутренние проектируемые перегородки – кирпичные толщиной 120 мм.

Кровля рулонная совмещенная по железобетонным ребристым плитам.

Дверные блоки – наружные и внутренние металлические и из ПВХ профиля, внутренние – противопожарные стальные п.

Оконные блоки – из ПВХ профиля.

Перемычки – сборные железобетонные по серии 1.038.1-1.

Покрытие полов – полимербетонное «Цемезит», керамическая плитка.

Внутренняя отделка – штукатурка кирпичных стен, облицовка глазурованной керамической плиткой и акриловая окраска.

Степень огнестойкости пристраиваемого объема – IV.

Уровень ответственности – II.

Категория по взрывопожарной и пожарной опасности – В.

Класс по функциональной пожарной опасности – Ф5.1.

Пределы огнестойкости строительных конструкций для IV степени огнестойкости здания следующие:

- несущие элементы здания R 60-K0/KN1;
- самонесущие стены RE 45-K0/KN1;
- наружные ненесущие стены E 30-K1/KN1;
- перекрытия междуэтажные REI 45-K0;
- фермы, балки, прогоны R 15-K1;

Вывод по разделу.

В разделе определено, что для организации независимого пожаротушения проектируемый центр хранения и обработки данных отделен от существующего здания противопожарной стеной 1-го типа.

Противопожарная безопасность проектируемого объема достигается применением конструкций и материалов, имеющих необходимый предел огнестойкости и обеспечивающих нужную степень огнестойкости.

Категории помещений по НПБ 5-2005 указаны на планах здания.

- класс функциональной пожарной опасности – Ф5.1.
- степень огнестойкости – IV.
- категория по взрывопожарной и пожарной опасности – «В».

2 Анализ противопожарной защиты центра хранения и обработки данных

Дата-центры спроектированы таким образом, чтобы гарантировать хранение и доступность данных для их владельца в любое время дня и ночи, 7 дней в неделю. Учитывая это требование к доступности, перебои в подаче электроэнергии представляют собой основной риск. столкнулся с оператором центра обработки данных.

Непрерывность питания от этих трех источников энергии обеспечивается системой бесперебойного питания (ИБП), которая представляет собой оборудование, состоящее, в значительной степени синтетическим образом, из инвертора и выпрямителей.

Существует несколько режимов работы ИБП:

- инвертор ИБП обеспечивает бесперебойное питание серверов. Выпрямитель получает переменный ток из сети и преобразует его в постоянный для инвертора, а зарядное устройство поддерживает аккумуляторы заряженными. Инвертор преобразует постоянный ток в регулируемый чистый переменный ток для питания серверов;
- если приоритет отдан сети, ИБП непрерывно проверяет состояние входного источника питания и принимает решение о подаче питания на серверы по прямой линии или по кондиционированной линии в зависимости от качества питания.

Результатом такого проектирования является то, что центр обработки данных является автономным с точки зрения энергопотребления и что электрическая блокировка сайта, которая может потребоваться в случае вмешательства аварийных служб, требует отключения общего электроснабжения, нейтрализации генераторов и разрядки аварийных батарей.

10 марта 2021 года в 12:35 на компьютере службы безопасности сайта OVH в Страсбурге сработал сигнал тревоги. В 12:37 утра охранник добрался до энергетической комнаты 2 на первом этаже здания SBG2 и заметил

присутствие густого черного дыма. Здание было эвакуировано в 12:39, а SIS была вызвана в 12:42.

Спасатели прибыли на место происшествия в 12: 59. Затем на первом этаже произошли значительные выбросы дыма. OVH отключила аварийное энергоснабжение здания SBG2 в 1:13, а зданий SBG3, SBG1 и SBG4 - в 1:28.

Пожарно-спасательная служба Нижнего Рейна была вызвана OVH в 00:42. Они прибыли на место происшествия в 12:59 и потребовали отключить электричество в Strasbourg Electricite Reseaux. Затем на первом этаже произошел значительный выброс дыма, и аварийные службы отметили наличие электрических дуг в энергетическом помещении. В ожидании отключения электроэнергии на объекте задействована водяная система пожаротушения. Аварийные службы вскоре заметили, что конструкция здания не позволяет локализовать пожар. Риск распространения на верхние этажи оценивается как значительный.

Аварийное энергоснабжение зданий отключается в 1:13 (для SBG2) и 1:28 (для SBG3, SBG1 и SBG4) командами OVH. В 01:28 перед SBG2 были задействованы средства водоснабжения. В 1:42 утра огонь распространился на весь 1-й этаж, и остановить распространение на верхние этажи было уже невозможно. После этого в действие вступают два копия, одно на одном уровне, а другое на автоматической поворотной лестнице (ЕРА). В 1: 49 была запрошена поддержка с насосного катера EUROPA, поскольку водных ресурсов стало недостаточно.

В 1:50 утра электропитание объекта отключается на подстанции вышестоящего источника с помощью ВИЭ. Но по состоянию на 02:14, в здании 2 все еще горит электричество, теперь оно полностью охвачено, и наблюдается значительное распространение в направлении здания 1.

Анализ параметров окружающей среды (температура и влажность, измеренные датчиками, расположенными на задней панели инверторов), приводит к наблюдению единичного измерения влажности около 11:15 вечера и дальнейшего ее увеличения вскоре после 12:30 утра. БЕА не смогло

установить, было ли это ошибкой измерения или пиком влажности, связанным, например, с присутствием жидкости. Тем не менее, обнаруживается, что по результатам измерения в 11:15 вечера:

- на уровне регистрации температуры окружающей среды минимальная температура немного повышается (24 °С) по сравнению с предыдущей фазой циклов изменения температуры, которая развивается в диапазоне от максимальных 25,5 °С до минимальных 23,5 °С;
- на уровне гигрометрических измерений уровень влажности испытывает новое значительное, явно более заметное повышение с 12:30 утра;
- неисправность инвертора отражается на кривой температуры постоянным повышением и новым гигрометрическим пиком.

Наличие жидкости или влаги в электрическом устройстве может вызвать образование внутреннего короткого замыкания, которое может привести к его повреждению. Однако сами по себе эти элементы не позволяют определить причину отказа.

В ходе первых обследований пожарные быстро выявили наличие электрической опасности, которая препятствовала использованию значительных водных ресурсов. Хотя приказ об отключении электроснабжения объекта был отдан быстро (0:58), служба электробезопасности вмешалась гораздо позже.

Рассмотрим несколько факторов, которые могли бы объяснить это наблюдение, были доведены до сведения исследователей.

В центре хранения и обработки данных выявлено:

- отсутствие общего устройства отключения, легкодоступного в случае пожара, что потребовало вмешательства менеджера электросети для отключения подачи электроэнергии с исходной подстанции;
- расположение электрических подстанций вблизи зоны

вмешательства аварийных служб, не допускающее вмешательства на этих постах.

Генераторы, к которым предъявляется единственное требование – подача электроэнергии, которые запускаются автоматически, несмотря на продолжающийся пожар (службы пожаротушения должны отключить аварийные генераторы, чтобы они не запустились при отключении питания).

Заряженные батареи будут подавать питание электрооборудованию. Оценка времени работы батарей была последней трудностью из-за отсутствия точной информации о степени их заряда. Эта продолжительность оценивается примерно в двадцать минут после отключения основного источника питания и генераторов.

Отключение электропитания от исходной подстанции линий МВ (2×20 кВ) за пределами площадки требует дополнительного вмешательства и времени на разведку по сравнению с тем, что было бы отключением на месте оператором.

