

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 объекта хранения культурных ценностей (библиотеки)

Обучающийся

А.А. Котырло

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.В. Полякова

(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

Выпускная квалификационная работа содержит 48 листов материала, включает в себя 4 рисунка, 13 таблиц и 21 используемый источник.

В введении обоснована актуальность темы, обозначены предмет и объект исследования, определена цель и задачи исследования.

В первом разделе охарактеризованы пожарно-технические характеристики объекта защиты.

Во втором разделе проведен анализ противопожарного состояния объекта защиты.

В третьем разделе разработаны технические и организационные мероприятия к содержанию объекта защиты в рамках противопожарного режима.

В четвертом разделе рассмотрена организация охраны труда.

В пятом разделе проидентифицированы экологические аспекты организации.

В шестом разделе рассчитана полученная экономическая эффективность мероприятий, которые предложены в настоящем исследовании.

В заключении обобщены основные вопросы и приведены тезисные выводы, подводящие итог всей выпускной квалификационной работы.

## Содержание

Перечень обозначение и сокращений .....	4
Введение.....	5
1 Пожарно-технические характеристики объекта защиты .....	6
2 Анализ противопожарного состояния объекта защиты .....	10
3 Разработка технических и организационных мероприятий к содержанию объекта защиты в рамках противопожарного режима.....	15
4 Охрана труда.....	22
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	28
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....	31
Заключение .....	39
Список используемой литературы и используемых источников.....	41
Приложение А Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов и обращения с отходами....	44

## Перечень обозначение и сокращений

АБК – административно-бытовой корпус.

АПС – автоматическая пожарная сигнализация.

ИПР – ручные пожарные извещатели.

ИПР – индекс профессионального риска.

МЧС – Министерство чрезвычайных ситуаций.

СИЗ – средства индивидуальной защиты.

СП – свод правил.

ТКО – твердые коммунальные отходы.

ФГКУ – Федеральное государственное казенное учреждение.

ФЗ – Федеральный закон.

ФПС – Федеральная противопожарная служба.

## Введение

Сохранность исторических артефактов, объектов культурного наследия, библиотечных фондов, объектов науки, техники представляет огромную важность для любого государства, именно поэтому обеспечение пожарной безопасности зданий, содержащих такие объекты, должно осуществляться на высоком уровне с применением современных инновационных технологий. К сожалению серьезность рисков бывает недооценена, о чем свидетельствуют случаи пожаров в зданиях музеев, в зданиях, относящихся к архитектурным памятникам: так в 2018 году возник пожар в деревянной церкви Успения Пресвятой Богородицы (Кондопога), в 2015 году в Новодевичьем монастыре (г. Москва). Подобные случаи происходят и в других странах, например, в Бразилии возник пожар в Национальном музее (2018 г.), пожаром нанесен колоссальный ущерб Собору Парижской Богоматери (2019 г.), причинами которого стали различные нарушения при осуществлении реконструкции Собора.

Объект исследования – музейно-библиотечный комплекс ООО «Международный аэропорт Сабетта» по адресу: 629007, Россия, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Республики, д. 9. Предмет исследования – обеспечение противопожарного режима на объекте.

Цель исследования – разработка предложений по совершенствованию технических и организационных мероприятий к содержанию объекта защиты в рамках противопожарного режима.

Решение поставленной цели определило ряд задач:

- охарактеризовать пожарно-технические характеристики объекта;
- провести анализ противопожарного состояния объекта защиты;
- разработать технические и организационные мероприятия к содержанию объекта защиты в рамках противопожарного режима;
- изучить вопросы охраны труда и окружающей среды;
- оценить эффективность мероприятий по обеспечению безопасности.

## 1 Пожарно-технические характеристики объекта защиты

На территории полуострова Ямал на берегах Обской Губы расположен аэропорт, обслуживающий федеральные и международные воздушные линии. Обслуживает данный аэропорт оператор ООО «Международный аэропорт Сабетта».

Этот оператор обслуживает два аэропорта, расположенных на крайнем севере: Международный аэропорт Сабетта, который обслуживает также воздушные перевозки сотрудников предприятий, работающих вахтовым методом, осуществляет доставку грузов; второй аэропорт «Утренний» находится на территории полуострова Гыдан, обслуживает инфраструктуру по проекту «Арктик СПГ 2».

Расположение пожарной станции учтено таким образом, что оно соответствует оптимальным путям проезда для пожарных машин. В пожарном депо аэропорта находятся как личный состав, так и техника специального назначения для тушения пожаров на воздушных судах (таблица 1).

Таблица 1 – Личный состав и техника ООО «Международный аэропорт Сабетта»

Наименование	Численность личного состава ПСР на ПА	Основное место базирования
АА-60(7313)	4	Пожарное депо
АА-12/60(6350)	4	Пожарное депо
АА-40(5557)	4	Пожарное депо
АЦ-40(43202)	4	Пожарное депо
ТТМ(39002)ПЖА	2	Пожарное депо
ВА321310 «Кедр»	2	Пожарное депо

Персонал депо проходит специальную подготовку и обучение для оперативной реакции в случае возникновения пожарных чрезвычайных ситуаций. Также в пожарном депо аэропорта имеются специальные пожарные автомобили, оборудованные необходимым оборудованием и средствами для тушения пожаров на самолетах и других воздушных судах. Все это позволяет

обеспечить безопасность воздушного движения и предотвращать возможные чрезвычайные ситуации.

Ближайшая пожарная станция находится на расстоянии 10 километров. Отряды пожарных прибывают в течение 20-22 минут после получения вызова. Аэропорт оснащен искусственно созданной взлетно-посадочной полосой, имеющей длину 2780 метров и ширину 45 метров. Аэропорт классифицируется как объект с 7-м уровнем пожарной безопасности. Согласно нормам законодательства, терминалы аэропорта относят к категории объектов с функциональной пожарной опасностью Ф 3.3, что соответствует зданиям вокзалов. Численность персонала пожарной команды аэропорта достигает 54 человек, из которых 48 являются членами аварийно-спасательной бригады, с 12 спасателями на каждую смену.

Время развертывания ПА в концах ВПП показано в таблице 2.

Таблица 2 – Время развертывания ПА в концах ВПП

Тип ПА	МК-730		МК-2530	
	Расстояние, м	Время развертывания, сек.	Расстояние, м	Время развертывания, сек.
АА-12/60(6350)	1600	160	1600	165
АА-60(7313)	1600	200	1600	195
АА-40(5557)	1600	160	1600	165
АЦ-40(43202)	1600	180	1600	180

Личный состав пожарных и спасательных подразделений ООО «Международный аэропорт Сабетта» в процессе ликвидации огненного очага адаптирует свои действия в соответствии с типом возгорания и текущей ситуацией. В ходе операции по борьбе с огнем «необходимо обеспечить сосредоточение усилий на ключевом участке, энергичность в процессе выполнения задач и непрерывность в операциях по тушению пожара» [13].

