

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 Обеспечение пожарной безопасности склада хранения  
промышленной продукции

Обучающийся

П.Ю. Иваненко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, А.В. Щипанов

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

Консультант

к.э.н., Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2023

## Аннотация

Тема ВКР: «Обеспечение пожарной безопасности склада хранения промышленной продукции».

В разделе «Анализ методов обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции» проводится анализ методов обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции и нормативных требований по обеспечению противопожарной защиты.

В разделе «Выбор средств пожарной автоматики для обеспечения пожарной безопасности объекта» описаны существующие системы и средства противопожарной защиты на складских объектах и выполнен анализ средств пожарной автоматики.

В разделе «Проектирование системы противопожарной защиты склада хранения промышленной продукции» проводилась разработка системы противопожарной защиты выбранного склада хранения промышленной продукции.

В разделе «Охрана труда» составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест и произведена оценка производственных рисков на рабочих местах и определены мероприятия по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочем месте.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» определена антропогенная нагрузка организации на окружающую среду и оформлены результаты производственного контроля в области охраны окружающей среды.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» выполнен расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Количественная характеристика работы: объем работы составляет 69 страниц, 4 рисунка, 19 таблиц.

## Содержание

Введение.....	4
Термины и определения .....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Анализ методов обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции.....	9
1.1 Специфика складов хранения промышленной продукции при разработке методов обеспечения пожарной безопасности.....	9
1.2 Анализ существующих методов обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции с учетом применяемых норм и правил .....	12
2 Выбор средств пожарной автоматики для обеспечения пожарной безопасности объекта.....	17
2.1 Анализ средств пожарной автоматики применяемых в системах обеспечения пожарной безопасности .....	17
2.2 Выбор средств пожарной автоматики для систем противопожарной защиты склада хранения промышленной продукции .....	19
3 Проектирование системы противопожарной защиты склада хранения промышленной продукции.....	24
4 Охрана труда.....	36
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	44
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	52
Заключение .....	61
Список используемых источников .....	65

## Введение

С каждым годом вопросы повышения пожаробезопасности и оснащения современными системами пожаротушения промышленных объектов становятся более актуальными. К сожалению, с ростом энергооснащенности современных сооружений, увеличиваются и риски возникновения пожаров и пожароопасных ситуаций. Между тем, помимо прямого ущерба, пожары наносят огромный косвенный урон всей экономике.

К сожалению, известные трудности прошлых лет наложили отпечаток и на сильную некогда противопожарную службу. Пожарные, в силу объективных причин, зачастую не в состоянии вовремя приехать на место. Среднее время прибытия пожарных расчетов составляет от 8 мин в городах до 19 мин в сельской местности, а в условиях мегаполисов может увеличиться непредсказуемо из-за дорожных проблем [26].

Поэтому, в подобных условиях, на первый план выходит организация пожарной безопасности – обучение работников предприятия по пожарной безопасности, создание комплекса мер, который позволит если не потушить сразу возникший очаг возгорания, то хотя бы с наименьшими потерями дождаться профессиональных борцов с огненной стихией. На практике это означает, что ни одно здание не должно вводиться в эксплуатацию без надежно работающей системы автоматического пожаротушения, при этом система должна быть проста в обслуживании.

Главная и первая задача противопожарной системы – это сохранение жизни и здоровья людей. Вторая – сохранения материальных ценностей.

Цель исследования – спроектировать систему противопожарной защиты склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат».

Для достижения поставленной цели исследования необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать методы обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции;
2. Выбрать средства пожарной автоматики для обеспечения пожарной безопасности объекта;
3. Разработать проект системы противопожарной защиты склада хранения промышленной продукции;
4. Провести анализ охраны труда;
5. Провести анализ окружающей среды и экологической безопасности;
6. Оценить эффективность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

В качестве методов исследования были использованы анализ, синтез, обобщение, классификация, проектирование, методы экономической и вероятностной оценки.

## Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Загрязнение окружающей среды – поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду [6].

Загрязнение атмосферного воздуха – поступление в атмосферный воздух или образование в нем вредных (загрязняющих) веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха [6].

Контроль – сравнение фактического исполнения с запланированным, анализ отклонений, оценка тенденций для оказания влияния на улучшение процессов, оценка альтернатив и рекомендация корректирующих действий, если это необходимо [12].

Нормативные документы по пожарной безопасности – национальные стандарты, своды правил, содержащие требования пожарной безопасности (нормы и правила), правила пожарной безопасности, а также действовавшие до дня вступления в силу соответствующих технических регламентов нормы пожарной безопасности, стандарты, инструкции и иные документы, содержащие требования пожарной безопасности [2].

Нормативно-технический документ – внутренний документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к организации и совершенствованию производственно-технической деятельности Компании и утвержденный в установленном порядке [24].

Опасность – источник потенциального ущерба, вреда или ситуация с возможностью нанесения ущерба [9].

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» [9].

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующееся возможностью предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [24].

Пожарный извещатель – «техническое средство, предназначенное для обнаружения факторов пожара и/или формирования сигнала о пожаре» [17].

Пожарная сигнализация – «совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд» [1].

Система обеспечения пожарной безопасности – совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами [15].

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

АКБ – аккумуляторная батарея.

АППЗ – автоматика противопожарной защиты.

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации.

АУПТ (АПТ, АСПТ) – автоматическая установка пожаротушения.

АЦП – аналого-цифровой преобразователь.

ВНИИПО – Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны.

ЗС – звуковой сигнал.

КД – контроль доступа.

ОТ – охрана труда.

ОТВ – огнетушащего веществ

ПДК – предельнодопустимая концентрация.

ПК – пожарный кран.

ППКП – пожарный приемно-контрольный прибор.

СИЗ – средство индивидуальной защиты.

СМУ – система мониторинга устройств.

СУОТ – система управления охраной труда.

ТРoТПБ – технический регламент о пожарной безопасности.

УАПП – устройство автоматического повторного пуска.

ФЗoПБ – Федеральный закон «О пожарной безопасности.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь.

ШС – шлейф сигнализации.

ЭКМ – электроконтактный манометр.

AVR – семейство микроконтроллеров.

USB – последовательный интерфейс для подключения периферийных устройств к вычислительной технике.

# **1 Анализ методов обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции**

## **1.1 Специфика складов хранения промышленной продукции при разработке методов обеспечения пожарной безопасности**

В качестве объекта исследования был выбран склад промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат».

ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» - одно из крупнейших лесобработывающих предприятий Урала, занимается производством фанеры клееной и плиты фанерной, с использованием собственного сырья, а также сбытом данной продукции. ООО «Эко-групп» является основным деловым партнером ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» и для постоянного обеспечения качества выпускаемой продукции и увеличения производительности проводит ежегодную модернизацию производственных линий ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат».

В состав производства фанеры входят:

- биржа;
- Цех по подготовке сырья;
- Луцильный цех;
- Сушильный цех;
- Цех по производству фанеры (сборка, прессование, обрезка, шлифование, сортировка, упаковка, маркировка фанеры);
- Склад готовой продукции.

На складе промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» хранится изготовленная продукция - фанера, упакованная в картонные коробки, уложенные на деревянные палеты вертикальными стопками. Так же часть изготовленной продукции хранится на стеллажах, в неупакованном виде (рисунок 1).



Рисунок 1 - Склад хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат»

При разработке методов обеспечения пожарной безопасности на складе хранения промышленной продукции необходимо учитывать следующие особенности складов хранения промышленной продукции:

- планировка вертикальных и горизонтальных полых пространств и проемов;
- количество свободного пространства;
- вместимость складского помещения;
- распределение хранимой промышленной продукции и наличие другого инвентаря на складе.

Как правило, крытые склады проектируются с учетом определенной вместимости. По финансовым причинам склады используются по максимуму, что приводит к большим штабелям хранения при минимальном расстоянии между ними. В случае, когда на складах нет свободных горизонтальных пространств и/или с пространствами, расположенными выше 2 м, большее свободное пространство внутри стеллажей позволяет воздуху свободно циркулировать, что способствует распространению огня [7].

Следует избегать концентрации легковоспламеняющихся материалов в помещениях, которые используются для упаковки, распаковки, классификации и т.д. Количество свободного пространства влияет на интенсивность пожара [7].

Хранение товаров на стеллажах также опасно из-за высоты стеллажей, которая может достигать 50 м. Из-за такой высоты и узких проходов и коридоров, когда пожар вспыхивает на верхних этажах, воде из оросителей системы пожаротушения, установленных на потолке, трудно попасть в очаг возгорания [5, 16].

Затем необходимо вручную потушить пожар с помощью пожарных рукавов и противопожарной огнетушители, что довольно рискованно, поскольку быстрое распространение огня может ослабить металлические стойки, поскольку сталь меняет свои свойства, когда температура достигает 538 °С [15].

Кроме перечисленного, во внимание необходимо принимать и другие условия, которые не находятся на складе и не зависят от распределения пространства складского помещения.

К таким условиям относятся:

- близлежащие здания (иногда источник пожара находится не в самом складе, а в соседнем здании, и наличие достаточного расстояния между зданиями или различными складскими помещениями может предотвратить распространение огня с крыши одного здания на крышу другого здания);
- разная высота крыш близлежащих зданий;
- наличие деревьев и кустарников вокруг склада может привести к распространению огня на сам склада;
- поджоги (могут произойти из-за горящих поддонов, которые размещены за пределами склада, ящиков, картонных отходов и так далее);
- внешние складские помещения на складах, которые сопряжены с большими рисками (несмотря на это, существует несколько случаев, когда

оправданы внешние складские помещения – когда складываемые товары или материалы не требуют противопожарной защиты, например, металлические, то есть когда имеют низкую пожароопасность) [21].