В конечном итоге, по нашим оценкам, с 2:30 ночи участок находится в электрически защищенном состоянии, что соответствует времени ввода в действие огнетушащих веществ. В данное время здание центра хранения и обработки данных полностью охвачено пламенем, и огонь распространяется на соседние здания.

Эти элементы демонстрируют необходимость иметь возможность электрической изоляции центра обработки данных от общей сети, не требуя вмешательства внешнего оператора, время вмешательства которого неизбежно увеличит время до начала тушения пожара.

Более того, при отсутствии заранее установленной аварийной процедуры и технических устройств, позволяющих просто нейтрализовать оборудование электроснабжения, резервные источники питания и электрические резервные группы, которые в обычное время необходимы для бесперебойной работы, могут препятствовать началу тушения водой.

В целом, отзывы об опыте этого пожара подчеркивают необходимость

согласованного подхода к риску пожара по четырем темам: обнаружение, противопожарная защита, строительные мероприятия и стратегия пожарной охраны или аварийных служб.

В отсутствие конкретных нормативных актов в области противопожарной защиты производитель сам устанавливает уровень эффективности технических средств обеспечения пожарной безопасности, которого он желает достичь. В зависимости от технических, экономических или экологических соображений, он может выбрать более или менее эффективные решения с точки зрения огнестойкости зданий, систем обнаружения или пожаротушения, обеспечивая при этом достаточный уровень производительности для обеспечения клиентам ожидаемого уровня защиты и хранения данных.

В соответствии с этими условиями, из этого следует:

- что эффективное обнаружение пожара является необходимым условием для обеспечения укрытия персонала, находящегося на объекте,
- что самыми безопасными и наиболее устойчивыми установками будут те, которые сочетают в себе конструктивные элементы, обеспечивающие хорошую огнестойкость и задерживающие ее распространение, автоматическую систему противопожарной защиты.

Таким образом, уроки безопасности, сформулированные выше, следует извлекать не по отдельности друг от друга, а в рамках глобального и согласованного подхода.

Проведём анализ противопожарной защиты центра хранения и обработки данных исследуемого объекта.

В состав приемно-контрольной аппаратуры пожарной сигнализации объекта защиты входят:

- пульт контроля и управления «Сигнал 20»;
- прибор приемно-контрольный прибор «Корунд 2/4-СИ».

Имеется 10 % запас по шлейфам.

Зоны контроля одного шлейфа пожарной сигнализации выбраны с учетом требований НПА и не превышают 1600 м² площади расположенных на одном этаже здания и имеющих выход в общий коридор, холл, вестибюль.

Индикация о состоянии шлейфов, оборудования пожарной сигнализации и пожарной обстановке в помещениях объекта для дежурного персонала осуществляется с помощью звуковой и световой сигнализации пульта контроля и управления «Сигнал 20».

Здания соответствует второму типу системы оповещения и управления эвакуацией.

Для системы оповещения используются звуковые и световые оповещатели.

Для оповещения людей о пожаре в проекте приняты звуковые оповещатели «Иволга», установленные в бытовых помещениях, а на путях эвакуации людей и запасных выходах из здания устанавливаются световые оповещатели табло «ВЫХОД» «Молния». Максимальное расстояние от звукового оповещателя до неозвучиваемого места в здании 5 м, поэтому можно рассчитать ослабление сигнала по логорифмической зависимости (-10 дБ). Уровень звука издаваемый оповещателем «Иволга» – 105 дБ.

Системы противопожарной защиты зданий, сооружений и строений обеспечивают возможность эвакуации людей в безопасную зону до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара.

Кабели и провода систем противопожарной защиты, средств обеспечения деятельности подразделений пожарной охраны, систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, аварийного освещения на путях эвакуации внутреннего противопожарного водопровода, сохраняют работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону.

Кабели от трансформаторных подстанций резервных источников

питания до вводно-распределительных устройств прокладываются в отдельных огнестойких каналах и имеют огнезащиту.

Линии электроснабжения помещений зданий, сооружений и строений имеют устройства защитного отключения, предотвращающие возникновение пожара при неисправности электроприемников.

Распределительные щиты имеют конструкцию, исключающую распространение горения за пределы щита из слаботочного отсека в силовой и наоборот.

Разводка кабелей и проводов от поэтажных распределительных щитков до помещений осуществляется в каналах из негорючих строительных конструкций и погонной арматуре, соответствующих требованиям пожарной безопасности.

Горизонтальные и вертикальные каналы для прокладки электрокабелей и проводов в зданиях, сооружениях и строениях имеют защиту от распространения пожара. В местах прохождения кабельных каналов, коробов, кабелей и проводов через строительные конструкции с нормируемым пределом огнестойкости предусмотрены кабельные проходки с пределом огнестойкости не ниже предела огнестойкости данных конструкций [27].

Кабели, проложенные открыто, имеют не распространяющую горение изоляцию.

Светильники аварийного освещения на путях эвакуации с автономными источниками питания обеспечены устройствами для проверки их работоспособности при имитации отключения основного источника питания.

Ресурс работы автономного источника питания обеспечивает аварийное освещение на путях эвакуации в течение расчетного времени эвакуации людей в безопасную зону.

Вывод по разделу.

В разделе представлен анализ особенности тушения пожаров в центрах хранения и обработки данных.

В разделе определено, что в помещениях объекта защиты может произойти перегрев электронного и силового электрооборудования и вызвать как короткое замыкание, так и загорание. При несвоевременном тушении может произойти пожар, а при тушении средствами тушения, в составе которых присутствует вода, – к существенному вторичному ущербу.

Установлено, что системы противопожарной защиты объекта защиты обеспечивают возможность эвакуации людей в безопасную зону до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара.

Определено, что в отсутствие конкретных нормативных актов в области противопожарной защиты производитель сам устанавливает уровень эффективности технических средств обеспечения пожарной безопасности, которого он желает достичь. В зависимости от технических, экономических или экологических соображений, он может выбрать более или менее эффективные решения с точки зрения огнестойкости зданий, систем обнаружения или пожаротушения, обеспечивая при этом достаточный уровень производительности для обеспечения клиентам ожидаемого уровня защиты и хранения данных.

3 Анализ противопожарной защиты центра хранения данных

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.

Кроме того, в центрах обработки данных часто используются системы охлаждения, обеспечивающие постоянное охлаждение оборудования для хранения данных. Эти системы могут создавать высокоскоростные потоки воздуха, которые могут нарушить работу стандартного точечного детектора.

Для конкретного использования в центрах обработки данных можно рассмотреть ряд систем пожаротушения, включая спринклерные системы, системы газового пожаротушения и системы тушения тонкораспылённой водой. Спринклерные системы могут работать с повторным срабатыванием, поскольку для физического разрушения колбы требуется возгорание в зависимости от изменения температуры. Там, где имеется чувствительное оборудование, часто используются системы предварительного срабатывания для предотвращения случайного сброса воды из спринклерной системы, когда вода заполняет систему только при срабатывании системы обнаружения дыма [26].

Важно отметить, что, как и любая система пожаротушения, она должна быть спроектирована с учетом потенциальной пожарной опасности в помещении. Стандарты в настоящее время не предусматривают использование литиевых батарей в серверных помещениях. Однако НД содержат некоторые рекомендации по классификации области, содержащей литиевые батареи.

Рекомендации и НД определяют максимальные пороговые значения запасенной энергии. Зоны или помещения с оборудованием накопительной

энергии выше максимальных пороговых значений считаются зонами повышенной опасности, и системы подавления должны быть спроектированы соответствующим образом.