«Основной пожарной опасностью в здании аэропорта являются ангары. Пожарная нагрузка ангара аэропорта Сабетта: участки ангара (покрасочные, смывочные, аккумуляторные, ремонтно-строительные), наличие резины, наличие декоративно-отделочных материалов)» [13].

Пожарные машины оборудованы пенообразователем ПО-6ТС с общим запасом в 2120 литров. Вооружение системы огнетушения с использованием углекислого газа на автомобиле пожаротушения типа АА-40(5557) содержит 35 кг вещества для тушения.

Система пожаротушения в аэропорту, применяемая для борьбы с огнем на воздушных судах в аэродромных условиях, состоит из одного пожарного резервуара для воды и десяти гидрантов. Расположенный на складской площади ГСМ, наземный резервуар для воды имеет объем в 2000 м<sup>3</sup>. Трубы системы противопожарного водоснабжения обладают диаметром 100 мм, при этом сеть обеспечивает минимальный расход воды в 20 литров в секунду.

Путь к БПРМ ВПП 28 обладает асфальтированным настилом. Трассы, ведущие к БПРМ 10 пр., 28 лев, 10 лев., покрыты щебнем. Направления к ДПРМ, не имеющие прямого доступа, обходятся по асфальтированным дорогам. На данной местности установлены 6 насосных станций серии К-100 с производительностью 28 литров в секунду каждая и 4 насосные станции серии Т-100, способные отдавать 18 литров в секунду.

- «ПГ-1 К - 100 (28 л/с) - справа у проезжей части (напротив ГСМ Аэропорта);
- ПГ-2 К - 100 (28 л/с) - перед КПП, справа от проезжей части;
- ПГ-3 К - 100 (28 л/с) - за котельной, справа у дороги;
- ПГ-4 К - 100 (28 л/с) - напротив ангара, справа у дороги;
- ПГ-5 Т - 100 (18 л/с) - у пожарного депо;
- ПГ-6 К - 100 (28 л/с) - у АБК;
- ПГ-7 К - 100 (28 л/с) - у остановки;
- ПГ-8 Т - 100 (18 л/с) - ДОК МИ-8;
- ПГ-9 Т - 100 (отключен) - справа от ангара;

- ПГ-10 Т - 100 (отключен) - слева от ангара» [4].

Наряду с другими объектами на территории хранилища ГСМ располагается наземный пожарный водоем объемом 2 000 м<sup>3</sup>. Энергопитание предприятия осуществляется благодаря двум линиям электропередачи «Аэропорт 1» и «Аэропорт 2», а также центральной распределительной подстанции, которые подключены к подстанции в поселке МК-114. В электросети применяется рабочее напряжение 220 и 380 В. В случае необходимости отключения электроэнергии это можно сделать через автоматический выключатель в центральной распределительной подстанции, который находится неподалеку от управляющего штаба. Освещение платформы и парковочных зон аэропорта обеспечивается при помощи осветительных приборов ИСУ-5000 общей мощностью 157 кВт.

Выводы по первому разделу

В первом разделе исследования проведен анализ объекта защиты – Международный аэропорт Сабетта. Основной пожарной опасностью в здании аэропорта являются ангары, где хранятся самолеты и другое авиационное оборудование. В случае возгорания в ангаре, есть риск быстрого распространения огня из-за большого количества легковоспламеняющихся материалов, топлива и масел, а также наличия легкозаймистых химических веществ. Также пожарная опасность может возникнуть в зданиях терминала, где множество людей находится одновременно, и люди могут оказаться в затрудненном пути при попытке покинуть здание в случае пожара. Поэтому аэропорты обычно оснащены специальной системой пожарной безопасности, включая датчики дыма, пожарные двери, автоматические спринклерные системы и пожарные тревожные устройства, чтобы обеспечить безопасность пассажиров и работников аэропорта.

## **2 Анализ противопожарного состояния объекта защиты**

В следующих документах описаны стандарты и правила, касающиеся обеспечения пожарной безопасности:

- ФЗ «О пожарной безопасности» № 69-ФЗ [8];
- ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ [15];
- Постановление Правительства РФ № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [9];
- СП 484.1311500.2020. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты [16].

Сформулируем требования к системам обнаружения пожаров и системам пожаротушения, которые установлены Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». На рассматриваемом объекте, которым является складской комплекс, расположенный по адресу: 629007, Россия, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Республики, д. 9.

- «системы обнаружения пожара (установки и системы пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре должны обеспечивать автоматическое обнаружение пожара за время, необходимое для включения систем оповещения о пожаре в целях организации безопасной (с учетом допустимого пожарного риска) эвакуации людей в условиях конкретного объекта;
- системы пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре должны быть установлены на объектах, где воздействие опасных факторов пожара может привести к травматизму и (или) гибели людей. Перечень объектов, подлежащих оснащению указанными системами, устанавливается нормативными документами по пожарной безопасности» [15].

Ответственность по поддержанию уровня пожарной безопасности на объектах музейно-библиотечного комплекса Международного аэропорта Сабетта лежит на их собственнике или на арендаторе. Если же объект принадлежит юридическому лицу, то ответственность за безопасное состояние несет руководитель компании в совместной деятельности с руководителями соответствующих подразделений внутри организации.

Также в разработке находится индивидуальная защитная система, созданная по индивидуальному заказу и включающая разработки специалистов:

- «ручные пожарные извещатели;
- систему пожарной сигнализации с датчиками по температуре, по продуктам горения, для выявления открытого пламени;
- систему пожаротушения на основе пенных, водяных, порошковых или газовых тушащих средств;
- пожарный водопровод, если его нет – пожарные щиты;
- огнетушители, песок;
- схемы эвакуации по всех помещениях и зонах склада» [1].

Для обеспечения безопасности от пожаров необходимо учитывать уникальные особенности объектов при их анализе. Давайте более детально изучим эти характеристики:

- «как правило, данные объекты имеют значительную площадь и объем – это приводит к наличию большого объема воздуха. Дым от горения практически растворяется в нем – что вызывает трудности в его обнаружении;
- наличие большого количества ворот и дверей, их интенсивное использование приводят к усиленной циркуляции воздушных потоков – способствует, с одной стороны ускоренному развитию пожара, с другой стороны затрудняет его ранее обнаружение» [2].