Меры противопожарной защиты, установленные на складах, влияют на способность контролировать огонь и тушить его таким образом, чтобы свести к минимуму возможные последствия.

Необходимо оценить и учесть все условия, чтобы обеспечить надлежащую защиту.

## **1.2 Анализ существующих методов обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции с учетом применяемых норм и правил**

Проведём анализ существующих методов обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции с учетом применяемых норм и правил по проверочным листам со списками вопросов, утверждёнными Приказом МЧС России от 9 февраля 2022 г. № 78 «Об утверждении форм проверочных листов (списков контрольных вопросов, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении контролируемым лицом обязательных требований), применяемых должностными лицами органов государственного пожарного надзора МЧС России при осуществлении федерального государственного пожарного надзора» [8].

Анализ проводится в виде заполнения специализированной анкеты, которая включает в себя вопросы организации хранения промышленной продукции, а так же способов предупреждения и ликвидации возникновения пожарной опасности на складе хранения промышленной продукции представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа существующих методов обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции

Контрольные вопросы	Реквизиты НПА	Ответы на вопросы		
		да	нет	неприменимо
Какое условие соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности или их сочетание (далее - условие соответствия) выбрано собственником объекта защиты или лицом, владеющим объектом защиты на праве хозяйственного ведения, оперативного управления либо ином законном основании, для обеспечения пожарной безопасности:	Статья 6 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – ТРoТПБ)	-	-	-
выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРoТПБ и нормативными документами по пожарной безопасности?		-	+	-
выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРoТПБ и стандартом организации, согласованным в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности?		-	+	-
выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРoТПБ, и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных ТРoТПБ?		-	+	-
выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРoТПБ, и результаты исследований, расчетов и (или) испытаний подтверждают обеспечение пожарной безопасности объекта защиты в соответствии с частью 7 статьи 6 ТРoТПБ?		-	+	-
выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРoТПБ, и специальных технических условий, отражающих специфику обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений и содержащих комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности?		-	+	-
выполнены ли в полном объеме решения, предусмотренные проектной документацией, разработанной и утвержденной в установленном порядке?		-	+	-

Продолжение таблицы 1

Контрольные вопросы	Реквизиты НПА	Ответы на вопросы		
		да	нет	неприменимо
Обеспечивается ли пожарная безопасность объекта защиты путем выполнения выбранного условия соответствия в части:				
соблюдения противопожарных расстояний между зданиями и сооружениями, наружными установками и открытыми стоянками автомобилей?	Статьи 4, 6, глава 16, статьи 78, 80,100 ТРoТПБ	+	-	-
обеспечения наружного противопожарного водоснабжения?	Статьи 4, 6, 62, 68, 78, 80, 90, 99 ТРoТПБ	+	-	-
обеспечения проездов и подъездов для пожарной техники?	Статьи 4, 6, 78, 90, глава 22 ТРoТПБ, статья 20 ФЗоПБ	+	-	-
соблюдения конструктивных и объемно-планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности здания?	Статьи 4, 6, 52, 57, 58, 59, 78, 80, 87, главы 30, 31 ТРoТПБ	+	-	-
ограничения распространения пожара?	Статьи 4, 6, 57, 58, 59, 78, 88, 138, 139, 140 ТРoТПБ	+	-	-
соблюдения показателей категории зданий, сооружений, помещений и наружных установок по признаку взрывопожарной и пожарной опасности?	Статьи 4, 6, главы 7, 8 ТРoТПБ	+	-	-
защиты зданий, сооружений, помещений и оборудования автоматической установкой пожаротушения и (или) автоматической пожарной сигнализацией?	Статьи 4, 6, 54, 61, 78, 81, 82, 83, 91, 103, 104, глава 26 ТРoТПБ	-	+	-
обеспечения защиты зданий, сооружений, помещений и оборудования иными системам противопожарной защиты (системой коллективной защиты, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, системой противодымной защиты, системы внутреннего противопожарного водопровода)?	Статьи 4, 6, 54, 55, 56, 78, 81, 82, 84, 85, 86, 106, 107, глава 31 ТРoТПБ	-	+	-

Проведенный анализ существующих методов обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» позволил выявить, что на складе хранения промышленной продукции требования пожарной безопасности,

установленные ТРoТПБ и нормативными документами по пожарной безопасности выполнены не в полном объеме [26].

Расчёт пожарного риска в ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» не проводился, значит, пожарная безопасность на нём будет считаться обеспеченной при выполнении в полном объеме требований пожарной безопасности, установленных Федеральным законом № 123-ФЗ и нормативными документами по пожарной безопасности [26].

Вывод по 1 разделу.

В разделе проводился анализ методов обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции и нормативных требований по обеспечению противопожарной защиты.

В качестве объекта исследования был выбран склад промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат».

На складе промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» хранится изготовленная продукция - фанера, упакованная в картонные коробки, уложенные на деревянные палеты вертикальными стопками. Так же часть изготовленной продукции хранится на стеллажах, в неупакованном виде.

При разработке методов обеспечения пожарной безопасности на складе хранения промышленной продукции необходимо учитывать следующие особенности складов хранения промышленной продукции:

- планировка вертикальных и горизонтальных полых пространств и проемов;
- количество свободного пространства;
- вместимость складского помещения;
- переносное электросветильное оборудование с безопасным напряжением до 42 В для освещения зоны работы;
- распределение хранимой промышленной продукции и наличие другого инвентаря на складе.

Как правило, крытые склады проектируются с учетом определенной вместимости. По финансовым причинам склады используются по максимуму, что приводит к большим штабелям хранения при минимальном расстоянии между ними. В случае, когда на складах нет свободных горизонтальных пространств и/или с пространствами, расположенными выше 2 м, большее свободное пространство внутри стеллажей позволяет воздуху свободно циркулировать, что способствует распространению огня [7].

Проведенный анализ существующих методов обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» позволил выявить, что на складе хранения промышленной продукции требования пожарной безопасности, установленные ТР о ТПБ и нормативными документами по пожарной безопасности выполнены не в полном объеме [26].

## **2 Выбор средств пожарной автоматики для обеспечения пожарной безопасности объекта**

### **2.1 Анализ средств пожарной автоматики применяемых в системах обеспечения пожарной безопасности**

Система пожарной сигнализации предназначена для обнаружения пожара на ранней стадии возгорания, в автоматическом режиме оповещения персонала о возникновении пожара, формирования сигналов управления автоматикой здания (отключение систем вентиляции и кондиционирования, разблокировка дверей системы КД, а также на включение систем оповещения людей о пожаре и др.) [27].

Когда возникает очаг возгорания автоматической системой формируется состояние «Внимание». При повторном сигнале автоматической системой формируется состояние «Пожар».

При нажатии на ручной пожарный извещатель, установленный на пути эвакуации, формируется сигнал «Пожар», и выдаются все команды управления как при сработке дымовых, тепловых пожарных извещателей.

После завершения мероприятий по ликвидации возгораний или устранения возникших неисправностей формируется команда на постановку АППЗ в дежурный режим с помощью органов управления.

В соответствии с СПЗ.13130.2009 для данного вида объекта должна быть предусмотрена система оповещения людей о пожаре – 2 ого типа (световые и звуковые (сирены) оповещатели [17].

После того как АУПС сформирует сигнал «Пожар», включается световое и звуковое оповещение людей о пожаре.

Блок транслирует команду на выходы, реле которого запускает свето-звуковое оповещение при помощи устройства контроля линии связи и пуска релейно-прецезионное.

При коротком замыкании или обрыве линии подключения оповещателя блок переходит в режим «Неисправность цепей оповещения». В этом режиме блок продолжает выполнять свои основные функции, но выдаёт предупреждающие сигналы о неисправности на пульт, а также, на индикатор «Работа», и отрывистые звуковые сигналы на встроенный ЗС. При восстановлении целостности линии подключения оповещателя блок автоматически возвращается в дежурный режим [20].

Настенные звуковые оповещатели располагаются таким образом, чтобы их верхняя часть была на расстоянии не менее 2,3 м от уровня пола, но расстояние от потолка до верхней части оповещателя – не менее 150 мм.

Световые оповещатели устанавливаются над эвакуационными выходами на высоте не менее двух метров.

Рассмотрим часто используемое на складских объектах системы водяного пожаротушения [23].

Система пожаротушения предварительного действия – система предназначена для тушения очага возгорания при поступлении сигнала от СМУ устанавливается в подсобное помещение вблизи источника водоснабжения [19].

Приведенные выше системы, имеют следующие недостатки:

- морально устарел принцип управления системами пожаротушения;
- полностью отсутствует или очень неудобная и не информативна система индикации устройств;
- в большинстве представленных систем для связи с пожарными датчиками используется аналоговый принцип связи, что требует огромного количества подключаемых шлейфов.

Проведенный анализ наглядно показал, что нет аналога полностью удовлетворяющего поставленной задаче, имеется большой ряд недостатков, которые в значительной степени влияют на надежность и стоимость системы.

Таким образом, система пожарной сигнализации предназначена для обнаружения пожара на ранней стадии возгорания, в автоматическом режиме

оповещения персонала о возникновении пожара, формирования сигналов управления автоматикой здания (отключение систем вентиляции и кондиционирования, разблокировка дверей системы КД, а также на включение систем оповещения людей о пожаре и др.).

Рассмотренные в данном параграфе средства пожарной автоматики имеют ряд недостатков.

## **2.2 Выбор средств пожарной автоматики для систем противопожарной защиты склада хранения промышленной продукции**

Автоматическая установка пожарной сигнализации предназначена для обнаружения пожара, а также для выдачи сигнала пожарной тревоги.