FM Global является крупным строителем центров обработки данных. Технические паспорта FM содержат критерии проектирования систем пожаротушения для различных конфигураций батарей, основанные на крупномасштабных противопожарных испытаниях систем накопления энергии [25]. Они рекомендуют учитывать химический состав батареи, расстояние изоляции, расстояние между стойками, противопожарное разделение и защиту спринклеров в соответствии с опасностью (таблица 1).

Таблица 1 – Максимальная запасенная энергия

Тип батарей	Максимальная запасенная энергия (кВтч)
Свинцово-кислотные аккумуляторы всех типов	Неограниченно
Никелевые батарейки	Неограниченно
Литий-ионные аккумуляторы всех типов	600
Натриево-никель-хлоридные аккумуляторы	600
Проточные батареи	600
Другие технологии изготовления аккумуляторов	200
Накопительные конденсаторы	20

С ростом популярности литий-ионных аккумуляторов в качестве систем хранения энергии системы пожарной безопасности развиваются, чтобы преодолеть разрыв между возникающей опасностью и возникающими рисками [23].

Одним из примеров такой технологии является система обнаружения отходящих газов, которая может быть установлена в установках центров хранения и обработки данных. Система обнаружения отходящих газов специально измеряет газообразный состав среды.

По этим соображениям при проектировании противопожарных систем в центрах обработки данных обычно используется двухступенчатая система обнаружения пожара (double knock), которая требует активации двух

аспирационных систем для активации тушения.

Первый извещатель состоит из системы обнаружения задымления, которая обычно представляет собой аспирационную систему. Эти системы способны обеспечить значительно более быстрое время обнаружения по сравнению с обычным точечным детектором.

Для раннего обнаружения пожара будут применены аспирационные извещатели пожарные Firetrace.

Данные аспирационные извещатели относятся к самому последнему поколению надежных дымовых аспирационных извещателей. Дымовой детектор обладает пороговой чувствительностью ослабления светового потока от 0,5 %/м до 0,015 %/м [24]. Извещатель выполнен в герметизированном корпусе, состоящем из нескольких отдельных отсеков (разряжения, нагнетания грубой очистки, тонкой очистки, измерений). Внутри корпуса под верхней панелью располагается отсек электронного модуля, имеющий каналы измерения факторов пожара:

- «температура» – реагирует на изменение температуры контролируемой среды;
- «дым» – реагирует на изменение оптической плотности газовой среды;
- «газ» – реагирует на изменение концентрации установленных газов;
- «поток» – реагирует на изменение газовой среды и загрязнение фильтра.

Аспирационная система состоит из основного блока и системы трубопроводов. Система труб состоит из труб и фитингов из АБС пластика. Из защищаемой зоны через систему трубопроводов с воздухозаборными отверстиями берутся пробы воздуха и доставляются к детекторному модулю.

В зависимости от показаний чувствительности используемого детекторного модуля при достижении соответствующего значения на устройстве формируется сигнал тревоги. Сигнал тревоги на устройстве обозначен светодиодом и может быть передан в общую систему пожарной

сигнализации здания.

Извещатель позволяет вышеописанным способом контролировать 2 зоны с помощью 2 детекторных модулей.

При прокладке труб следует учитывать их тепловое расширение, а также возникновение конденсата влаги вследствие перепада температур в защищаемом помещении. Для исключения самопроизвольного разъединения труб с учетом их возможного линейного расширения места соединений труб с муфтами следует сварить, для крепления труб следует применять монтажные хомуты М8 20-25 без резиновой прокладки, обеспечивающие свободное перемещение трубы вдоль ее оси.

Способ установки заборных отверстий (труб) и способ крепления труб для аспирационного извещателя:

- в основном пространстве и пространстве фальшпола - горизонтальные и вертикальные участки с помощью хомутов. Хомуты крепить шпильками к распорным дюбелям М8 в перекрытиях;
- расстояние между всасывающими отверстиями, расположение труб и диаметр отверстий указаны на чертежах. Забор воздуха должен производиться через направленные вниз отверстия с притупленными кромками без заусенца.

Второй детонационный сигнал, как правило, состоит из вторичной системы обнаружения для активации системы подавления или может быть включен в работу системы пожаротушения.

Системы пожаротушения инертным газом могут представлять интерес при пожарах оборудования хранения и обработки данных и батарей накопления электроэнергии, поскольку в случае срабатывания спринклерных систем тушения происходит повреждение электронного и электрооборудования.

Выводы по разделу.

В разделе определено, что в связи с ростом популярности литий-ионных

аккумуляторов в качестве систем хранения энергии системы пожарной безопасности развиваются, чтобы преодолеть разрыв между возникающей опасностью и возникающими рисками. Одним из примеров такой технологии является система обнаружения отходящих газов, которая может быть установлена в установках центров хранения и обработки данных. Система обнаружения отходящих газов специально измеряет газообразный состав среды. Для раннего обнаружения пожара предложены к применению аспирационные извещатели пожарные Firetrace. В зависимости от показаний чувствительности используемого детекторного модуля при достижении соответствующего значения на устройстве формируется сигнал тревоги. Сигнал тревоги на устройстве обозначен светодиодом и может быть передан в общую систему пожарной сигнализации здания.

Установлено, что в случае срабатывания спринклерных систем тушения происходит повреждение электронного и электрооборудования, соответственно предложено выполнить систему пожаротушения инертным газом.

4 Разработка мероприятий по повышению эффективности противопожарной защиты центра хранения и обработки данных

Автоматические системы обнаружения и тушения пожара Firetrace являются ведущим в отрасли решением для защиты серверных стоек и телекоммуникационного оборудования. И теперь Firetrace предлагает системы объёмного и локального тушения, которые могут эффективно защитить все серверные и телекоммуникационные помещения без сопутствующего ущерба, наносимого водяными системами пожаротушения.

С помощью аспирационных систем обнаружения в виде трубопроводов (ФДТ) Firetrace, и «чистые» огнетушащие вещества, такие как DuPont™, FM-200® и 3M™ вещество Novac™ 1230 позволит быстро и надежно обнаружить и потушить пожар, прежде чем он может распространиться на соседние оборудования. Системы пожаротушения полного объёмного тушения помещений Firetrace обеспечивают вторую линию защиты от пожаров, возникающих за пределами серверной стойки, дополнительно снижая или устраняя риск повреждения оборудования.

Два типа систем дополняют друг друга, защищая зоны с повышенной пожарной опасностью с помощью локальной системы, которую можно легко и недорого установить и перезарядить, и второй системы большего размера, которая обеспечивает полную защиту помещения, которая остановит возгорания независимо от того, где начнется загорание. Преимущества системы.

- не наносит вреда людям, оборудованию или окружающей среде;
- системные опции расширяют возможности периферийных устройств;
- чистящие средства не повредят электронному оборудованию или магнитным носителям и их можно использовать на оборудовании, находящемся под напряжением;
- не препятствует установке или техническому обслуживанию

оборудования;

- соответствует требованиям НД для компьютерных установок, нуждающихся в противопожарной защите.

Системы объёмного тушения помещения Firetrace быстро заполняют помещение до определенной концентрации огнетушащим газом. Как только эта концентрация будет достигнута, пожар будет эффективно потушен. Подобно реагентам, используемым в других системах пожаротушения, этот газ не причиняет вреда людям или оборудованию, не требует очистки и не оставляет никаких следов.

Перечень помещений, наличие пространств фальшполов и подвесных потолков, подлежащих защите установкой пожаротушения. Защите АУГПТ подлежат объемы помещения: электрощитовой на отметке 0,000 и серверной на отметке 0,000.