Информация о статистике, которую предоставляет Министерство по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации, предлагает

исчерпывающий анализ причин, вызывающих возгорания в музейных и библиотечных учреждениях:

- «проявление теплового эффекта короткого замыкания при нарушении изоляции электрокабелей, электропроводов и других токоведущих элементов электрооборудования и электроосветительных приборов;
- проявление теплового эффекта иных, отличных от короткого замыкания, аварийных режимов работы электросетей, электрооборудования и электроосветительных приборов, сопровождающиеся нагревом поверхностей и иных элементов выше температуры возгорания сгораемых веществ, находящихся в соответствующих помещениях;
- несоблюдение правил пожарной безопасности при проведении пожароопасных работ во время строительства или эксплуатации;
- неосторожность при обращении с огнем, в том числе при курении в неустановленных для этой цели местах» [14].

Проанализируем информацию о различных видах и причинах пожаров в музеях и библиотеках (рисунок 2).



Рисунок 2 – Типы пожаров на объектах музейного и библиотечного направления

Для предупреждения о возгорании на данном музейно-библиотечном комплексе Международного аэропорта Сабетта используются речевые охранно-пожарные оповещатели Соната-М (рисунок 3).



Рисунок 3 – Охранно-пожарный оповещатель Соната-М

Информацию о технических характеристиках оповещателя Соната-М можно найти в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики охранно-пожарного оповещателя Соната-М

Наименование	Значение
Напряжение питания	12 В
Потребляемый ток	250 мА
Номинальная выходная мощность	3 Вт
Диапазон частот	200-5000 Гц
Габаритные размеры	220x135x70 мм

Для того чтобы в каждой части помещения было хорошо слышно, используются специальные устройства оповещения, которые издаются уникальные звуковые сигналы, отличающиеся от звуков, предупреждающих о нормальной работе систем. В случае пожара, все эти устройства активируются через определенные цепи. Опыт демонстрирует, что существующие системы обнаружения и мониторинга не способны покрыть все области под их контролем на 100%. Они также не обеспечивают адекватного предупреждения о начале или развитии пожара. Проблема существующей системы оповещения

о пожаре заключается в том, что ручные пожарные оповещатели служат лишь для подтверждения сигналов, отправляемых автоматически другими подобными устройствами.

Следовательно, важно установить систему аспирационного детектирования, которая позволяет оперативно выявлять начало пожара благодаря способности распознавать дым.

Характеристики этой системы должны удовлетворять определённым стандартам:

- «быстро определять потенциальные пожары и внедрять контрмеры;
- обеспечить надёжную защиту и иметь минимально допустимые расходы на обслуживание;
- предотвращение ложных срабатываний и ненужных простоев в загрязнённой и пыльной среде;
- минимизировать временные режимы обслуживания устройств» [20].

Выводы по второму разделу

В разделе два был выполнен анализ системы, отвечающей за выявление пожаров на объекте, освещены особенности пожаров в местах хранения музейно-библиотечного комплекса Международного аэропорта Сабетта, а также проанализированы различные типы пожаров в музеях и библиотеках. К требованиям, предъявляемым к системам обнаружения огня, стоит отнести возможность использования всех видов автоматических пожарных сигнализаций, при условии их соответствия проведенным расчетам. Эффективность работы пожарных извещателей обеспечивается при наличии как минимум двух устройств, которые обеспечивают взаимное дублирование в одной зоне помещения или здания. Следовательно, необходимо снабдить объект комплексной системой обеспечения пожарной безопасности, которая характеризуется быстрой реакцией на начальную стадию пожара.

### **3 Разработка технических и организационных мероприятий к содержанию объекта защиты в рамках противопожарного режима**

В предыдущем разделе было указано, что для обеспечения пожарной безопасности на рассматриваемой территории музейно-библиотечного комплекса Международного аэропорта Сабетта используются линейные пожарные извещатели. В текущем исследовании рассматривается внедрение аспирационной детекции дыма. Выбор аспирационной системы подкрепляется несколькими преимуществами: возможностью замены до 300 точечных детекторов одним аспирационным извещателем, экономической эффективностью, высоким уровнем чувствительности, надежной защитой от нежелательных срабатываний и простотой в использовании. Способность к быстрому обнаружению исхода пожара, его ограничения и последующего тушения играет ключевую роль в спасении жизней и сокращении убытков на предприятии при возникновении огненных эпизодов.

Уровень безопасности от огня основывается на быстрой идентификации возгорания, что достижимо с помощью автоматизированных систем обнаружения пожаров (пожарной сигнализации), способных передавать определённый сигнал к системам предупреждения и тушения пожара. Для гарантии пожарной защиты необходим целостный подход, включающий ряд различных функциональных подсистем и множество процедур. Тем не менее, ключевыми элементами в противодействии огню являются действия сотрудников и наличие у них доступа к оборудованию для тушения пожара. Благодаря всестороннему подходу возможно достижение точной оценки потенциальных рисков возникновения пожара. Производители предлагают различные типы пожарной сигнализации, которые работают на основе разнообразных механизмов активации.

- «пороговая пожарная сигнализация – система извещателей о тревоге с фиксированным порогом чувствительности. Включает в себя комплекс оборудования, но при срабатывании одного из датчиков

формируется и передается общий сигнал тревоги (номер сработавшего датчика и помещение, в котором он установлен, не уточняются). Такие системы стоят дешевле, просты в монтаже и обслуживании, и подходят для относительно небольших зданий;

- адресная пожарная сигнализация – также состоит из целого комплекса приборов, но при подаче конкретным извещателем сигнала тревоги в шлейфе сигнализации срабатывает протокол обмена, позволяющий определить, какой именно датчик сработал, и предоставить более точную информацию о территории и типе возникшей опасности;
- адресно-аналоговая пожарная сигнализация – работает по принципу сбора информации от «интеллектуальных» извещателей. Датчики в такой системе делают постоянные замеры температуры, задымления и т.п. и передают информацию на станцию пожарной сигнализации, которая анализирует характер изменения этих параметров и при необходимости формирует адресный сигнал тревоги. Такой способ мониторинга используется для раннего обнаружения тревожной ситуации, получения данных о необходимости технического обслуживания приборов вследствие загрязнения или других факторов. Ее отличительной особенностью является возможность задавать и менять порог чувствительности извещателей, индивидуально настраивать и перенастраивать приборы для адаптации к условиям на объекте» [6].

Внедрение аспирационных систем, дополняющих широко используемые пожарные сигнализации, способствует более раннему выявлению огня благодаря их способности обнаруживать дым. Эти системы отличаются минимальным временем реакции, что позволяет оперативно ограничить и устранить возгорание, минимизируя тем самым риск вреда для жизни и здоровья людей, а также убытков имуществу. Присутствие аспирационных систем в различных производственных и других объектах обеспечивает дополнительное время для эффективного снижения потерь, как

человеческих, так и материальных, что особенно критично в определенных условиях.