Объемно-пространственная композиция производственно-складского корпуса строится на сочетании 2-х объемов – двухэтажного складского и 3-х этажного производственно-складского со встроенными административными помещениями в верхнем уровне.

Производственный корпус в осях 1-16, между осями А-Д с размерами в плане (в осях) 84,0×21,0 м., предназначен для размещения в нем зоны ТР и ТО автомобилей и участка окончательной сборки изделий на 1-ом этаже (на отм. -4,800), участка окраски и грунтовки (акриловыми красителями на водной основе) на 2-ом этаже (на отм. ±0,000) и встроенных административных помещений, расположенных на третьем этаже (на отм. +6,400). На первом этаже располагается мастерская для ремонта незначительных поломок автомобилей и их осмотра (в осях 8-16), участок окончательной сборки изделий (в осях 1-8), раздевалки и санузлы для рабочих этих зон. Полы на отм.-4,800 по грунту. Фундаменты – свайные.

Стальной каркас здания устанавливается на монолитный, железобетонный первый этаж с сеткой колонн 6,0×9,0 м; ригелями 600×600(h) мм, 600×1100(h) мм пролётом 9,0 м; 6,0 м; и монолитной плитой,

толщиной 400 мм. Толщина наружных монолитных стен 400 мм. Сетка колонн стального каркаса в осях 1-16 между осями А-В 6,0×18,0 м с операнием колонн в узлах на металлические колонны среднего ряда. Внутренний объём здания разделяется междуэтажным перекрытием на два этажа, из которых нижний, служит для производственных нужд, а верхний – для административных помещений.

Вдоль оси Д, оси 1 и 16 первый этаж блока заглублен в землю, а по оси А располагается над поверхностью земли. Фасадная монолитная стена по оси А, в которой расположены оконные проемы и въездные ворота – утепляемая. Конструктивная схема 2 этажа – металлический каркас из типовых конструкций. Ограждающие конструкции - панели типа «сэндвич». Вдоль оси 1, В, 16, А предусмотрено остекление. В осях 8-9, 9-10, 10-11, в монолитных стенах предусмотрены въездные ворота на отметке -4,800, подъем с отметки -4,800 на отметку ±0,000 осуществляется по лестнице, выполненной в монолитном варианте в осях 8-9, В-Г. На отметке ±0,000 въездные ворота предусмотрены в осях А-Б по оси 16, Б-В по оси 1.

Входы в корпус рассредоточены по периметру, расположены в осях 10-11 по оси А, 6-7 по оси А в монолите и в осях А-Б по оси 16, в осях 9-10 по оси В, в осях 3-4 по оси В в панелях типа «сэндвич». Подъем с отметки -4,800 на отметку ±0,000 осуществляется по лестнице, выполненной в монолитном варианте в осях 8-9, В-Г. Подъем с отметки ±0,000 на отметку +6,400 осуществляется по лестнице, выполненной в монолитном варианте в осях 8-9, В-Г, в качестве эвакуации с этажа на отм.+6,400 дополнительно используются открытые металлические лестничные клетки в осях 3-4, В-Г; и 13-14, В-Г.

Высота этажей здания:

- 1-го этажа – 4,3 м. (до низа перекрытия);
- 2-го этажа – 6,075 м. (до низа перекрытия);
- 3-го этажа – 2,800 (до подвесного потолка).

Между корпусами в осях 1-8 по оси А выполнена противопожарная кирпичная стена толщиной 510 мм.

Площадь земельного участка 27632 м<sup>2</sup>.

На территории предусматривается проезд транспорта только для нужд предприятия и пожарно-спасательной техники.

Проезжая часть на территории позволяет обеспечить доступ с пожарных лестниц и подъемников на каждый уровень сооружаемых объектов. Ширина тротуаров принята 1,5 м.

Проанализировав структурную схему разрабатываемой системы, можно сделать вывод о необходимости использования следующих устройств:

- 33 датчика температуры;
- 33 датчика дыма и концентрации угарного газа (датчики температуры и дыма помещаются в единый пожарный модуль);
- пульт управления (кнопка ручного запуска, система индикаторов);
- устройство мониторинга и управления;
- выносные системы управления и индикации (6 штук);
- персональный компьютер;
- система порошкового пожаротушения.

Все металлические элементы каркаса (за исключением противопожарной стены) здания необходимо окрасить огнезащитной вспучивающейся краской ОЗК-01 ТУ 2316-002-54737814-03 ООО «Кроз».

Все металлические элементы каркаса в противопожарной стене необходимо покрыть огнезащитным штукатурным составом СОШ-1 ТУ 5765-001-54737814 в 2 слоя (min 12 мм.).

Противопожарную кирпичную стену возводить после монтажа металлических конструкций и нанесения на них противопожарного состава.

Противопожарную кирпичную стену покрыть огнезащитным штукатурным составом СОШ-1 ТУ 5765-001-54737814 в 1 слой (min 6 мм.) с двух сторон. От отм. +10.860 до отм. +11.850 штукатурный состав СОШ-1 покрыть водостойкой водно-дисперсной краской для фасадных работ [27].

Помещение склада, расположенное на отм. 0,000 в осях 1-4; А-Д, отделено от других помещений противопожарной стеной I типа (REI 150).

Помещение склада отапливаемое, относится к категории «В1» по НПБ 105-03, класс по ПУЭ – П-I [10].

Запыленность, задымленность, вибрация и агрессивность среды отсутствуют.

Площадь склада – 372,4 м<sup>2</sup>, высота – 7,2 м.

Хранение материалов производится на стеллажах высотой 4,5 м.

Защите системой автоматической пожарной сигнализации подлежат остальные помещения здания, за исключением помещений категории «Д», «В4», лестничных клеток и помещений с мокрыми процессами [17].

Исходя из показателей пожаровзрывоопасности, агрегатного состояния веществ и материалов, степени герметичности помещения и особенностей развития пожара в качестве огнетушащего вещества (ОТВ) принят огнетушащий порошок.

Установка состоит из одной секции, защищающей всю площадь склада и ярусы стеллажей. Механизм тушения заключается в изоляции горючей среды и ингибировании активных центров в процессе горения [25].

Вывод по второму разделу.

В разделе описаны существующие системы и средства противопожарной защиты на складских объектах и выполнен анализ средств пожарной автоматики.

Система пожарной сигнализации предназначена для обнаружения пожара на ранней стадии возгорания, в автоматическом режиме оповещения персонала о возникновении пожара, формирования сигналов управления автоматикой здания (отключение систем вентиляции и кондиционирования, разблокировка дверей системы КД, а также на включение систем оповещения людей о пожаре и др.).

Рассмотренные в разделе системы пожарной безопасности, имеют следующие недостатки:

- морально устарел принцип управления системами пожаротушения;
- полностью отсутствует или очень неудобная и не информативная система индикации устройств;
- в большинстве представленных систем для связи с пожарными датчиками используется аналоговый принцип связи, что требует огромного количества подключаемых шлейфов.

Проведенный анализ наглядно показал, что нет аналога полностью удовлетворяющего поставленной задаче, имеется большой ряд недостатков, которые в значительной степени влияют на надежность и стоимость системы.

Исходя из показателей пожаровзрывоопасности, агрегатного состояния веществ и материалов, степени герметичности помещения и особенностей развития пожара в качестве огнетушащего вещества (ОТВ) принят огнетушащий порошок.

### **3 Проектирование системы противопожарной защиты склада хранения промышленной продукции**

Для защиты помещения склада (секция 1) принята импульсная автоматическая установка порошкового пожаротушения на основе сертифицированных модулей МПП(Р)-7-И-ГЭ-УХЛ кат.3.1 (торговая марка «Гарант-7») ТУ 4854-002-58010730-2005.

Применение данного типа модулей является наиболее оптимальным с учетом высоты помещения, высоты складирования, угла распыла модулей, диаграмм распыла с обеспечением защиты материалов, находящихся на стеллажах.

Основные модули устанавливаются в защищаемом помещении на жестких конструкциях перекрытия с учетом обеспечения направления выброса порошка вниз.

Количество модулей, места их установки определены согласно требованиям действующих нормативных документов и указаниям паспорта на изделие с учетом технических характеристик модулей.

Для защиты помещения уборочного инвентаря (секция 2) применен модуль порошкового пожаротушения МПП(Р)-2,5-И-ГЭ-УХЛ кат.3.1 (торговая марка Буран-2,5) ТУ 4854-004-40302231-97 с изм.2 с функцией самосрабатывания.

В качестве ОТВ в модулях используются сертифицированные огнетушащие порошки общего назначения.

«При использования способа тушения пожара по площади количество модулей для защиты помещения склада определяется по формуле

$$N = \frac{S_s}{S_n} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \quad (1)$$

где N – количество модулей, необходимых для защиты помещения, шт.;

$S_n$  – нормативная площадь, защищаемая одним модулем,  $m^2$ ;

$S_s$  – площадь, защищаемого помещения,  $m^2$ ;

$K_1$  – коэффициент неравномерности распыления порошка (по паспортным данным равен 1,0);

$K_2$  – коэффициент запаса, учитывающий затененность возможного очага загорания и зависящий от отношения площади, затененной оборудованием, к защищаемой площади (принимается равным 1,2);

$K_3$  – коэффициент, учитывающий изменение огнетушащей эффективности используемого порошка по отношению к горючему веществу в сравнении с бензином А-76 (принимается равным 1,0 по табл. приложения 9 НПБ 88-2001\*);

$K_4$  – по паспортным данным принимается равным 1,0» [24].

Исходя из тактико-технических характеристик на один МПП(Р)-7, площадь, защищаемая одним модулем составляет 20,0  $m^2$ .

Исходя из тактико-технических характеристик на один МПП(р)-2,5, площадь, защищаемая одним модулем составляет 7,0  $m^2$ .