Количество помещений (направлений), подлежащих одновременной защите установкой пожаротушения: направление – одно для каждого помещения.

Геометрические параметры помещения (габариты, высота ограждающих конструкций): $H_{1-1}=0,9$ м (за подвесным потолком), $H_{1-2}=3,5$ м (подвесной потолок), $S_2=23,72$ м²; $V_{осн}= 83,02$ м³, $V_{п.п.}=21,348$ м³.

Помещение имеет выходные противопожарные двери.

Площадь постоянно открытых проемов в ограждающих конструкциях и их расположение. Серверная – $0,001$ м² (основное пространство); $0,0001$ м² (за подвесным потолком).

Предельно допустимое давление в защищаемом помещении $P_{пр}=0,0012$ МПа.

Диапазон температуры, давления и влажности в защищаемом помещении и в помещении, в котором размещаются составные части:

- температура $T=18^{\circ}\text{C}$;
- атмосферное давление = $0,0995$ МПа;
- влажность (максимальная) = 85%

Произведём расчет массы ГОТВ (M_{Γ}) по формуле (1):

$$M_{\Gamma} = K_1(M_p + M_{\text{тр}} + M_6) \quad (1)$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий утечки ГОТВ из баллонов через неплотности в запорной арматуре, $K_1=1,05$;

M_p – расчетная масса ГОТВ, предназначенная для создания в объеме помещения огнетушащей концентрации при отключенной принудительной вентиляции, кг.;

$M_{\text{тр}}$ – масса остатка ГОТВ в трубопроводах (кг);

M_6 – масса остатка ГОТВ в модуле, принимается по технической документации на модуль 0,6 кг.

Масса остатка ГОТВ в трубопроводах определяется по формуле 2.

$$M_{\text{тр}} = V_{\text{тр}} \cdot \rho_{\text{ГОТВ}} \quad (2)$$

где $V_{\text{тр}}$ – объём трубопроводов, м^3 ;

ρ_1 – плотность ГОТВ, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Расчетная масса ГОТВ определяется по формуле 3:

$$M_p = V_p \cdot \rho_1 \cdot (1 + K_2) \cdot \frac{C_n}{100 - C_n} \quad (3)$$

где V_p – расчетный объем защищаемого помещения, м^3 ;

ρ_1 – плотность ГОТВ с учетом высоты защищаемых помещений над уровнем моря

K_2 – поправочный коэффициент;

C_n – нормативная огнетушащая концентрация ГОТВ в %. В соответствии с Прилож. Д (табл. Д.6) значение C_n принимается по Н-гептану и равна 9,8%/об.

Плотность ГОТВ определяется по формуле 4:

$$\rho_1 = V_p \cdot \rho_{01} \cdot \frac{T_0}{T_M} \cdot K_3 \quad (4)$$

где ρ_0 – плотность паров ГОТВ при температуре $T_0 = 293$ °К (20 °С) и атмосферном давлении 0,1013 МПа, $\rho_0 = 5,208$ кг/м³ (СП 5.13130.2009, приложение Д, п.Д.6);

T_M – минимальная эксплуатационная температура в защищаемых помещениях, $T_M=291$ °К;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий высоту расположения объекта над уровнем моря = 153 м, $K_3 = 1,0$

Получаем $\rho_1 = 5,2438$ кг/м³.

Коэффициент K_2 , учитывающий потери ГОТВ через негерметичности помещения и определяется по формуле 5:

$$K_2 = \Pi \cdot \delta \cdot \tau_{\text{под}} \cdot \sqrt{H} \quad (5)$$

где Π – параметр, учитывающий расположение проемов в защищаемом помещении;

σ – параметр негерметичности помещения;

$\tau_{\text{под}}$ – нормативное время подачи ГОТВ в защищаемое помещение,

$\tau_{\text{под}} = 10$ сек.

H –высота помещения, м.

Параметр негерметичности помещения определяется по формуле 6.

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

где $\sum F_n$ – суммарная площадь проемов, м²;

V_p – расчетный объем помещений

Количество расчетных модулей определяется по формуле 6:

$$Nm = \frac{M_p}{V_m \cdot \eta}, \quad (6)$$

где M_p – расчетная масса ГОТВ;

V_m – объем модуля. В расчете принимаем модули МПТХ 65-100-33 с объемом 100 л.

η – коэффициент заполнения модуля, равный 0,9.

Результаты сведем в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты расчётов

Для объема электрощитовой	$V_{\text{осн}}=130,504 \text{ м}^3$	$M_{\text{росн}} = 78,06 \text{ кг}$	$N_{m1} = 1 \text{ шт.}$
Для объема серверной	$V_{\text{осн}}=83,02 \text{ м}^3$	$M_{\text{росн}} = 49,66 \text{ кг}$	$N_{m2} = 1 \text{ шт.}$
	$V_{\text{п.п}}=21,348 \text{ м}^3$	$M_{\text{рп.п}} = 12,77 \text{ кг}$	

Произведём гидравлический расчет трубопроводов АУГПТ.

Гидравлический расчет выполнен с помощью программы «Салют» ООО «Пожарная Автоматика».

Предлагается симметричная схема трубной разводки, с установкой двух насадков (как в основном пространстве, так и за подвесным потолком).

В ходе расчета оценивается соответствие спроектированной трубной разводки нормативному требованию по продолжительности подачи газа в защищаемое помещении (объемы) и при необходимости геометрические параметры корректируются.

В процессе расчета определяются гидравлические характеристики для каждого насадка.

Исходными данными для гидравлического расчета установки является аксонометрическая схема трубной разводки с указанием длин участков и ориентировочным размещением насадков в пределах защищаемого

помещения.

Расчет суммарной площади насадков для защищаемого объема ведется по формуле 7:

$$F_{\text{сн}} = \frac{M_{pi}}{J \cdot \mu \cdot \tau}, \quad (7)$$

где $M_{pi}=M_{p1}$, M_{p2} – расчетное количество газового состава для данного защищаемого объема;

J – приведенный расход газового состава, предварительно принимаемый $10000 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$,

μ – коэффициент расхода насадка, принимаемый равным $0,7$;

τ – нормативное время подачи газового состава, принимаемое в соответствии с требованиями СП равным 10 секунд.

По результатам расчета суммарная площадь отверстий насадков представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Суммарная площадь отверстий насадков

Для объема электрощитовой	Основной объем	$F_{\text{снош}} = 140 \text{ мм}^2$	Насадок струйный А-НВ 001-02 (3/4")
Для объема серверной	Основной объем	$F_{\text{снош}} = 112 \text{ мм}^2$	Насадок струйный А-НВ 001-02 (3/4")
	Подвесной потолок	$F_{\text{снп.п}} = 29 \text{ мм}^2$	Насадок струйный НС(с)-3/8"

Минимальный массовый расход ГОТВ определяется по формуле 8:

$$G_i = 0.95 \cdot \frac{M_{pi}}{\tau}, \text{ кг/с} \quad (8)$$

где τ – нормативная продолжительность подачи ГОТВ, принимаемая равной 10 сек.

Расчетная площадь сечения выпускного отверстия насадка определяется

по формуле 9:

$$f = \frac{F}{N_i}, \quad (9)$$

где $F=F_{\text{снi}}$ – расчетная суммарная площадь выпускных насадков, м^2 ;

N – количество насадков в i -м помещении, шт.

По результатам расчета значение времени подачи газа в защищаемый объем соответствует нормативным требованиям.