- «серверные помещения и центры обработки данных;
- учреждения образования и здравоохранения;
- производственные помещения и склады;
- музеи, архивы и библиотеки;
- энергетические и транспортные узлы;
- военные объекты» [19].

Преимущества аспирационных систем обнаружения пожара:

- «высокая чувствительность – датчики таких систем срабатывают даже при незначительной концентрации дыма в воздухе;
- минимальное время обнаружения – аспирационные системы срабатывают до 15 раз быстрее традиционных, что дает дополнительное время на ликвидацию пожара и снижает материальный ущерб.
- надежность и долговечность – датчики системы надежно защищены от пыли и влаги, поэтому могут эксплуатироваться в течение длительного времени» [17].

При выборе системы аспирации для библиотеки необходимо учитывать определенные ключевые аспекты и варианты решений. Линейные тепловые извещатели. «Отлично подходят для защиты ключевых зон риска. Сенсор прочный, позволяет быстро обнаружить тепло и идеально подходит для многих применений пожарной сигнализации на объектах хранения. Преимуществами этих систем также являются их большой радиус действия и высокая степень гибкости, а также то, что они предотвращают ложные тревоги и не подвержены помехам, вызванным электрическими полями. В то же время этот метод не обеспечит раннее предупреждение так как детекторы тепла требуют высокого уровня тепла для активации. Как и обнаружение дыма, обнаружение тепла может быть обеспечено детекторами точечного типа, установленными на потолке или в стеллажах для хранения» [3].

«Традиционно обнаружение дыма обеспечивается в виде детекторов дыма точечного типа, установленных на потолке или стенах – они в целом обеспечивают раннее предупреждение о пожаре в очень больших помещениях с высокими потолками, однако, дым от небольшого пожара не может активировать детекторы дыма на потолке. Несмотря на то, что точечные детекторы могут предоставлять информацию о местоположении пожара, они вызывают проблемы, связанные с обслуживанием – их необходимо периодически очищать для предотвращения ложных срабатываний» [5].

Инфракрасная технология. «Все объекты излучают электромагнитное излучение, которое находится в основном в инфракрасном диапазоне. Точное спектральное распределение этого инфракрасного излучения зависит от температуры объекта. Измерение инфракрасного излучения позволяет проводить очень точное измерение температуры. С современными инфракрасными камерами возможно просматривать детальное инфракрасное изображение выбранной области – так называемое тепловое изображение. Технология обычно используется в строительстве для выявления нарушения теплоизоляции здания; для диагностики машин и поврежденных шарикоподшипников, например, в результате чрезмерного нагрева. Что касается противопожарной защиты, инфракрасная технология позволяет обнаруживать пожары очень рано, когда температурный порог все еще ниже температуры воспламенения» [18].

Технология аспирационного обнаружения дыма. Основа работы аспирационной системы заключается в непрерывном заборе воздушных проб из контролируемой области с целью последующего определения компонентов дыма. Установка такого оборудования на защищаемом объекте способствует сокращению эксплуатационных затрат, исключению неправомерных активаций системы и минимизации времени простоя.

«Типичная система состоит из корпуса детектора и одной или двух сетей пробоотборных труб. Трубы имеют несколько отверстий для отбора проб, размеры которых сконструированы таким образом, чтобы в каждом

забиралось одинаковое количество воздуха. Трубы для отбора проб могут быть I-, U-, T-, H- или E-образны. Система постоянно контролирует состояние на обрыв трубы и на предмет загрязнения отверстий забора. Высокопроизводительный вентилятор засасывает воздух или объект контролируется через линию отбора проб в блок процессора оценки, для контроля датчиками дыма» [21].

Аспирационная система обнаруживает частицы дыма и признаки горения или тления на ранней фазе возгорания, что обеспечивает ей быстрое реагирование. По сравнению с обычными точечными детекторами дыма, этот тип системы выделяется тремя преимуществами:

- «электроника может различать пыль, частицы грязи и частицы дыма, что повышает надежность и уменьшает вероятность ложных срабатываний;
- блоки системы достаточно чувствительны, чтобы обнаружить частицы дыма в начальной стадий огня - они могут обнаруживать пожары до того, как пламя становится видимым, из-за активного обнаружения и программируемой чувствительности уровня тревоги;
- блоки системы устанавливаются в «чистой» среде, при этом, только трубы для отбора проб подвергаются экстремальным условиям. В большинстве устройств отобранный воздух проходит через систему фильтрации до поступления в сенсорную камеру» [21].

Основа функционирования аспиратора заключается в непрерывном сборе образцов атмосферного воздуха. Для осуществления этого процесса, воздушный поток направляется через тонкие пластиковые трубочки, которые находятся в определённых областях защищаемой зоны, с помощью аспиратора. Эта система аспирации работает аналогично вытяжной вентиляции. Она представляет собой эффективный механизм для своевременного выявления пожаров и последующего оповещения о них. Воздух, отобранный для анализа, перемещается по трубам к детектору, где оптическое устройство проводит измерение его оптической плотности.

Этот объект может быть оборудован стандартным детектором для мониторинга дыма или использовать высокоточное лазерное оборудование с точной регулировкой для измерения оптических характеристик окружающей среды. Ведущим устройством для контроля качества воздуха служит точечный аспирационный пожарный датчик.

В рамках текущего исследования, для улучшения системы обнаружения огня, предлагается внедрение аспирационной пожарной системы FidesNet. Эта передовая система FidesNet позволяет интегрировать дымовые датчики в единую сеть для раннего выявления возгораний, что дает возможность их удаленного контроля и управления.

Аспирационная система пожаротушения оснащена модулем управления на расстоянии, дающим возможность оператору контролировать данные о каждом датчике в сети, а также активировать, деактивировать и перезапускать их. С применением технологии FidesNet можно осуществить установку аспирационной пожарной системы на территориях больших и средних размеров, гарантируя возможность удаленного мониторинга и управления аспирационными сигнализаторами дыма. Детальные технические данные системы FidesNet представлены во таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики на аспирационную пожарную систему FidesNet

Модель	FidesControl RCU 700	FidesPort NCU 900
Напряжение питания	14–30 В DC	
Интерфейсы	RJ45 (Ethernet) USB	2 × RJ45 (Ethernet) 2 × USB 1 × RS-485
Корпус	19-дюймовая рама	
Цвет	Черный анодированный	Черное покрытие
Диапазон рабочих температур	0–50 °C	
Рабочая влажность	95%	
Габариты	483 × 133 × 54 мм	483 × 44 × 169 мм

Одним из основных преимуществ использования аспирационной пожарной системы FidesNet заключается в возможности осуществления очень раннего выявления пожаров. Это достигается за счет активной процедуры сбора проб воздуха и применения лазерной технологии обнаружения дымовых частиц в этих пробах.