Количество модулей, необходимых для защиты помещения уборочного инвентаря – не менее 23 шт.

С учетом диаграмм распыла модулей и обеспечения защиты материалов, находящихся на стеллажах, в проекте количество модулей МПП (Р)-7 – 42 шт.

Установка порошкового пожаротушения обеспечена запасом не перезаряжаемых модулей, необходимых для замены основных модулей. Запасные модули должны храниться на складе объекта. Допускается отсутствие запаса на объекте, если заключен договор о сервисном обслуживании установки [27].

Произведём выбор микроконтроллера.

Для обеспечения высокой надежности системы управления необходимо использовать как можно меньше электронных компонентов. В настоящее

время это позволяют сделать современные микроконтроллеры, представляющие из себя микро ЭВМ, выполненную на одном кристалле.

Фирма Atmel выпускает 8-разрядные RISC-микроконтроллеры (семейство AVR), имеющие в своем составе (на одном кристалле) довольно широкий диапазон периферийных устройств (АЦП, ЦАП, компаратор, ШИМ-генератор, таймеры-счетчики и др.). Из набора перечисленных выше узлов системы в составе микроконтроллера будут:

- полнофункциональный CAN – контроллер для возможности работы с CAN-сетью;
- наличие асинхронного приемопередатчика УАПП (UART) для совмещения операции чтения ранее принятого байта с приемом очередного байта.

Требуемые устройства содержит следующие микроконтроллеры:

- AT89C51CC03;
- T89C51CC02;
- AT90CAN32.

В таблице 2 представлены основные характеристики микроконтроллеров.

Таблица 2 – Характеристики микроконтроллеров семейства AVR

Тип	Тактовая частота, МГц	Таймеры/счетчики, кол-во × разрядность	Другие отличия	Тип корпуса
AT89C51CC03	0...20	3×16	Пять портов: 32 + 4 цифровых линий ввода-вывода, полнодуплексный UART, совместимый с 80C51	VQFP44 PLCC44 VQFP64 PLCC52
T89C51CC02	0...40	3×16	Три или четыре порта: 16 или 20 цифровых линий ввода-вывода	40PDIP, 44PLCC, 44TQFP
AT90CAN32	0...16	2×16, 2×8	7 портов: 53 линии ввода-вывода, два UART	MLF 64 LQFP 64

Использование микроконтроллера T89C51CC02 не представляется возможным в связи с малым количеством памяти для хранения программы алгоритма управления, а также малым количеством портов, недостаточным количеством линий ввода/вывода (недостаточным для одновременной организации обмена с CAN-сетью и персональным компьютером).

Микроконтроллер AT89C51CC03 имеет слишком большую емкость памяти, поэтому его стоимость выше стоимости представленных контроллеров. Наиболее целесообразно использовать микроконтроллер AT90CAN32.

Для обеспечения визуальной индикации статуса системы на пульте управления расположены дискретные светодиоды в количестве трех штук:

- красный индикатор – «запуск системы пожаротушения»;
- желтый индикатор – «режим работы только ручной»;
- зеленый индикатор – «автоматически режим работы».

Все индикаторы подключаются к порту А. Для запуска системы пожаротушения, в случае несрабатывания автоматики, используется кнопка ручного пуска, выводы которой также подсоединяются к порту А.

Для дистанционного закрытия заслонок системы дымоудаления на пульте управления имеется кнопка, которая подключается к порту А и к модулю управления.

Выносные системы управления и индикации – данные системы предназначены для обеспечения визуальной индикации статуса системы за пределами защищаемой зоны.

Выносные системы управления и индикации имеют схожую с пультом управления систему индикации, а также кнопку ручного запуска системы пожаротушения. К блоку управления подсоединяются через CAN-сеть.

Структура микроконтроллера AT90CAN32 представлена на рисунке 2.

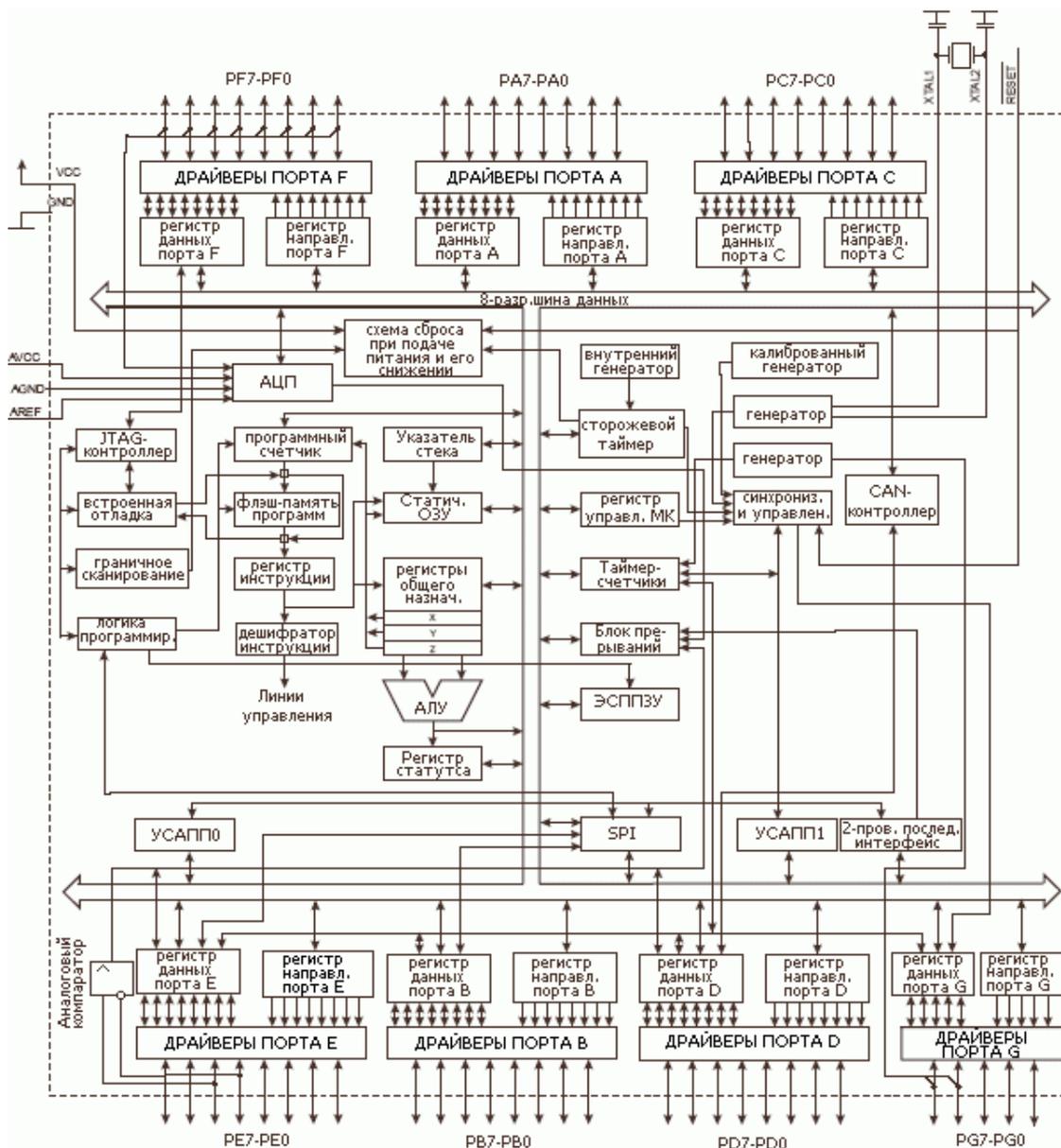


Рисунок 2 – Структура микроконтроллера AT90CAN32

Для передачи данных с блока управления на компьютер используется последовательная шина USB. Реализовать связь шины с микроконтроллером можно двумя способами:

- использовать специальный микроконтроллер с аппаратной реализацией USB интерфейса. Данный микроконтроллер затем необходимо соединить с портом ввода-вывода микросхемы AT90CAN32;

- выполнить программную реализацию USB-интерфейса. При этом сигнальные шины USB-разъема будут соединяться с любыми двумя линиями порта ввода-вывода микроконтроллера с минимальным количеством внешних элементов.

В первом случае необходимо покупать дополнительный микроконтроллер, но в тоже время можно получить очень быстрый обмен данными.

Во втором случае достаточно написать дополнительную программу и записать ее в микроконтроллер AT90CAN32, а так как оттранслированная программа занимает от 1200 до 1400 байт, что незначительно на фоне общего объема контроллера, поэтому использование именно этого варианта наиболее привлекательно.

Извещатель выполняет следующие функции:

- измерение концентрации дыма;
- измерение температуры окружающей среды;
- автоматическая компенсация запыленности дымовой камеры.

Для измерения температуры и проверки наличия дыма в контролируемом помещении используется комбинированный пожарный извещатель UniPOS FD7160 (рисунок 3).



Рисунок 3 – Пожарный извещатель UniPOS FD7160

Адресный извещатель состоит из розетки и датчика, представляющего собой пластмассовый корпус, внутри которого размещена оптико-

электронная система и плата с радиоэлементами, обеспечивающая обработку сигналов на базе микроконтроллера. Разъемное соединение датчика с розеткой обеспечивает удобство установки, монтажа и обслуживания извещателя. Измерение температуры осуществляется микроконтроллером по изменению сопротивления чувствительного элемента [2].