Масса огнетушащего состава в установке, необходимого для тушения составит 78,06 кг для электрощитовой и 62 кг для серверной – следовательно, для защиты помещений необходимо:

- для электрощитовой необходимо основные модули МПТХ 65-100-33 ЭМ, загрузка – 80,0 кг «Хладон 125»;
- для защиты помещения серверной необходимо основной модуль МПТХ 65-100-33 ЭМ, загрузка – 65,0 кг «Хладон 125».

Произведём расчет площади проема для сброса избыточного давления. Площадь проема для сброса избыточного давления F_c определяется по формуле (10):

$$F_c \geq \frac{K_2 \cdot K_3 \cdot M_p}{0.7 \cdot K_1 \cdot \tau_{\text{под}} \cdot \rho_1} \sqrt{\frac{\rho_в}{7 \cdot 10^6 \cdot P \cdot a \left[\left(\frac{P_{\text{пр}} + P_a}{P_a} \right)^{0.2857} - 1 \right]}} - \sum F, \text{ м}^2 \quad (8)$$

где $P_{\text{пр}}$ – предельно допустимое избыточное давление, которое определяется из условия сохранения прочности строительных конструкций защищаемого помещения или размещенного в нем оборудования, МПа ($P_{\text{пр}} = 0,005$ МПа).

P_a – атмосферное давление, $P_a = 0,0995$ МПа;

$\rho_в$ – плотность воздуха в условиях эксплуатации защищаемого помещения, $\rho_в = 1,19$ $\text{кг}/\text{м}^3$;

K_2 – коэффициент запаса, принимаемый равным 1,2;

K_3 – коэффициент, учитывающий изменение давления при его подачи, для сжиженных газов $K_3 = 1$;

$\tau_{\text{под}}$ – время подачи ГОС, определяемое из гидравлического расчета, сек;

$\sum F$ – площадь постоянно открытых проемов в ограждающих конструкциях помещения, м^2 .

Значения M_p , K_1 , ρ_1 определены в разделе по расчету количества огнегасящего вещества. Подставив значения в формулу (8) получим:

$$F_{\text{с1осн}} \geq 0,0203 \text{ м}^2, F_{\text{с1п.п}} \geq 0,0064 \text{ м}^2 \text{ – для серверной};$$

$$F_{\text{с2осн}} \geq 0,0216 \text{ м}^2 \text{ – для электрощитовой}.$$

Контрольный список для контроля качества монтажа системы пожаротушения представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Контрольный список для контроля качества монтажа системы пожаротушения

Контрольные вопросы (мероприятия)	Оценка
Проверенный объем защищаемого пространства	+
Проверенная модель модуля ГОТВ рассчитана на объем защищаемого помещения	+
Монтируется модуль ГОТВ в соответствии с инструкциями по установке	+
Располагается модуль ГОТВ в соответствии с инструкциями по установке	+
Располагаются датчики температуры в соответствии с инструкциями по установке	+
Ориентируемая форсунка в соответствии с инструкциями по установке	+
Сопло устанавливается на высоте не более 600 мм) от потолка	+
Закреплен кронштейн модуля ГОТВ я в соответствии с инструкциями по установке	+
Установленный трубопровод подачи ГОТВ в соответствии с инструкциями по монтажу	+
Установленные опоры трубопроводов подачи ГОТВ в соответствии с инструкциями по монтажу	+
Установленный датчик температуры в соответствии с инструкциями по установке	+
Установленный шланг GA Link в соответствии с инструкциями по установке	+

Продолжение таблицы 4

Контрольные вопросы (мероприятия)	Оценка
Проверены показания манометра на датчике температуры	+
Установлен кабель в соответствии с инструкциями по установке	+
Расположенная ручка ручного расцепления в соответствии с инструкциями по установке	+
Проложите кабель в соответствии с инструкциями по монтажу	+
Не более шестнадцати изгибов под углом 90° ($16 \times 90^\circ = 1440^\circ$)	+
Подсоединен кабель к модулю ГОТВ в соответствии с инструкциями по установке	+
Снят предохранительный штифт с модуля ГОТВ (кабельная система исправна)	+
Включение системы ГА в соответствии с инструкциями по установке	+
Снята защитная крышка с датчика температуры	+
Сняли предохранительную гайку и шайбу с модуля ГОТВ и сохранили для дальнейшего использования	+
Установленная контрольная лампа в соответствии с инструкциями по установке	+
Расположена контрольная лампа в соответствии с инструкциями по установке	+
Подключена контрольная лампа в соответствии с инструкциями по установке	+
Ознакомьтесь с разделом руководства по охране труда и технике безопасности	+

Ежедневно необходимо проверять манометры и систему давления. Указатель должен находиться в зеленой зоне при температуре 21°C .

Обслуживающий персонал должен иметь практические навыки эксплуатации и работы с аппаратурой АУГПТ и знать правила техники безопасности в электроустановках до 1000 В.

Работы должны осуществляться электромонтажниками не ниже 5-го разряда. Согласно требованиям СП 5.13130.2009 входить в защищаемое помещение после выпуска в него газового огнетушащего состава и ликвидации пожара до момента окончания проветривания разрешается только в изолирующих средствах защиты органов дыхания. Вход в помещение без изолирующих средств защиты органов дыхания разрешается только после удаления продуктов горения, газового огнетушащего состава и продуктов термического распада до безопасной величины (концентрации).

Для оперативного удаления газового огнетушащего состава из помещения после ликвидации пожара в данном проекте предусмотрено использование переносного дымососа.

Выводы по разделу.

В разделе предложены мероприятия, направленные на повышение эффективности противопожарной защиты центра хранения и обработки данных.

С помощью аспирационных систем обнаружения в виде трубопроводов (ФДТ) Firetrace, и «чистые» огнетушащие вещества, такие как DuPont™, FM-200® и 3M™ вещество Novac™ 1230 позволит быстро и надежно обнаружить и потушить пожар, прежде чем он может распространиться на соседние оборудования. Системы пожаротушения полного объёмного тушения помещений Firetrace обеспечивают вторую линию защиты от пожаров, возникающих за пределами серверной стойки, дополнительно снижая или устраняя риск повреждения оборудования.

Способ тушения – объёмный, основанный на создании в защищаемом помещении концентрации газового огнетушащего состава, способствующей ингибированию химических реакций, которые обуславливают процесс горения, непосредственно в зоне горения.

Произведён гидравлический расчет трубопроводов АУГПТ с помощью программы «Салют» ООО «Пожарная Автоматика». Предлагается симметричная схема трубной разводки, с установкой двух насадков (как в основном пространстве, так и за подвесным потолком).

Масса огнетушащего состава в установке, необходимого для тушения составит 78,06 кг для электрощитовой и 62 кг для серверной – следовательно, для защиты помещений необходимо:

- для электрощитовой необходимо основные модули МПТХ 65-100-33 ЭМ, загрузка – 80,0 кг «Хладон 125»;
- для защиты помещения серверной необходимо основной модуль МПТХ 65-100-33 ЭМ, загрузка – 65,0 кг «Хладон 125».

Разработан контрольный список для контроля качества монтажа системы пожаротушения.

5 Охрана труда

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда»

[4] произведём оценку профессиональных рисков [11] для рабочих мест:

- инженера-конструктора;
- составителя поездов;
- электромеханика.