Выводы по третьему разделу

В разделе три предложено совершенствовать систему обнаружения пожаров для объекта путем внедрения аспирационной системы пожаротушения под названием FidesNet. Основная функция аспиратора заключается в непрерывном сборе образцов воздуха из среды, для чего он пропускает воздух через тонкие пластиковые трубки, установленные в защищаемых зонах. Аспиратор работает по принципу вытяжной вентиляции. Система FidesNet обладает возможностью интегрировать дымовые датчики в единую сеть, что позволяет осуществлять раннее выявление признаков пожара, а также проводить удаленное наблюдение и контроль за работой системы.

## 4 Охрана труда

Для проведения исследования были выбраны рабочие места водителя, электрика и сотрудника музейно-библиотечного комплекса в Международном аэропорту Сабетта. Реестр рисков для этих рабочих мест представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Реестр рисков для рабочих мест водителя, электрика и сотрудника библиотеки

№ опасности	Опасность	ID	Опасное событие
3	Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
6	Обрушение наземных конструкций	6.1	Травма в результате заваливания или раздавливания
7	Транспортное средство, в том числе погрузчик	7.5	Опрокидывание транспортного средства при проведении работ
12	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.1	Повреждение органов дыхания частицами пыли
22	Груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту	22.1	Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме
24	Монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок	24.1	Психоэмоциональные перегрузки
27	Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
27	Электрический ток	27.3	Нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение СИЗ
28	Насилие от враждебно-настроенных работников/третьих лиц	28.1	Психофизическая нагрузка

Меры управления профессиональными рисками (мероприятия по охране труда) направляются на исключение выявленных у работодателя опасностей или снижение уровня профессионального риска.

В данном исследовании будем выявлять опасности, связанные с выполнением технологических операций на рабочих местах водителя, электрика и сотрудника музейно-библиотечного комплекса Международного аэропорта Сабетта, а также провести анализ рисков [10]. В таблице 4 представлена анкета для выбранных рабочих мест.

Таблица 4 – Анкета для выбранных рабочих мест

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Водитель	6	6.1	Весьма маловероятно	1	Катастрофическая	5	5	Низкий
	7	7.5	Весьма маловероятно	1	Крупная	4	4	Низкий
	22	22.1	Маловероятно	2	Крупная	4	8	Низкий
	27	27.3	Возможно	3	Катастрофическая	5	15	Средний
Сотрудник библиотеки	12	12.1	Весьма вероятно	5	Приемлемая	2	10	Средний
	24	24.1	Вероятно	4	Приемлемая	2	8	Низкий
	28	28.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
Электрик	3	3.2	Маловероятно	2	Катастрофическая	5	10	Средний
	27	27.1	Вероятно	4	Катастрофическая	5	20	Высокий
	27	27.3	Возможно	3	Катастрофическая	5	15	Средний

На оценку вероятности аварии влияют множество факторов, включая состояние техники, квалификацию персонала, условия окружающей среды и соблюдение правил безопасности. Для определения вероятности аварии обычно проводятся специальные анализы и оценки рисков, которые позволяют оценить вероятность возникновения определенного события и его возможные последствия. Точная оценка вероятности аварии может быть сложной задачей, но она необходима для обеспечения безопасности и предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Оценка вероятности рассмотрена в таблице 5.

Таблица 5 – Оценка вероятности

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 аварии может зависеть от различных факторов, включая количество пострадавших, тяжесть их травм, наличие материального ущерба, негативного воздействия на окружающую среду и общественную инфраструктуру, а также продолжительность времени, необходимую для восстановления после аварии. В зависимости от этих факторов оценка тяжести последствий аварии может быть выражена как низкая, средняя или высокая. Для более точной оценки часто используют шкалы и классификации, которые могут включать в себя такие параметры, как количество погибших и пострадавших, размер ущерба и затрат на восстановление, а также степень воздействия на окружающую среду.

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 8.

Таблица 8 – 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
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 рабочего места проводится с целью определения уровня опасности для здоровья и безопасности работников. Для этого используются различные методы и инструменты, такие как анализ вероятности возникновения опасности, оценка величины возможного ущерба, расчет показателей риска. Количественная оценка риска рабочего места:

$$R = 5 \cdot 4 = 20 \text{ баллов}$$

Количественная оценка риска позволяет эффективно планировать меры по обеспечению безопасности и здоровья работников, а также оптимизировать использование ресурсов предприятия.

Составим план возможных мероприятий по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочих местах музейно-библиотечного комплекса Международного аэропорта Сабетта в таблице 9.

Таблица 9 – План возможных мероприятий по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочих местах музейно-библиотечного комплекса Международного аэропорта Сабетта

Наименование мероприятия	Сроки проведения	Ответственные за проведение	Ожидаемый результат
Проведение специальной оценки условий труда, оценки уровней профессиональных рисков	1 квартал 2025 г.	Специалист по охране труда	Выявление опасных и вредных условий труда, выявление профессиональных рисков, своевременное их устранение или корректировка
Обеспечение сотрудников, задействованных в деятельности, связанных с загрязнением, специализированной одеждой, обувью и прочими предметами личной защиты, а также очищающими и нейтрализующими препаратами, в соответствии с установленными правилами	В соответствии с планом корректирующих действий	Зам. директора	Снижение травмоопасности, заболеваемости, повышение работоспособности
Приобретение оборудования для наглядности и образовательных ресурсов, необходимых для проведения инструктажей по темам безопасности труда, а также для обучения безопасным техникам и способам работы	1 квартал 2025 г.	Специалист по охране труда	Лучшее усвоение пройденного материала, повышение уровня знаний по безопасным методам выполнения работ
Проведение внеплановых инструктажей по охране труда	По мере необходимости	Специалист по охране труда, руководитель	Снижение уровня травматизма
Организация обучения водителей по программе: «Ежегодные занятия с водителями автотранспортных организаций»	2 квартал 2025 г.	Специалист по охране труда	Снижение травматизма и уровня профессиональных рисков

Таким образом, проведение предлагаемых мероприятий приведет к уменьшению возможности получения травм, заболеваний, повышению производительности труда, уменьшению воздействия вредных и опасных факторов на работников, а также увеличению срока службы средств индивидуальной защиты, улучшению знаний по безопасности труда, снижению риска получения профессиональных травм.