Извещатель позволяет обнаружить пожар в ранней стадии развития и реагирует на определенный порог концентрации дыма и/или на повышение температуры в охраняемой среде. Технические данные пожарного извещателя FD7160 представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические данные пожарного извещателя FD7160

Показатель	Характеристика
Принцип действия	Рассеивание света (эффект Тиндала) с микропроцессорным управлением и измерением температуры
Номинальное напряжение питания извещателя	24В
Ток в состоянии покоя	310 mA
Ток в состоянии тревоги	(2±1) mA при (15-30)VDC
Соединительные клеммы	максимальное сечение проводника 2,5 mm <sup>2</sup>
Степень защиты	IP43
Температура срабатывания извещателя по тепловому каналу	- от 54 до 70 °C
Чувствительность	соответствие EN54/7 и EN54/5, класс A1R, A2R, BR
Габариты (с базой)	100 x 52mm
Охраняемая площадь	100 m <sup>2</sup> при H=3.5m
Масса (с базой)	0,100 kg

Уровень чувствительности оптической части извещателя может регулироваться в процессе работы системы.

Схема подключения извещателей к CAN-шине изображена на рисунке 4.

Извещатель полностью удовлетворяет требованиям EN54/7 и EN54/5.

Сразу после подключения прибора к сети 230 В все запрограммированные шлейфы сигнализации должны автоматически перейти в дежурный режим (если они в норме), при этом светодиоды,

соответствующие каждому из этих шлейфов должны гореть непрерывно зелёным цветом. Светодиоды «220В» и «Сеть» должны светиться непрерывно зеленым цветом, светодиод «Неисправность» не гореть.

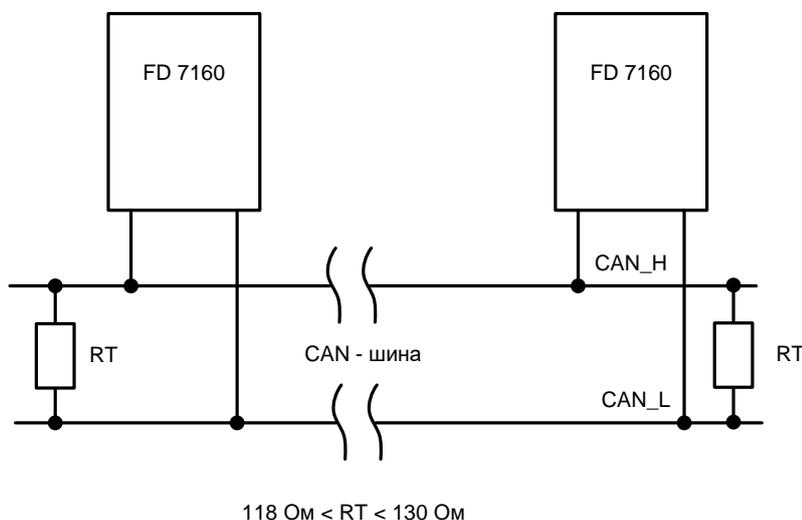


Рисунок 4 – Схема подключения извещателей к CAN - шине

При возникновении неисправности в работе системы необходимо установить место сбоя. При отключении напряжения сети светодиод «220В» погаснет, а светодиод «Неисправность» начнёт мигать, индицируя неисправность (зуммер будет подавать короткие звуковые сигналы). При отсутствии или разряде аккумуляторной батареи – светодиоды «220В» и «Сеть» должны светиться зеленым цветом, а светодиод «Неисправность» начнёт мигать, индицируя неисправность (зуммер будет подавать короткие звуковые сигналы). Если какой-то из светодиодов, индицирующих состояние ШС, мигает зелёным цветом, то соответствующий ему шлейф находится в неисправности.

Если дымовой датчик зафиксировал опасный фактор пожара, он производит верификацию датчика. При повторном срабатывании датчика шлейф переходит в состояние «внимание» и начинает отсчет интервала верификации шлейфа. Если в течение интервала верификации срабатывает второй извещатель, то шлейф переходит в состояние «пожар», иначе извещатель сбрасывается и шлейф возвращается в состояние «норма».

При срабатывании ручного пожарного извещателя нет необходимости в проведении верификации, так как он активизируется при непосредственном нажатии на него человеком, который обнаружил пожар. Сигнал «Пожар» ПКП передает на контрольный прибор. Состояние «Пожар» сбрасывают с помощью электронного ключа Touch Memory DS1990A, после чего система переходит в состояние «Дежурный режим».

В дежурном режиме модули «Гарант-7» обесточены. При срабатывании не менее двух извещателей пожара включается предупредительная световая и звуковая сигнализация «Порошок! Уходи!». Через 10 с после включения предупредительной сигнализации на устройства запуска порошковых модулей (электроактиватор) поступает импульс постоянного тока. При подаче электрического импульса в газообразователях, размещенных внутри порошковых модулей, начинается химическая реакция

При срабатывании порошковых модулей происходит обрыв цепи электровоспламенителя. Предупредительная световая и звуковая сигнализация отключается и включается световая сигнализация о выходе порошка.

Работа в режиме дистанционного управления допускается только на период проведения регламентных или ремонтных работ.

Пуск порошка должен быть обеспечен в минимальный срок (порядка 60 с от момента возникновения пожара), так как импульсные установки эффективны на ранних стадиях пожара.

Произведём расчет емкости аккумуляторной батареи.

Рабочий ввод в систему (220В. 50Гц) выполняется от щита питания, через вводные автоматы и далее для преобразования в 12В через источник сетевого питания ИПС-12/2, резервное питание от аккумуляторной батареи устанавливаемой в корпусе прибора ППКП-128. При отключении основного источника питания переход на резервный источник осуществляется автоматически. Резервный источник электропитания должен обеспечивать работу технических средств не менее 24 ч в состоянии «Дежурный режим» и

не менее 3 ч в состоянии «Пожар». Емкость аккумуляторных батарей рассчитана с учетом всех токопотребляющих элементов цепи с 25% запасом [8].

Максимальный потребляемый ток в дежурном режиме (формула 2)

$$I_{д.макс} = I_{д.} \cdot n, \quad (2)$$

где  $I_{д.}$  – потребляемый элементами ток в дежурном режиме;

$n$  – количество элементов.

Максимальный потребляемый ток в режиме «Пожар» (формула 3)

$$I_{п.макс} = I_{п.} \cdot n, \quad (3)$$

где  $I_{п.}$  – потребляемый элементами ток в режиме «Пожар».

Расчет емкости аккумуляторной батареи представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет емкости аккумуляторной батареи

Наименование	Кол.	$I_{д.}$ , МА	$I_{п.}$ , МА	$I_{д.макс.}$ , МА	$I_{п.макс.}$ , МА
Плата ППКП-128	1	60	60	60	60
МШ-08(исп.)	3	94	270	282	810
МШ-08(резерв)	1	30	30	30	30
МК-08(1 вкл. реле)	1	5	25	5	25
КП-128П	1	30	90	30	90
Итого:				407	1015

Емкость АКБ в дежурном режиме определяется по формуле 4:

$$Q_{д} = I_{д.макс} \times 24 \quad (4)$$

Рассчитанное значение  $Q_{д}=9,768$  Ач.

Емкость АКБ в режиме «Пожар» определяется по формуле (5)

$$Q_{\text{п}} = I_{\text{п.макс}} \times 3 \quad (5)$$

Откуда рассчитанное значение  $Q_{\text{п}}=3,045$  Ач.

Общая емкость АКБ определяется по формуле (6)

$$Q_0 = (Q_{\text{д}} + Q_{\text{пт}}) \times 1,25 \quad (6)$$

Рассчитанное значение  $Q_0=16,016$ Ач.

В корпус ППКП-128 возможно разместить АКБ максимальной емкостью 18 Ач, чего достаточно для гарантированного резервирования питания системы пожарной сигнализации школы в дежурном режиме в течении 24-х часов и не менее 3 часов с момента включения режима «Пожар».

В типичных ситуациях огонь распространяется в двух направлениях: горизонтально и вертикально. Когда огонь распространяется, тепло поднимается вертикально, и газы от горения скапливаются под крышей. Эти газы чрезвычайно горячие, и это тепло может привести к обрушению крыши и здания [3].

Опыт борьбы с пожарами на складах показывает, что такого рода проблемы можно решить, разместив окна рядом с крышей. Оконное стекло разобьется, когда тепло поднимется вверх, и тепло уйдет через разбитые окна, не повредив конструкцию крыши. Этот эффект более заметен в стальных конструкциях, чем в бетонных конструкциях, из-за лучшей теплопроводности стали. Как правило, вентиляции, обеспечиваемой окнами или проемами в верхних частях склада, достаточно для отвода горячих газов [1].

Выводы по 3 разделу.

В разделе проводилась разработка системы противопожарной защиты выбранного склада хранения промышленной продукции.

Проанализировав структурную схему разрабатываемой системы, можно сделать вывод о необходимости использования следующих устройств:

- 33 датчика температуры;
- 33 датчика дыма и концентрации угарного газа (датчики температуры и дыма помещаются в единый пожарный модуль);
- пульт управления (кнопка ручного запуска, система индикаторов);
- устройство мониторинга и управления;
- выносные системы управления и индикации (6 штук);
- персональный компьютер;
- система порошкового пожаротушения.

Установка порошкового пожаротушения склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» состоит из одной секции, защищающей всю площадь склада и ярусы стеллажей.

Для защиты помещения склада (секция 1) принята импульсная автоматическая установка порошкового пожаротушения на основе сертифицированных модулей МПП(Р)-7-И-ГЭ-УХЛ кат.3.1 (торговая марка «Гарант-7»). С учетом диаграмм распыла модулей и обеспечения защиты материалов, находящихся на стеллажах, в проекте количество модулей МПП(Р)-7 – 42 шт.