Реестр рисков на рабочем месте инженера представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Реестр рисков на рабочем месте инженера

Опасность	ID	Опасное событие
24. Монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок	24.1.	Психоэмоциональные перегрузки
24. Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания	24.4.	Психоэмоциональные перегрузки

Реестр рисков на рабочем месте аккумуляторщика представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Реестр рисков на рабочем месте аккумуляторщика

Опасность	ID	Опасное событие
9. Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
12. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.3	Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ
23. Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей	23.1.	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках

Продолжение таблицы 6

Опасность	ID	Опасное событие
27. Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением

Реестр рисков на рабочем месте электромеханика представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Реестр рисков на рабочем месте электромеханика

Опасность	ID	Опасное событие
27. 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
27. Шаговое напряжение	27.5	Поражение электрическим током

Анкета уровня профессиональных рисков на рабочем месте инженера отражена в таблице 8.

Таблица 8 – Анкета уровня рисков на рабочем месте инженера

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Инженер	24	24.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		24.4	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний

Анкета профессиональных рисков на рабочем месте аккумуляторщика представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Анкета профессиональных рисков на рабочем месте аккумуляторщика

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Аккумуляторщик	9	9.1	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	12	12.3	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	23	23.1.	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий
	27	27.1	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний

Анкета уровня профессиональных рисков на рабочем месте электромеханика отражена в таблице 10.

Таблица 10 – Анкета уровня профессиональных рисков на рабочем месте электромеханика

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Электромеханик	27	27.1	Вероятно	4	Катастрофическая	5	20	Высокий
		27.2	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
		27.3	Вероятно	4	Катастрофическая	5	20	Высокий
		27.4	Вероятно	4	Катастрофическая	5	20	Высокий
		27.5	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний

Оценка вероятности воздействия опасностей представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Оценка вероятности воздействия опасностей

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	Практически исключено. Зависит от следования инструкции. Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки.	1
2	Маловероятно	Сложно представить, однако может произойти. Зависит от следования инструкции. Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки.	2
3	Возможно	Иногда может произойти. Зависит от обучения (квалификации). Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая.	3
4	Вероятно	Зависит от случая, высокая степень возможности реализации. Часто слышим о подобных фактах. Периодически наблюдаемое событие.	4
5	Весьма вероятно	Обязательно произойдет. Практически несомненно. Регулярно наблюдаемое событие.	5

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 12.

Таблица 12 – 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). Несчастный случай на производстве со смертельным исходом. Авария. Пожар.	5
4	Крупная	Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней). Профессиональное заболевание. Инцидент.	4
3	Значительная	Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней. Инцидент.	3

Продолжение таблицы 12

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
2	Незначительная	Незначительная травма – микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь. Инцидент. Быстро потушенное загорание.	2
1	Приемлемая	Без травмы или заболевания. Незначительный, быстроустраняемый ущерб.	1

Количественная оценка риска рассчитывается по формуле 6.

$$R=A \cdot U, \quad (6)$$

где A – коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

«Оценка риска, R:

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);
- 18-25 (высокий)» [11].

Мероприятия по контролю рисков представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Мероприятия по контролю профессиональных рисков

Опасность	Опасное событие	Мероприятие, направленное на снижение риска
Электрический ток	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением	Применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности
	Нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение СИЗ	Вывод неисправного электрооборудования из эксплуатации

Вывод по разделу.

В разделе разработаны мероприятия, направленные на снижение риска воздействия электрического тока на рабочих местах.

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проведём оценку антропогенной нагрузки предприятия на окружающую среду (таблица 14).

Таблица 14 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
Центр хранения и обработки данных	Административное здание	Газообразные	Сточные воды	ТКО
Количество в год		0,9 т	-	7,4 т

Сведения о применяемых на объекте технологиях и соответствие наилучшей доступной технологии представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Сведения о применяемых на объекте технологиях [10]

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	Центр хранения и обработки данных	Утилизация тепла	Не соответствует

Перечень загрязняющих веществ представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень загрязняющих веществ

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

Отчёт по производственному экологическому контролю [10] на предприятии представлен в таблицах 17-19.

Таблица 17 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

№ п/п	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	Центр хранения и обработки данных	1	Вентиляция серверного помещения	Азота диоксид	0,5	0,3	-	22.06.2023	-	-
					Азот (II) оксид	0,5	0,3	-	22.06.2023	-	-
					Углерод оксид	0,5	0,3	-	22.06.2023	-	-
Итого						1,5	0,9	-	-	-	-

Таблица 18 – 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 ³ /сут.; тыс. м ³ /год			Наименование загрязняющего вещества или микроорганизма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм ³			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 19 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный 2023 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, содержащие несортированные цветные металлы, в виде изделий, кусков с преимущественным содержанием алюминия и меди	462 011 11 20 3	3	0	0	4,7	0	4,7	0
3	Отходы бумаги и картона	4 05 122 02 60 5	5	0	0	0,3	0	0,3	0,3
4	«Мусор от офисных бытовых помещений организаций несортированный» [8]	7 33 100 01 72 4	4	0	0	1,2	0	1,2	0

Продолжение таблицы 19

№ 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	4,7	0	0	0	0	4,7		
3	0,3	0	0	0,3	0	0		
4	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	4,7	0	0	0	4,7	0	0	
3	0,3	0	0	0	0,3	0	0	
4	1,2	0	0	0	4,2	0	0	

Вывод по разделу.

В работе определено, что почвенно-плодородный слой на участке размещения центра обработки данных отсутствует.

Водоснабжение на период проведения строительных работ предусмотрено подвозом воды, водоотведение хозяйственно-бытовых вод предусмотрено в накопительные емкости с последующим вывозом. Водоснабжение на период эксплуатации предусмотрено от существующего водопровода. Отвод производственных стоков от центра обработки данных предусмотрен в проектируемый сбросный колодец. Отвод ливневых стоков с крыши центра обработки данных планируется на рельеф местности.

Вывоз строительных отходов предусматривается на полигон ТКО на расстояние 17,1 км.

Проектируемое оборудование центра обработки данных является экологически чистым и вредных веществ в окружающую среду не выделяет. При производстве не применяются вредные материалы и излучающие элементы.

Применяемый в качестве газового огнетушащего вещества «Хладон-125» выпускается в промышленных объемах и не наносит вреда окружающей среде, также имеет сертификат пожарной безопасности и санитарно-эпидемиологическое заключение.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В работе предложены мероприятия, направленные на повышение эффективности противопожарной защиты центра хранения и обработки данных.

Способ тушения – объёмный, основанный на создании в защищаемом помещении концентрации газового огнетушащего состава, способствующей ингибированию химических реакций, которые обуславливают процесс горения, непосредственно в зоне горения.

Произведён гидравлический расчет трубопроводов АУГПТ с помощью программы «Салют» ООО «Пожарная Автоматика». Предлагается симметричная схема трубной разводки, с установкой двух насадков (как в основном пространстве, так и за подвесным потолком).

Масса огнетушащего состава в установке, необходимого для тушения составит 78,06 кг для электрощитовой и 62 кг для серверной – следовательно, для защиты помещений необходимо:

- для электрощитовой необходимо основные модули МПТХ 65-100-33 ЭМ, загрузка – 80,0 кг «Хладон 125»;
- для защиты помещения серверной необходимо основной модуль МПТХ 65-100-33 ЭМ, загрузка – 65,0 кг «Хладон 125».

План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности представлен в таблице 20.

Таблица 20 – План реализации мероприятий

Мероприятия	Срок исполнения
Проектирование системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ	Сентябрь 2024 года
Монтаж системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ	Октябрь 2024 года
Пуско-наладочные работы	Октябрь 2024 года

С помощью аспирационных систем обнаружения в виде трубопроводов (ФДТ) Firetrace, и «чистые» огнетушащие вещества, такие как DuPont™, FM-200® и 3M™ вещество Noves™ 1230 позволит быстро и надежно обнаружить и потушить пожар, прежде чем он может распространиться на соседние оборудования. Системы пожаротушения полного объёмного тушения помещений Firetrace обеспечивают вторую линию защиты от пожаров, возникающих за пределами серверной стойки, дополнительно снижая или устраняя риск повреждения оборудования.