#### Выводы по четвертому разделу

В разделе четыре был проведен процесс идентификации потенциальных угроз для безопасности электрика, сотрудника библиотеки и водителя музейно-библиотечного комплекса Международного аэропорта Сабетта, в результате чего была создана карта профессиональных рисков для данных специальностей. В ходе исследования был разработан план, направленный на минимизацию уровня профессиональных рисков на рабочих позициях упомянутых специалистов. Предпринимаемые шаги будут способствовать уменьшению вероятности травм, сокращению случаев профессиональных заболеваний, улучшению трудоспособности, а также снизят негативное воздействие опасных и вредных производственных факторов на работников. Кроме того, предполагается увеличение продолжительности использования средств индивидуальной защиты, повышение уровня осведомленности персонала о безопасных методиках рабочих процессов, что в конечном итоге приведет к снижению частоты травматизма и профессиональных рисков.

## 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Программа производственного контроля – это «обязательный документ, который должен быть разработан для любого предприятия, независимо от его масштабов и сферы деятельности. Программа представляет собой перечень и график регулярно проводимых мероприятий, которые проводятся на предприятии для защиты сотрудников и граждан от различных вредных факторов» [11].

На рисунке 4 показано, что складские комплексы имеют элементы, которые вредят окружающей среде.



Рисунок 4 – Структура составляющих вредного воздействия на окружающую среду Международного аэропорта Сабетта

Из результатов анализа видно, что Международный аэропорт Сабетта оказывает наибольшее воздействие на окружающую среду за счет выбросов в атмосферу, сточных вод и общих отходов производства.

В таблице 10 представлена антропогенная нагрузка на окружающую среду от Международного аэропорта Сабетта.

Таблица 10 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
Музейно-библиотечный комплекс	-	-	Стоки бытовые	ТКО, отходы бумажные, смет с территории малоопасный
Количество в год		-	800 куб.м./год	5 т

Определим соответствуют ли технологии на производстве наилучшим доступным. Для этого необходимо провести анализ текущих технологий и сравнить их с лучшими практиками в данной области. Если текущие технологии на производстве соответствуют лучшим доступным методам, то можно говорить о том, что они являются наилучшими для данного производства. В случае, если существуют более эффективные и качественные технологии, то стоит рассмотреть возможность их внедрения для улучшения производственного процесса. Сведения о применяемых на объекте технологиях представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
-	Международный аэропорт Сабетта	Водоснабжение	Соответствует
		Вентиляция	Соответствует

В соответствии со ст. 67 Закона № 7-ФЗ все юридические лица и индивидуальные предприниматели, ведущие деятельность на объектах I–III категорий, разрабатывают и утверждают программу ПЭК.

ТКО – это «отходы, образующиеся в помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд. К ТКО также относятся отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в помещениях в процессе потребления физическими лицами» [7].

Согласно разъяснениям Росприроднадзора от 06.12.2017 №АА-10-04-36/26733, к ТКО относятся все виды отходов подтипа «Отходы коммунальные твердые» (код 731 000 00 00 0), а также другие отходы типа «Отходы коммунальные, подобные коммунальным на производстве, отходы при предоставлении услуг населению» (код 7 30 000 00 00 0) в случае, если в наименовании подтипа отходов или группы отходов указано, что отходы относятся к ТКО.

Выполнять производственный контроль атмосферного воздуха на складе не требуется, потому что на предприятии нет выбросов в атмосферу.

Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов и обращения с отходами представлены в Приложении А.

Выводы по пятому разделу.

В пятом разделе выпускной квалификационной работы выполнена оценка влияния, которое оказывает складской комплекс на окружающую природу с точки зрения антропогенной активности. Исходя из результатов исследования, самыми значимыми факторами, влияющими на экосистему, являются промышленные отходы и сточные воды, генерируемые данным объектом.

## 6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В таблице 12 отразим план мероприятий по совершенствованию системы обнаружения пожара на объекте на 2024-2025 год.

Таблица 12 – План мероприятий по совершенствованию системы обнаружения пожара на объекте на 2024-2025 год

Наименование мероприятия	Ответственный за выполнение	Дата (период) выполнения	Примечание (выполнено/ не выполнено)
Применение аспирационной пожарной сигнализации	Руководитель организации, специалист по ОТ и ТБ	4 кв-л 2025 года	Принято к выполнению

Для оценки результативности применения аспирационной системы пожарной сигнализации, важно провести сравнение продолжительности эвакуации людей до установки данной системы и после. Анализ времени, необходимого для эвакуации, осуществляется на примере здания, где находится библиотека (1 этаж) Международного аэропорта Сабетта. Исходные данные представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Исходные данные для расчета

Показатель	Обозначение	Значение
Объем воздуха в рассматриваемом здании или помещении	$W_{\text{пом}}$	100,8
Удельная изобарная теплоемкость газа	$c$	1009
Критическая для человека температура	$t_{\text{кр}}$	70
Начальная температура воздуха	$t_{\text{н}}$	20
Коэффициент, характеризующий потери тепла на нагрев конструкций и окружающих предметов	$\varphi$	0,5
Теплота сгорания веществ	$Q$	13800
Весовая скорость горения	$n$	14

Критическая продолжительность пожара по температуре рассчитывается с учетом мебели в помещении:

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

«где  $W_{пом}$  – объем воздуха в рассматриваемом здании или помещении;  
 $c$  – удельная изобарная теплоемкость газа;  
 $t_{кр}$  – критическая для человека температура;  
 $t_n$  – начальная температура воздуха;  
 $\varphi$  – коэффициент, характеризующий потери тепла на нагрев конструкций и окружающих предметов;  
 $Q$  – теплота сгорания веществ;  
 $f$  – площадь поверхности горения;  
 $n$  – весовая скорость горения» [12].

$$\tau_{nk}^1 = \sqrt[3]{\frac{100,8 \cdot 1009 \cdot (70 - 20)}{(1 - 0,5) \cdot 3,14 \cdot 13800 \cdot 14 \cdot 0,36}} = 5,05 \text{ мин.}$$

«Критическая продолжительность по концентрации кислорода» [12]:

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

где « $W_{O_2}$  – расход кислорода на сгорание 1 кг горючих веществ;  
 $n$  – весовая скорость горения;  
 $W_{пом}$  – объем воздуха в рассматриваемом помещении» [12].

$$\tau_{nk}^2 = \sqrt[3]{\frac{100 \cdot 100,8}{3,14 \cdot 14 \cdot 4,76 \cdot 0,36^2}} = 7,19 \text{ мин.}$$

Таким образом, допустимая продолжительность эвакуации будет равна по формуле:

$$\tau_{\text{доп}}^1 = m \cdot \tau_{nk}^1 \quad (3)$$

где  $\tau_{nk}^1$  – «критическая продолжительность пожара по температуре» [12].

$$\tau_{\text{доп}}^1 = 0.8 \cdot 5,05 = 4,1 \text{ мин.}$$

Изучаемый объект представляет собой административное здание, которое мы разделим на участки для облегчения расчетных операций.