Для защиты помещения уборочного инвентаря (секция 2) применен модуль порошкового пожаротушения МПП(Р)-2,5-И-ГЭ-УХЛ кат.3.1 (торговая марка Буран-2,5) ТУ 4854-004-40302231-97 с изм.2 с функцией самосрабатывания. Количество модулей, необходимых для защиты помещения уборочного инвентаря – не менее 23 шт.

## 4 Охрана труда

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» составим реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения, и проведём идентификацию опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций на рассматриваемом объекте [9].

Таблица 5 – Реестр рисков

№	Опасность	ID	Опасное событие
1	Механические опасности	01	Раздавливание или защемление конечностей Падение с высоты Удар падающим предметом Удар вылетевшим из механизмов предметом Падение перемещаемого предмета на ноги Удар о неподвижный предмет или элемент конструкции
2	Электрические опасности	02	Прикосновение к токоведущим частям, находящимися под напряжением
3	Опасности, связанные с воздействием микроклимата и климатические опасности	04	Пребывание в местах с пониженной температурой
4	Опасности, связанные с воздействием вибрации	10	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках Воздействие локальной вибрации на руки работника при использовании ручных механизмов (сужение сосудов, болезнь белых пальцев) Воздействие общей вибрации на тело работника
5	Опасности пожара	12	Попадание огнетушащих веществ на работника Контакт с открытым пламенем Вдыхание дыма, паров вредных газов и пыли при пожаре
6	Опасности транспорта	24	Наезд транспорта на человека Опрокидывание транспортного средства Удар грузом, упавшим с транспортного средства

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н провести идентификацию опасностей, которые могут возникнуть при

выполнении технологических операций (видов работ) на выбранных для анализа рабочих местах.

В рамках проводимого исследования необходимо рассмотреть различные участки производственного склада, поэтому необходимо идентифицировать опасности свойственные рабочим местам [11]. Результаты идентификации сведем в таблицу 6.

Таблица 6 – Идентификация производственных опасностей

№ места	Рабочее место	Опасности	Опасное событие
1	Приемщик	Механические опасности	Раздавливание или защемление конечностей Удар падающим предметом Падение перемещаемого предмета на ноги Удар о неподвижный предмет или элемент конструкции
		Опасности пожара	Попадание огнетушащих веществ на работника Контакт с открытым пламенем Вдыхание дыма, паров вредных газов и пыли при пожаре
		Опасности, связанные с воздействием микроклимата и климатические опасности	Пребывание в местах с пониженной температурой
		Опасности транспорта	Наезд транспорта на человека Опрокидывание транспортного средства Удар грузом, упавшим с транспортного средства
2.	Грузчик	Механические опасности	Раздавливание или защемление конечностей Падение с высоты Удар падающим предметом Падение перемещаемого предмета на ноги Удар о неподвижный предмет или элемент конструкции
		Электрические опасности	Прикосновение к токоведущим частям, находящимися под напряжением
		Опасности, связанные с воздействием микроклимата и климатические опасности	Пребывание в местах с пониженной температурой

Продолжение таблицы 6

		Опасности, связанные с воздействием вибрации	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках Воздействие локальной вибрации на руки работника при использовании ручных механизмов (сужение сосудов, болезнь белых пальцев)
		Опасности пожара	Попадание огнетушащих веществ на работника Контакт с открытым пламенем Вдыхание дыма, паров вредных газов и пыли при пожаре
		Опасности транспорта	Наезд транспорта на человека Опрокидывание транспортного средства Удар грузом, упавшим с транспортного средства
3	Водитель автопогрузчика	Механические опасности	Раздавливание или защемление конечностей Падение с высоты Удар падающим предметом Удар вылетевшим из механизмов предметом Падение перемещаемого предмета на ноги Удар о неподвижный предмет или элемент конструкции
		Электрические опасности	Прикосновение к токоведущим частям, находящимися под напряжением
		Опасности, связанные с воздействием микроклимата и климатические опасности	Пребывание в местах с пониженной температурой
		Опасности, связанные с воздействием вибрации	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках Воздействие общей вибрации на тело работника
		Опасности пожара	Попадание огнетушащих веществ на работника Контакт с открытым пламенем Вдыхание дыма, паров вредных газов и пыли при пожаре
		Опасности транспорта	Наезд транспорта на человека Опрокидывание транспортного средства Удар грузом, упавшим с транспортного средства

По результатам проведенной идентификации на каждом рабочем месте заполняется в соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926

«Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» [10] составляем анкету, которая позволит произвести оценку риска.

Для оценки риска необходимо определить оценку вероятности того или иного опасного события. Коэффициенты, учитывающие вероятность такого события представлены в таблице 7.

Таблица 7 – 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

Для оценки степени тяжести последствий необходимо использовать данные, представленные в таблице 8. Степень тяжести представлена пятью стадиями – приемлемой, незначительной, значительной, крупной и катастрофической.

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

В процессе оценки степени риска, с учетом выбранных коэффициентов вероятности возникновения того или иного события, необходимо определить количественную оценку степени риска с использованием формулы (7)

$$R=A*U \quad (7)$$

где А – коэффициент, учитывающий вероятность;

U – коэффициент, учитывающий степень тяжести.

Для оценки риска применяются следующие значения коэффициента оценки риска R:

1 - 8 (низкий);

9 - 17 (средний);

18 - 25 (высокий).

Полученные результаты сведем в таблицу 9.

Таблица 9 – Анкета

Рабочее место	Опасность	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Приемщик	Механическое	4	4	4	4	16	средний
	Опасности пожара	2	2	3	3	6	низкий
	Опасности, связанные с воздействием микроклимата и климатические опасности	2	2	3	3	6	низкий
	Опасности транспорта	5	5	5	5	25	высокий
Грузчик	Механическое опасности	5	5	4	4	20	высокий
	Электрические опасности	2	2	3	3	6	низкий
	Опасности, связанные с воздействием микроклимата и климатические опасности	2	2	3	3	6	низкий

Продолжение таблицы 9

	Опасности, связанные с воздействием вибрации	3	3	3	3	9	средний
	Опасности пожара	3	3	4	4	12	средний
	Опасности транспорта	4	4	4	4	16	средний
Водитель автопогрузчика	Механические опасности	3	3	5	5	15	средний
	Электрические опасности	3	3	3	3	9	средний
	Опасности, связанные с воздействием микроклимата и климатические опасности	2	2	3	3	6	низкий
	Опасности, связанные с воздействием вибрации	4	4	4	4	16	средний
	Опасности пожара	3	3	4	4	12	средний
	Опасности транспорта	5	5	5	5	25	высокий

Таким образом, наиболее высокий риск связан с возникновением опасности транспорта и механической опасности.

Для устранения высокого уровня профессионального риска на рабочем месте необходимо применять ограждения на местах разгрузки, контроль массы разгружаемого и размещаемого товара, а так же проведение

инструктажей по обращению с электрическими частями механизмов и проведение внеплановых инструктажей.

Вывод по 4 разделу.

В разделе составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест и произведена оценка производственных рисков на рабочих местах ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат».

Определено, что для осуществления обязанностей по обеспечению безопасности и охране труда работодателю рекомендуется проводить оценку профессионального риска работников и выполнять комплекс мероприятий, направленных на снижение существующего риска до безопасных значений.

По результатам оценки производственных рисков на рабочих местах приемщик, грузчик, водитель автопогрузчика произведена оценка рисков, а также предложены мероприятия направленные на снижение возникновения таких рисков.

Наиболее высокий риск связан с возникновением опасности транспорта и механической опасности.

Для устранения высокого уровня профессионального риска на рабочем месте необходимо применять ограждения на местах разгрузки, контроль массы разгружаемого и размещаемого товара, а так же проведение инструктажей по обращению с электрическими частями механизмов и проведение внеплановых инструктажей.

## 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проведём оценку антропогенной нагрузки ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат», технологического процесса на окружающую среду.

ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» в месте проведения основной деятельности воздействует на окружающую среду при образовании отходов. Перечень отходов и их класс опасности представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду [13]

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух (выбросы, перечислить виды выбросов)	Воздействие на водные объекты (сбросы, перечислить виды сбросов)	Отходы (перечислить виды отходов)
ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат»	Склад промышленной продукции	Натрий гидроксид (Натр едкий; Сода каустическая) Азота диоксид (Азот (IV) оксид) Азот (II) оксид (Азота оксид) Гидрохлорид (Водород хлористый, Соляная кислота) (по молекуле HCl) Серная кислота (по молекуле H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) Углерод (Сажа) Сера диоксид (Ангидрид сернистый) Углерод оксид Гексан Бензол Диметилбензол (Ксилол) Метилбензол (Толуол) Трихлорметан (Хлороформ) Тетрахлорметан (Углерод четыреххлористый) 2-Метилпропан-1 - ол (Изобутиловый спирт)	Сточные воды	Отходы минеральных трансмиссионных масел; Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности; опилки, отходы шпона и обрезь натуральной чистой древесины; зола от сжигания древесного топлива; отходы упаковочной бумаги; шкурка шлифовальная отработанная; абразивные круги отработанные, лом отработанный абразивных кругов; отходы полиэтиленовой тары
Количество в год		1686,0 тонн	46,43 тыс.м <sup>3</sup>	31319,2 тонн

Таким образом, были выявлены следующие виды отходов: Отходы минеральных трансмиссионных масел; отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности; опилки, отходы шпона и обрезь натуральной чистой древесины; зола от сжигания древесного топлива; отходы упаковочной бумаги; шкурка шлифовальная отработанная; абразивные круги отработанные, лом отработанный абразивных кругов; отходы полиэтиленовой тары.

Сведения о применяемых на объекте технологиях и соответствие наилучшей доступной технологии представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Сведения о применяемых на объекте технологиях [12]

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	Склад промышленной продукции	Приём, выдача и хранение промышленной продукции	Нет

Результаты производственного контроля в области обращения с отходами представлены в таблице 12.