Разработан контрольный список для контроля качества монтажа системы пожаротушения.

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

- 1 вариант – в помещениях центра хранения и обработки данных отсутствует система пожаротушения, или она находится в неисправном состоянии;
- 2 вариант – в помещениях центра хранения и обработки данных установлены системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ.

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Обоз.	1		2	
			вариант	вариант	вариант	вариант
«Площадь объекта» [22]	м ²	F	648			
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [22]	руб./м ²	C _T	50000		50000	
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м ²	C _к	30000			
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [22]	м ²	F'' _{пож}	648			
«Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения» [22]	м ²	F* _{пож}	-		1	
«Вероятность возникновения пожара» [22]	1/м ² в год	J	0,00018			
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [22]	м ²	F _{пож}	4			

Продолжение таблицы 21

Показатель	Измерение	Обоз.	1		2	
			вариант		вариант	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [22]	-	p ₁	0,79			
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [22]	-	p ₂	0,95			
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [22]	-	p ₃	0,86			
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [22]	-	-	0,52			
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [22]	-	к	1,63			
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [22]	м/мин	V _л	1,5			
«Время свободного горения» [22]	мин	V _{свг}	8			
«Норма текущего ремонта» [22]	%	H _{т.р.}	-	5		
«Норма амортизационных отчислений» [22]	%	H _а	-	10		
Заработная плата 1 работника	руб/мес	ЗПЛ	0	30000		
«Период реализации мероприятия» [22]	лет	T	10			

Рассчитаем площадь пожара при тушении привозными средствами по формуле 2:

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

«где v_l – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$B_{свг}$ – время свободного горения, мин.» [22].

$$F'_{пож} = 3,14 \cdot (1,5 \cdot 8)^2 = 452,16 \text{ м}^2$$

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» [22]:

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

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

F – площадь объекта, м^2 ;

C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./ м^2 ;

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

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [22].

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

«где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

C_k – стоимость поврежденных частей здания, руб./ м^2 ;

$F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами» [22].

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

где $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, 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:

$$M(\Pi_1) = 0,00018 \times 648 \times 50000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 48468,58 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 0,00018 \times 648 \times (50000 \times 452,16 + 30000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times \\ \times (1-0,79) \times 0,95 = 720422,98 \text{ руб./год}.$$

$$M(\Pi_3) = 0,00018 \times 648 \times (50000 \times 648 + 30000) \times (1+1,63) \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,95] = \\ = 1149032,06 \text{ руб./год}.$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 0,00018 \times 648 \times 50000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 48468,58 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 0,00018 \times 648 \times 50000 \times 1 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 2770,07 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_3) = 0,00018 \times 648 \times (50000 \times 452,16 + 30000) \times (1+1,63) \times \\ \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times 0,95 = 193960,03 \text{ руб./год}.$$

$$M(\Pi_4) = 0,00018 \times 648 \times (50000 \times 4484 + 30000) \times (1+1,63) \times \\ \times \{1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86 - [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times 0,95\} = 101114,70 \text{ руб./год}.$$

Общие ожидаемые потери объекта от пожаров составят:

- если в помещениях центра хранения и обработки данных отсутствует система пожаротушения, или она находится в неисправном состоянии:

$$M(\Pi)_1 = 48468,58 + 720422,98 + 1149032,06 = 1917923,62 \text{ руб./год};$$

- если в помещениях центра хранения и обработки данных установлены системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ:

$$M(\Pi)_2 = 24234,29 + 2770,07 + 193960,03 + 101114,70 = 322079,09 \text{ руб./год}.$$

Стоимость монтажа системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ в помещениях центра хранения и обработки данных представлена в таблице 22.

Таблица 22 – Стоимость монтажа системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ в помещениях центра хранения и обработки данных

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ	100000
Закупка оборудования	2500000
Монтаж системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ	500000
Пусконаладочные работы	100000
Итого:	3200000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ 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» [22].

$$P=300000+510000=810000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле 9:

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

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

С_{с.о.п.} – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [22].

$$C_2 = 150000 + 360000 = 510000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитывается по формуле 10:

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

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

$H_{т.р.}$ – норма текущего ремонта, %» [22].

$$C_{m.p.} = \frac{3000000 \cdot 5}{100\%} = 150000 \text{ руб.}$$

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./месс» [22].

$$C_{c.o.n.} = 12 \times 1 \times 30000 = 360000 \text{ руб.}$$

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].

$$A = \frac{3000000 \cdot 10}{100\%} = 300000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от монтажа системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ в помещениях центра хранения и обработки данных 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(Π₁), M(Π₂) – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

K₁, K₂ – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

P₁, P₂ – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год» [22].

Расчёт денежных потоков от монтажа системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ в помещениях центра хранения и обработки данных представлен в таблице 23.

Таблица 23 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта	M(Π ₁)-M(Π ₂)	P ₂ -P ₁	1/(1+НД) ^t	[M(Π ₁)-M(Π ₂)- (C ₂ -C ₁)]* 1/(1+НД) ^t	K ₂ -K ₁	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта)
1	1595844,53	810000	0,91	715118,52	3200000	-2484881,48
2	1595844,53	810000	0,83	652250,96	-	652250,96
3	1595844,53	810000	0,75	589383,40	-	589383,40

Продолжение таблицы 23

Год осуществления проекта	М(П1)- М(П2)	P ₂ -P ₁	1/ (1+НД) ^t	[М(П1)-М(П2)- (C ₂ -C ₁)]* 1/(1+НД) ^t	K ₂ -K ₁	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта)
4	1595844,53	810000	0,68	534374,28	-	534374,28
5	1595844,53	810000	0,62	487223,61	-	487223,61
6	1595844,53	810000	0,56	440072,94	-	440072,94
7	1595844,53	810000	0,51	400780,71	-	400780,71
8	1595844,53	810000	0,47	369346,93	-	369346,93
9	1595844,53	810000	0,42	330054,70	-	330054,70
10	1595844,53	810000	0,39	306479,37	-	306479,37

Вывод по разделу.

В разделе разработан план монтажа системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ в помещениях центра хранения и обработки данных и рассчитан экономический эффект от его реализации.

Интегральный экономический эффект от монтажа системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ в помещениях центра хранения и обработки данных за десять лет составит 1625085,42 рублей.

Заключение

В первом разделе определено, что для организации независимого пожаротушения проектируемый центр хранения и обработки данных отделен от существующего здания противопожарной стеной 1-го типа.

Противопожарная безопасность проектируемого объема достигается применением конструкций и материалов, имеющих необходимый предел огнестойкости и обеспечивающих нужную степень огнестойкости.

Категории помещений по НПБ 5-2005 указаны на планах здания.

- класс функциональной пожарной опасности – Ф5.1.
- степень огнестойкости – IV.
- категория по взрывопожарной и пожарной опасности – «В».

Во втором разделе представлен анализ особенности тушения пожаров в центрах хранения и обработки данных.

В разделе определено, что в помещениях объекта защиты может произойти перегрев электронного и силового электрооборудования и вызвать как короткое замыкание, так и загорание. При несвоевременном тушении может произойти пожар, а при тушении средствами тушения, в составе которых присутствует вода, – к существенному вторичному ущербу.

Установлено, что системы противопожарной защиты объекта защиты обеспечивают возможность эвакуации людей в безопасную зону до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара.