Оценка времени эвакуации работников из первой зоны административного здания будет выполнена с учетом плотности потока персонала и габаритов помещения, используя соответствующую формулу:

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{L_1 \cdot b} \quad (4)$$

где « $N_1$  – число людей в эвакуационном проходе;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека;

$L_1$  – длина участка пути;

$b$  – ширина участка пути» [12].

$$D_1 = \frac{7 \cdot 0.1}{6 \cdot 7} = 0,02 \text{ мин.}$$

Время движения по первому участку:

$$t_1 = \frac{L_1}{V_1} \quad (5)$$

«где  $L_1$  – длина участка пути

$V_1$  – скорость» [12].

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

В условиях нормальной эксплуатации, максимальный поток через проём достигает  $q_{\max} = 19,6$  м/мин. Для определения интенсивности движения в проёме шириной 1,1 м используется следующая формула:

$$q_d = 2,5 + 3,74 \cdot b \quad (6)$$

где  $b$  – ширина участка пути.

$$q_d = 2,5 + 3,74 \cdot 1,1 = 6,62 \text{ м/мин.}$$

Так как  $q_d < q_{\max}$ , движение проходит беспрепятственно. «Время движения в проеме определяется по формуле» [12]:

$$t_{dL} = \frac{N \cdot f}{q \cdot b} \quad (7)$$

где « $N$  – число людей;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека;

$b$  – ширина участка пути» [12].

$$t_{dL} = \frac{7 \cdot 0,1}{6,62 \cdot 1,1} = 0,096 \text{ мин.}$$

Плотность людского потока составит:

$$D_2 = \frac{N_2 \cdot f}{L_2 \cdot b} \quad (8)$$

где « $N_2$  – число людей в эвакуационном проходе;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека;

$L_2$  – длина участка пути;

$b$  – ширина участка пути» [12].

$$D_2 = \frac{76 \cdot 0,1}{28 \cdot 3} = 0,09 \text{ мин.}$$

Чтобы вычислить, как быстро люди могут перемещаться по лестнице, сначала необходимо определить, насколько интенсивно они двигаются на втором участке маршрута:

$$t_2 = \frac{L_2}{V_2} \quad (9)$$

«где  $L_2$  – длина участка пути

$V_2$  – скорость» [12].

$$t_2 = \frac{12}{35} = 0,35 \text{ мин.}$$

«Время движения по лестнице вниз (3-й участок)» [12]:

$$t_3 = \frac{L_3}{V_3} \quad (10)$$

«где  $L_3$  – длина участка пути

$V_3$  – скорость» [12].

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

«Плотность людского потока для первого этажа» [12]:

$$D_3 = \frac{N_3 \cdot f}{L_3 \cdot b} \quad (11)$$

где « $N_3$  – число людей в эвакуационном проходе;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека;

$L_3$  – длина участка пути;

$b$  – ширина участка пути» [12].

$$D_3 = \frac{76 \cdot 0,1}{28 \cdot 3} = 0,09 \text{ м/мин.}$$

При пересечении участков 3 и 4 произойдет слияние потоков людей с первого и второго этажей, поэтому интенсивность потока будет определена с помощью конкретной формулы:

$$q_i = \frac{\sum q_{q-1} \cdot b_{i-1}}{b_i} \quad (12)$$

«где  $q_{i-1}$  – интенсивность движения людских потоков, сливающихся в начале участка;

$b_{i-1}$  – ширина участков пути до места слияния;

$b_i$  – ширина рассматриваемого участка пути» [12].

$$q_i = \frac{(16 \cdot 1,5) + (8 \cdot 3)}{3} = 16 \text{ м/мин.}$$

«Время движения по коридору первого этажа составит» [12]:

$$t_4 = \frac{L_4}{V_4} \quad (13)$$

«где  $L_4$  – длина участка пути

$V_4$  – скорость» [12].

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

Тамбур, имеющий выход наружу и протяженностью в 5 м, является местом, где формируется наибольшая плотность проходящих людей. Это

приводит к снижению темпа их передвижения, как показывают данные, приложенные к документу. В результате, проход через эту область тамбура потребует дополнительного времени:

$$t_5 = \frac{L_5}{V_5} \quad (14)$$

«где  $L_5$  – длина участка пути

$V_5$  – скорость» [12].

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

При ширине дверного проема, ведущего на улицу, около 1,6 метра, максимальная плотность потока людей обеспечивает время, необходимое для прохождения через этот проем:

$$t_{d2} = \frac{N \cdot f}{q \cdot b} \quad (15)$$

где « $N$  – число людей в эвакуационном проходе;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека;

$q$  – интенсивность движения;

$b$  – ширина участка пути» [12].

$$t_{d2} = \frac{130 \cdot 0,1}{8,5 \cdot 2} = 0,76 \text{ мин.}$$

Расчетное время эвакуации вычисляется по формуле

$$t_p = t_{н.з} + t_1 + t_{dL} + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_{d2} \quad (17)$$

«где  $t_{1..5}$  – время движения на разных участках пути;

$t_{d2}$  – время прохождения проема» [12].

$$t_p = 4,1 + 0,07 + 0,096 + 0,35 + 0,25 + 0,7 + 0,3 + 1,02 = 6,89 \text{ мин.}$$

Расчетное время эвакуации из административного здания (6,89 мин) из кабинетов музейно-библиотечного комплекса по адресу: 629007, Россия, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Республики, д. 9 превышает допустимое (5,05 мин). Реализация системы АПС сократит продолжительность эвакуации с каждого уровня на 2 минуты, что приведет к уменьшению общего времени эвакуации до следующего значения:

$$t_{p2} = t_p - t_{\text{изм}} \quad (18)$$

«где  $t_{p2}$  – время эвакуации с действующей установкой АПС;

$t_p$  – расчетное время эвакуации;

$t_{\text{изм}}$  – изменение времени эвакуации» [12].

$$t_{p2} = 6,89 - 4 = 2,89 \text{ мин.}$$

#### Выводы по шестому разделу

В разделе шесть рассчитан социальный эффект аспирационной пожарной системы FidesNet в улучшение социальной безопасности, что достигается за счет уменьшения числа травм при пожарах благодаря ускоренной эвакуации. Это передовое решение, FidesNet, предоставляет возможность синхронизации дымовых датчиков в единую сеть, что способствует раннему выявлению пожара и позволяет осуществлять их мониторинг и контроль на расстоянии.