Таблица 12 - Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

№ вещества	Наименование загрязняющего вещества
1	Азота диоксид
2	Сера диоксид
3.	Натрий гидроксид
4.	Гидрохлорид
5.	Углерод (Сажа)
6.	Метилбензол
7.	Тетрахлорметан

Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха представлены в таблицах 13 и 14. Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

№ по дра зде лен ия	Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактический выброс, г/с	Превышени е 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	Приме чание
	Номер	Наименова ние	Номер	Наименова ние							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.		Лесопильный цех, производственный цех; сушильное помещение		заточные работы, разделка и распаковка сырья, металлообработка, уборка офисных помещений и территории предприятия	Натрий гидроксид (Натр едкий; Сода каустическая)	0,01	0,000085	-	21.12.2022	-	
					Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,2	0,000248	-	21.12.2022	-	
					Гидрохлорид (Водород хлористый, Соляная кислота)	0,2	0,000622	-	21.12.2022	-	
					Углерод (Сажа)	0,15	0,000010	-	21.12.2022	-	
					Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,5	0,000016	-	21.12.2022	-	

Продолжение таблицы 13

№	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	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					Метилбензол (Толуол)	0,6	0,000052	-	21.12.2022	-	
					Трихлорметан (Хлороформ)	0,1	0,000697	-	21.12.2022	-	
Итого						1,76	0,00173	-			

Таблица 14 - 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
-	-	-	47,1	48,53	46,43	Взвешенные вещества	21.12.2022	3,992	4,02	3,982	-	-
						Аммоний-ион		0,881	0,931	0,879		
						Железо		0,481	0,489	0,476		
						Фосфаты		0,093	0,097	0,091		

Таблица 15 - Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный год 2022 г.

N ст ро ки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификационном у каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опаснос ти отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образован о отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилиз ировано отходов , тонн	Обезвреж ено отходов, тонн
				Хранение	Накопление				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Отходы минеральных трансмиссионных масел	40615001313	III	0,048	0,058	0,010	-	0,048	-
2.	Отходы бумаги и картона; опилки, отходы шпона и обрезь натуральной чистой древесины; зола от сжигания древесного топлива; отходы упаковочной бумаги; шкурка шлифовальная отработанная; лом отработанный абразивных кругов; отходы полиэтиленовой тары	40512202605	V	25981,8	31026,2	5045	-	25981,8	-

Продолжение таблицы 15

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	
-	-	0,048	-	-	-	
-	-	25981,8	-	-	-	
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
	0,058					
	31026,2					

Выбросы в ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» находятся в пределах нормы, так что организация не воздействует на атмосферу окружающей среды.

Ежегодно ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» предоставляет отчет об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля в соответствии с Приказ Минприроды России от 14.06.2018 № 261 [12].

Для уменьшения образования производственных отходов необходимо соблюдать проектные нормативы по объему образования ТПрО, для этого необходимо улучшить качество сырья; Увеличить объемы продажи и передачи населению опилок и обрезки натуральной чистой древесины и соблюдать правила и сроки хранения образующихся отходов. Также, в организации отсутствуют очистные сооружения, хотя объемы производства возрастают, и скором времени сброс сточных вод увеличится, а с ним и количество загрязняющих веществ.

Вывод по 5 разделу.

В разделе определена антропогенная нагрузка организации, технологического процесса на окружающую среду, определено соответствуют ли технологии на производстве наилучшим доступным, оформлены результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха, результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов, результаты производственного контроля в области обращения с отходами.

Несомненно, ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» оказывает влияние на окружающую среду, и в деятельности организации намечается тенденция к увеличению объема производства. Поэтому организации необходимо предпринять все меры для минимизации ущерба окружающей среде.

## **6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности**

В работе разработаны системы противопожарной защиты выбранного склада хранения промышленной продукции.

Проанализировав структурную схему разрабатываемой системы, можно сделать вывод о необходимости использования следующих устройств:

- 33 датчика температуры;
- 33 датчика дыма и концентрации угарного газа (датчики температуры и дыма помещаются в единый пожарный модуль);
- пульт управления (кнопка ручного запуска, система индикаторов);
- устройство мониторинга и управления;
- выносные системы управления и индикации (6 штук);
- персональный компьютер;
- система порошкового пожаротушения.

Установка порошкового пожаротушения склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» состоит из одной секции, защищающей всю площадь склада и ярусы стеллажей.

Для защиты помещения склада (секция 1) принята импульсная автоматическая установка порошкового пожаротушения на основе сертифицированных модулей МПП(Р)-7-И-ГЭ-УХЛ кат.3.1 (торговая марка «Гарант-7»). С учетом диаграмм распыла модулей и обеспечения защиты материалов, находящихся на стеллажах, в проекте количество модулей МПП(Р)-7 – 42 шт.

Для защиты помещения уборочного инвентаря (секция 2) применен модуль порошкового пожаротушения МПП(Р)-2,5-И-ГЭ-УХЛ кат.3.1 (торговая марка Буран-2,5) ТУ 4854-004-40302231-97 с изм.2 с функцией самосрабатывания. Количество модулей, необходимых для защиты помещения уборочного инвентаря – не менее 23 шт.

План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности представлен в таблице 16.

Таблица 16 – План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Мероприятия	Срок исполнения
Проектирование системы порошкового пожаротушения в модульном исполнении в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат»	2023 год
Монтаж системы порошкового пожаротушения в модульном исполнении в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат»	2023 год
Пуско-наладочные работы	2023 год
Разработка программы обслуживания противопожарных систем в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат»	2023 год

Предложенные технические средства по тушению пожара предназначены для обеспечения пожаротушения в кратчайший срок.

Расчёт ожидаемых потерь ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» от пожаров будет производиться по двум вариантам:

- в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» не установлена система порошкового пожаротушения в модульном исполнении;
- в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» установлена система порошкового пожаротушения в модульном исполнении.

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Обоз.	1 вариант	2 вариант
«Площадь объекта» [4]	м <sup>2</sup>	F	5292	
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [4]	руб./м <sup>2</sup>	C <sub>т</sub>	30000	30000

Продолжение таблицы 17

«Стоимость поврежденных частей здания» [4]	руб./м <sup>2</sup>	C <sub>к</sub>	30000	
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [4]	м <sup>2</sup>	F'' <sub>пож</sub>	5292	
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [4]	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	4	
«Вероятность возникновения пожара» [4]	1/м <sup>2</sup> в год	J	5×10 <sup>-5</sup>	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [4]	-	p <sub>1</sub>	0,79	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [4]	-	p <sub>2</sub>	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [4]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [4]	-	к	1,63	
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [4]	м/мин	v <sub>л</sub>	1,5	
«Площадь тушения пожара автоматическими средствами тушения» [4]	м <sup>2</sup>		-	10
«Время свободного горения» [4]	мин	B <sub>свг</sub>	12	12
«Норма текущего ремонта» [4]	%	H <sub>т.р.</sub>	-	5
«Норма амортизационных отчислений» [4]	%	H <sub>а</sub>	-	10
«Период реализации мероприятия» [4]	лет	T	10	

Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности проводилась в соответствии с 1. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97\* [4].

Рассчитаем площадь пожара в здании склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» при тушении привозными средствами по формуле (8)

$$F'_{\text{пож}} = \pi \times (\vartheta_{\text{л}} \cdot B_{\text{свг}} r)^2, \text{ м}^2, \quad (8)$$

«Где  $\vartheta_{\text{л}}$  – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$B_{\text{свг}}$  – время свободного горения, мин.» [4].

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \times (1,5 \cdot 12)^2 = 1017,36 \text{ м}^2,$$

Произведём расчёт ожидаемых потерь от пожаров по формуле 9.

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4), \quad (9)$$

«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» [4]

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_m \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \quad (10)$$

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

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

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

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

$p_1$  – вероятность тушения пожара первичными средствами;

$k$  – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [4].

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_m \cdot F_{\text{пож}} \cdot C_k) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \quad (11)$$

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

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

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

[4].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_k) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (12)$$

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

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_k) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (13)$$

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 5 \times 10^{-5} \times 5292 \times 30000 \times 4 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 71816,67 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 5 \times 10^{-5} \times 5292 \times (30000 \times 1017,36 + 30000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = 1996591,72 \text{ руб./год},$$

$$M(\Pi_3) = 5 \times 10^{-5} \times 5292 \times (30000 \times 5292 + 30000) \times (1 + 1,63) \times [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,86] = 3315049,30 \text{ руб./год},$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 5 \times 10^{-5} \times 5292 \times 30000 \times 4 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 71816,67 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 5 \times 10^{-5} \times 5292 \times (30000 \times 10 + 30000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = 21566,55 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_3) = 5 \times 10^{-5} \times 5292 \times (30000 \times 1017,36 + 30000) \times (1 + 1,63) \times [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,86] = 637807,22 \text{ руб./год},$$

$$M(\Pi_4) = 5 \times 10^{-5} \times 5292 \times (30000 \times 5292 + 30000) \times (1 + 1,63) \times \{1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,95 - [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,95] \times 0,86\} = 187852,79 \text{ руб./год}.$$

Общие ожидаемые потери ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» от пожаров составят:

- если в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» не установлена система порошкового пожаротушения в модульном исполнении:

$$M(\Pi)_1 = 71816,67 + 1996591,72 + 3315049,30 = 5383457,69 \text{ руб./год};$$

- если в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» установлена система порошкового пожаротушения в модульном исполнении:

$$M(\Pi)_2 = 71816,67 + 21566,55 + 637807,22 + 187852,79 = 919043,23 \text{ руб./год}.$$

Стоимость выполнения предлагаемого плана мероприятий по монтажу системы порошкового пожаротушения в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование системы порошкового пожаротушения в модульном исполнении в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат»	50000
Монтаж системы порошкового пожаротушения в модульном исполнении в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат»	300000
Стоимость оборудования	300000
Пуско-наладочные работы	50000
Итого:	700000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем пожаротушения по формуле (14)

$$P = A + C \quad (14)$$

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

C – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб./год» [4].

$$P=70000+335000=405000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле (15)

$$C_2 = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} \quad (15)$$

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

$C_{\text{с.о.п.}}$  – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [4].

$$C_2=35000+300000=335000 \text{ руб.}$$

Обслуживающим персоналом для данных противопожарных систем является персонал ООО «Противопожарные системы». Стоимость обслуживания составит 300000 рублей в год.

$$C_{\text{с.о.п.}} = 300000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения рассчитываются по формуле (16)

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (16)$$

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

$H_a$  – норма амортизации, %» [4].

$$A = \frac{700000 \cdot 10}{100} = 70000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от монтажа системы порошкового пожаротушения в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» составит

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2) - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (17)$$

где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

t – год осуществления затрат;

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

M(Π<sub>1</sub>), M(Π<sub>2</sub>) – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год» [4].