Определено, что в отсутствие конкретных нормативных актов в области противопожарной защиты производитель сам устанавливает уровень эффективности технических средств обеспечения пожарной безопасности, которого он желает достичь. В зависимости от технических, экономических или экологических соображений, он может выбрать более или менее эффективные решения с точки зрения огнестойкости зданий, систем обнаружения или пожаротушения, обеспечивая при этом достаточный уровень производительности для обеспечения клиентам ожидаемого уровня

защиты и хранения данных.

В третьем разделе определено, что в связи с ростом популярности литий-ионных аккумуляторов в качестве систем хранения энергии системы пожарной безопасности развиваются, чтобы преодолеть разрыв между возникающей опасностью и возникающими рисками. Одним из примеров такой технологии является система обнаружения отходящих газов, которая может быть установлена в установках центров хранения и обработки данных. Система обнаружения отходящих газов специально измеряет газообразный состав среды. Для раннего обнаружения пожара предложены к применению аспирационные извещатели пожарные Firetrace. В зависимости от показаний чувствительности используемого детекторного модуля при достижении соответствующего значения на устройстве формируется сигнал тревоги. Сигнал тревоги на устройстве обозначен светодиодом и может быть передан в общую систему пожарной сигнализации здания.

Установлено, что в случае срабатывания спринклерных систем тушения происходит повреждение электронного и электрооборудования, соответственно предложено выполнить систему пожаротушения инертным газом.

В четвёртом разделе предложены мероприятия, направленные на повышение эффективности противопожарной защиты центра хранения и обработки данных.

С помощью аспирационных систем обнаружения в виде трубопроводов (ФДТ) Firetrace, и «чистые» огнетушащие вещества, такие как DuPont™, FM-200® и 3M™ вещество Novac™ 1230 позволит быстро и надежно обнаружить и потушить пожар, прежде чем он может распространиться на соседние оборудования. Системы пожаротушения полного объёмного тушения помещений Firetrace обеспечивают вторую линию защиты от пожаров, возникающих за пределами серверной стойки, дополнительно снижая или устраняя риск повреждения оборудования.

Способ тушения – объёмный, основанный на создании в защищаемом

помещении концентрации газового огнетушащего состава, способствующей ингибированию химических реакций, которые обуславливают процесс горения, непосредственно в зоне горения.

Произведён гидравлический расчет трубопроводов АУГПТ с помощью программы «Салют» ООО «Пожарная Автоматика». Предлагается симметричная схема трубной разводки, с установкой двух насадков (как в основном пространстве, так и за подвесным потолком).

Масса огнетушащего состава в установке, необходимого для тушения составит 78,06 кг для электрощитовой и 62 кг для серверной – следовательно, для защиты помещений необходимо:

- для электрощитовой необходимо основные модули МПТХ 65-100-33 ЭМ, загрузка – 80,0 кг «Хладон 125»;
- для защиты помещения серверной необходимо основной модуль МПТХ 65-100-33 ЭМ, загрузка – 65,0 кг «Хладон 125».

Разработан контрольный список для контроля качества монтажа системы пожаротушения.

В пятом разделе разработаны мероприятия, направленные на снижение риска воздействия электрического тока на рабочих местах.

В работе определено, что почвенно-плодородный слой на участке размещения центра обработки данных отсутствует.

Водоснабжение на период проведения строительных работ предусмотрено подвозом воды, водоотведение хозяйственно-бытовых вод предусмотрено в накопительные емкости с последующим вывозом. Водоснабжение на период эксплуатации предусмотрено от существующего водопровода. Отвод производственных стоков от центра обработки данных предусмотрен в проектируемый сбросный колодец. Отвод ливневых стоков с крыши центра обработки данных планируется на рельеф местности.

Вывоз строительных отходов предусматривается на полигон ТКО на расстояние 17,1 км.

Проектируемое оборудование центра обработки данных является

экологически чистым и вредных веществ в окружающую среду не выделяет. При производстве не применяются вредные материалы и излучающие элементы.

Применяемый в качестве газового огнетушащего вещества «Хладон-125» выпускается в промышленных объемах и не наносит вреда окружающей среде, также имеет сертификат пожарной безопасности и санитарно-эпидемиологическое заключение.

В седьмом разделе разработан план монтажа системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ в помещениях центра хранения и обработки данных и рассчитан экономический эффект от его реализации.

Интегральный экономический эффект от монтажа системы пожаротушения «Хладон 125» при помощи модулей МПТХ 65-100-33 ЭМ в помещениях центра хранения и обработки данных за десять лет составит 1625085,42 рублей.

Список используемых источников

1. Газетдинов Т. А., Аксенов С. Г. Специфика применения хладонов в пожаротушении // E-Scio. 2022. №9 (72). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-primeneniya-hladonov-v-pozharotushenii> (дата обращения: 01.04.2024).
2. Елисеев Ю. Н., Мокряк А. В. Анализ пожарной опасности литий-ионных аккумуляторных батарей // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2020. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-pozharnoy-opasnosti-litii-ionnyh-akkumulyatornyh-batarey> (дата обращения: 01.04.2024).
3. 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: 01.04.2024).
4. 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: 01.04.2024).
5. 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).
6. 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).

7. 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=1d8jp94kat939272210> (дата обращения: 12.02.2024).

8. 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).

9. 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).

10. Об утверждении формы отчета 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).

11. Орлов О. И., Комельков В. А. Пожарная опасность литий-ионных аккумуляторов // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. №4 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pozharnaya-opasnost-litiiy-ionnyh-akkumulyatorov> (дата обращения: 01.04.2024).

12. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс] : СП 2.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963?ysclid=17hqwyvw68251196235> (дата обращения: 18.11.2022).

13. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 486.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566348486> (дата обращения: 10.02.2024).

14. 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).

15. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 484.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 12.02.2024).

16. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 485.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280?ysclid=l6kc9vem4v317416032> (дата обращения: 18.01.2024).

17. Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 6.13130.2021. URL: <https://docs.cntd.ru/document/603668016> (дата обращения: 05.02.2023).

18. Терехов Р. Г., Мазеев Ю. П. Обеспечение пожарной безопасности в зданиях административно-бытового назначения // Научный журнал. 2020. №4 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-pozharnoy-bezopasnosti-v-zdaniyah-administrativno-bytovogo-naznacheniya> (дата обращения: 01.04.2024).

19. 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).

20. Троценко Е. В. Автоматические системы пожаротушения // Научный журнал молодых ученых. 2020. №1 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomaticheskie-sistemy-pozharotusheniya> (дата обращения: 01.04.2024).

21. 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).

22. 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.

23. Mawhinney J.R. (Eds.), SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Springer, New York, pp. 1587-1645.

24. Ouyang, D. 2019. A review on the thermal hazards of the lithium-ion battery and the corresponding countermeasures. Appl. Sci. 9, 2483.

25. Palis, S., Straubig, F., Voigt, S., et al., 2020. Experimental investigation of the impact of water mist on high-speed non-premixed horizontal methane jet fires. Fire Saf. J. 114,103005.

26. Payri, R., Gimeno, J., Marti-Aldaravi, P., et al., 2020. Parametrical study of the dispersion of an alternative fire suppression agent through a real-size extinguisher system nozzle under realistic aircraft cargo cabin conditions. Process Saf. Environ. Prot. 141,110-122.

27. Pei, B., Li, J., Wang, Y., et al., 2019. Synergistic inhibition effect on methane/air explosions by N₂-twin-fluid water mist containing sodium chloride additive. Fuel 253, 361-368.