## Заключение

В первом разделе исследования проведен анализ объекта защиты – Международный аэропорт Сабетта. Основной пожарной опасностью в здании аэропорта являются ангары, где хранятся самолеты и другое авиационное оборудование. В случае возгорания в ангаре, есть риск быстрого распространения огня из-за большого количества легковоспламеняющихся материалов, топлива и масел, а также наличия легкозаймистых химических веществ. Также пожарная опасность может возникнуть в зданиях терминала, где множество людей находится одновременно, и люди могут оказаться в затрудненном пути при попытке покинуть здание в случае пожара.

В разделе два был выполнен анализ системы, отвечающей за выявление пожаров на объекте, освещены особенности пожаров в местах хранения музейно-библиотечного комплекса Международного аэропорта Сабетта, а также проанализированы различные типы пожаров в музеях и библиотеках. К требованиям, предъявляемым к системам обнаружения огня, стоит отнести возможность использования всех видов автоматических пожарных сигнализаций, при условии их соответствия проведенным расчетам. Эффективность работы пожарных извещателей обеспечивается при наличии как минимум двух устройств, которые обеспечивают взаимное дублирование в одной зоне помещения или здания. Следовательно, необходимо снабдить объект комплексной системой обеспечения пожарной безопасности, которая характеризуется быстрой реакцией на начальную стадию пожара.

В разделе три предложено совершенствовать систему обнаружения пожаров для объекта путем внедрения аспирационной системы пожаротушения под названием FidesNet. Основная функция аспиратора заключается в непрерывном сборе образцов воздуха из среды, для чего он пропускает воздух через тонкие пластиковые трубки, установленные в защищаемых зонах. Аспиратор работает по принципу вытяжной вентиляции. Система FidesNet обладает возможностью интегрировать дымовые датчики в

единую сеть, что позволяет осуществлять раннее выявление признаков пожара, а также проводить удаленное наблюдение и контроль за работой системы.

В разделе четыре был проведен процесс идентификации потенциальных угроз для безопасности электрика, сотрудника библиотеки и водителя музейно-библиотечного комплекса Международного аэропорта Сабетта, в результате чего была создана карта профессиональных рисков для данных специальностей. В ходе исследования был разработан план, направленный на минимизацию уровня профессиональных рисков на рабочих позициях упомянутых специалистов. Предпринимаемые шаги будут способствовать уменьшению вероятности травм, сокращению случаев профессиональных заболеваний, улучшению трудоспособности, а также снизят негативное воздействие опасных и вредных производственных факторов на работников. Кроме того, предполагается увеличение продолжительности использования средств индивидуальной защиты, повышение уровня осведомленности персонала о безопасных методиках рабочих процессов, что в конечном итоге приведет к снижению частоты травматизма и профессиональных рисков.

В пятом разделе выпускной квалификационной работы выполнена оценка влияния, которое оказывает Международный аэропорт Сабетта на окружающую природу с точки зрения антропогенной активности. Исходя из результатов исследования, самыми значимыми факторами, влияющими на экосистему, являются промышленные отходы и сточные воды, генерируемые данным объектом.

В разделе шесть рассчитан социальный эффект аспирационной пожарной системы FidesNet в улучшение социальной безопасности, что достигается за счет уменьшения числа травм при пожарах благодаря ускоренной эвакуации. Это передовое решение, FidesNet, предоставляет возможность синхронизации дымовых датчиков в единую сеть, что способствует раннему выявлению пожара и позволяет осуществлять их мониторинг и контроль на расстоянии.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Алешин Э. Л., Калач Е. В. Особенности обеспечения пожарной безопасности на складе // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №4. С. 9-11.
2. Антонченко В. В. Пожарная безопасность // Библиотека права. 2020. № 3. С. 18–24.
3. Буцынская Т. А. Линейные тепловые извещатели // Системы безопасности. 2020. №29. С. 218-220.
4. Волков О. М. Пожарно-профилактическая работа на промышленных предприятиях. М. : Юрайт, 2020. 176 с.
5. Глушко В. С., Терехин С. И. Система раннего обнаружения пожара // Компьютерные и информационные науки. 2019. №3 С. 40-43.
6. Катникова Ю. С. Анализ и выбор средств предупреждения пожаров // Технические науки. 2021. №3. С. 31-34.
7. Медведев В. Т. Охрана труда и промышленная экология. М. : Academia, 2017. 304 с.
8. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон №69 от 21.12.1994 (ред. от 19.10.2023). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (дата обращения: 15.03.2024).
9. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 24.10.2022). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_363263/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263/) (дата обращения: 20.03.2024).
10. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: <https://docs.cntd.ru/document/727092790> (дата обращения: 21.03.2024).

11. 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://docs.cntd.ru/document/542627825> (дата обращения: 26.03.2024).

12. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс]: Методические указания. URL: <https://edu.rosdistant.ru/course/view.php?id=3014> (дата обращения: 05.03.2024).

13. План тушения пожара ООО «Международный аэропорт Сабетта» / ПЧ ООО «Международный аэропорт Сабетта», 2022. 195 с.

14. Причины возникновения пожара [Электронный ресурс] : Официальный сайт МЧС России. URL: <https://mchs.gov.ru/> (дата обращения: 10.03.2024).

15. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон №123 от 22 июля 2008 г. (ред. от 25.12.2023). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 24.03.2024).

16. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 31.07.2020 № 582. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_376143/44169ea7251f1f68999e4fd406ed3dceef4412ec/#dst100012](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_376143/44169ea7251f1f68999e4fd406ed3dceef4412ec/#dst100012) (дата обращения: 25.03.2024).

17. Скороходова Ю. В. Аспирационная пожарная сигнализация // Вестник магистратуры. 2021. №5. С. 97-99.

18. Тимербаев А. Р. Инфракрасные датчики и их применение // Технические и естественные науки. 2022. №12. С. 66-68.

19. Троянов О. М. Технические средства противопожарной защиты и обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях техногенного характера // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2019. №4. С. 12-19.

20. Чешко И. Д. Расследование и экспертиза пожаров. СПб. : СПБГПБ МВД России, 2020. 562 с.

21. Членов А. Н. Новые возможности управления противопожарной защиты объектов // Компьютерное и информационные науки. 2019. №5. С. 12-18.

## Приложение А

### Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов и обращения с отходами

Таблица А.1 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный год 2023 г.

№	Наименование видов отходов	Код по ФККО	Класс опасности и 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
	Отходы коммунальные, подобные коммунальным на производстве и при предоставлении услуг населению	7 30 000 00 00 0	IV	0	8	8	0	0	0

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

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	
0	0	0	0	0	8	
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
0	0	0	0	0	0	0

Продолжение приложения А

Таблица А.2 – 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
ЛОС механической очистки	2022	Механическая очистка, Поток ПНУ-БМ (2)-180	0,35; 85	0,2; 60	0,07; 25	Взвешенные вещества	19.03.2024	0,05	0,05	0,045	98,7	98,7