Расчёт денежных потоков представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта T	M(Π <sub>1</sub> )-M(Π <sub>2</sub> )	P <sub>2</sub> -P <sub>1</sub>	1/(1+НД) <sup>t</sup>	[M(Π <sub>1</sub> )-M(Π <sub>2</sub> )-(C <sub>2</sub> -C <sub>1</sub> )]* 1/(1+НД) <sup>t</sup>	K <sub>2</sub> -K <sub>1</sub>	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
1	4464414,46	405000	0,91	3694067,16	700000	2994067,16
2	4464414,46	405000	0,83	3369314,00	-	3369314,00
3	4464414,46	405000	0,75	3044560,85	-	3044560,85
4	4464414,46	405000	0,68	2760401,83	-	2760401,83
5	4464414,46	405000	0,62	2516836,97	-	2516836,97
6	4464414,46	405000	0,56	2273272,10	-	2273272,10
7	4464414,46	405000	0,51	2070301,37	-	2070301,37
8	4464414,46	405000	0,47	1907924,80	-	1907924,80
9	4464414,46	405000	0,42	1704954,07	-	1704954,07
10	4464414,46	405000	0,39	1583171,64	-	1583171,64
Экономический эффект						24224804,79

Вывод по разделу 6.

В разделе разработан план монтажа системы порошкового пожаротушения в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» и рассчитан экономический эффект от его реализации.

Проанализирована структурная схема разрабатываемой системы.

Дана оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Интегральный экономический эффект от монтажа системы порошкового пожаротушения в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» за десять лет составит 24224804,79 рублей.

## Заключение

В первом разделе проводился анализ методов обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции и нормативных требований по обеспечению противопожарной защиты.

В качестве объекта исследования был выбран склад промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат».

На складе промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» хранится изготовленная продукция - фанера, упакованная в картонные коробки, уложенные на деревянные палеты вертикальными стопками. Так же часть изготовленной продукции хранится на стеллажах, в неупакованном виде.

При разработке методов обеспечения пожарной безопасности на складе хранения промышленной продукции необходимо учитывать следующие особенности складов хранения промышленной продукции:

- планировка вертикальных и горизонтальных полых пространств и проемов;
- количество свободного пространства;
- вместимость складского помещения;
- распределение хранимой промышленной продукции и наличие другого инвентаря на складе.

Проведенный анализ существующих методов обеспечения пожарной безопасности складов хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» позволил выявить, что на складе хранения промышленной продукции требования пожарной безопасности, установленные ТР о ТПБ и нормативными документами по пожарной безопасности выполнены не в полном объеме.

Во втором разделе описаны существующие системы и средства противопожарной защиты на складских объектах и выполнен анализ средств пожарной автоматики.

Система пожарной сигнализации предназначена для обнаружения пожара на ранней стадии возгорания, в автоматическом режиме оповещения персонала о возникновении пожара, формирования сигналов управления автоматикой здания (отключение систем вентиляции и кондиционирования, разблокировка дверей системы КД, а также на включение систем оповещения людей о пожаре и др.).

Рассмотренные в разделе системы пожарной безопасности, имеют следующие недостатки:

- морально устарел принцип управления системами пожаротушения;
- полностью отсутствует или очень неудобная и не информативная система индикации устройств;
- в большинстве представленных систем для связи с пожарными датчиками используется аналоговый принцип связи, что требует огромного количества подключаемых шлейфов.

Проведенный анализ наглядно показал, что нет аналога полностью удовлетворяющего поставленной задаче, имеется большой ряд недостатков, которые в значительной степени влияют на надежность и стоимость системы.

Исходя из показателей пожаровзрывоопасности, агрегатного состояния веществ и материалов, степени герметичности помещения и особенностей развития пожара в качестве огнетушащего вещества принят огнетушащий порошок.

В третьем разделе проводилась разработка системы противопожарной защиты выбранного склада хранения промышленной продукции.

Проанализировав структурную схему разрабатываемой системы, можно сделать вывод о необходимости использования следующих устройств:

- 33 датчика температуры;
- 33 датчика дыма и концентрации угарного газа (датчики температуры и дыма помещаются в единый пожарный модуль);
- пульт управления (кнопка ручного запуска, система индикаторов);
- устройство мониторинга и управления;

- выносные системы управления и индикации (6 штук);
- персональный компьютер;
- система порошкового пожаротушения.

Установка порошкового пожаротушения склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» состоит из одной секции, защищающей всю площадь склада и ярусы стеллажей.

В четвертом разделе составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест и произведена оценка производственных рисков на рабочих местах ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат».

Определено, что для осуществления обязанностей по обеспечению безопасности и охране труда работодателю рекомендуется проводить оценку профессионального риска работников и выполнять комплекс мероприятий, направленных на снижение существующего риска до безопасных значений.

По результатам оценки производственных рисков на рабочих местах приемщик, грузчик, водитель автопогрузчика произведена оценка рисков, а также предложены мероприятия направленные на снижение возникновения таких рисков.

Наиболее высокий риск связан с возникновением опасности транспорта и механической опасности. Для минимизации последствий возникновения таких опасностей рекомендуется:

- контроль установки работников средств подмащивания;
- применение ограждений на местах разгрузки, контроль массы разгружаемого и размещаемого товара ;
- применение СИЗ ног с металлическим подноском;
- применение СИЗ рук, проведение инструктажей по обращению с электрическими частями механизмов, проведение внеплановых инструктажей, проверка знаний техники безопасности.

В пятом разделе определена антропогенная нагрузка организации, технологического процесса на окружающую среду, определено

соответствуют ли технологии на производстве наилучшим доступным, оформлены результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха, результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов, результаты производственного контроля в области обращения с отходами.

Для уменьшения образования производственных отходов необходимо соблюдать проектные нормативы по объему образования ТПрО, для этого необходимо улучшить качество сырья; Увеличить объемы продажи и передачи населению опилок и обрезки натуральной чистой древесины и соблюдать правила и сроки хранения образующихся отходов. Также, в организации отсутствуют очистные сооружения, хотя объемы производства возрастают, и скором времени сброс сточных вод увеличится, а с ним и количество загрязняющих веществ.

Несомненно, ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» оказывает влияние на окружающую среду, и в деятельности организации намечается тенденция к увеличению объема производства. Поэтому организации необходимо предпринять все меры для минимизации ущерба окружающей среде.

В шестом разделе разработан план монтажа системы порошкового пожаротушения в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» и рассчитан экономический эффект от его реализации.

Интегральный экономический эффект от монтажа системы порошкового пожаротушения в помещении склада хранения промышленной продукции ООО «Тавдинский фанерно-плитный комбинат» за десять лет составит 24224804,79 рублей.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что поставленные задачи исследования выполнены, тем самым цель исследования достигнута.

## Список используемых источников

1. Банковская, Е. Ю. Анализ и совершенствование пожарной безопасности складов / Е. Ю. Банковская // III Международная научно-практическая конференция "Междисциплинарные исследования науки и техники", Москва, 09 февраля 2022 года. – Мельбурн: AUS PUBLISHERS, 2022. – С. 24-48.
2. Ишимеева, А. С. Противопожарная защита складских помещений / А. С. Ишимеева, О. В. Малухин // Современная наука. – 2023. – № 1. – С. 39-42.
3. Курынкин, А. А. Особенности обеспечения пожарной безопасности складов / А. А. Курынкин, А. Ш. Эльмурзаев, А. Д. Гребенская // . – 2020. – № 18(52). – С. 15-17.
4. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97\* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: [http://pozhproekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3\\_2001.htm](http://pozhproekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm) (дата обращения: 30.01.2023).
5. Нагаева, Ю. С. Пожары в складских помещениях промышленных объектов с высотным стеллажным хранением / Ю. С. Нагаева, А. А. Нацкевич, Е. О. Каргаполова // Техносферная безопасность : Материалы Четвертой Всероссийской молодежной научно-технической конференции с международным участием, Омск, 28 апреля 2017 года / Ответственный редактор В.С. Сердюк. – Омск: Омскбланкиздат, 2017. – С. 159-162.
6. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 17.01.2023).
7. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479. URL:

[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_363263](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263) (дата обращения: 17.01.2023).

8. Об утверждении форм проверочных листов (списков контрольных вопросов, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении контролируемым лицом обязательных требований), применяемых должностными лицами органов государственного пожарного надзора МЧС России при осуществлении федерального государственного пожарного надзора [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 9 февраля 2022 года № 78. URL: <https://docs.cntd.ru/document/728305630?marker=7DK0K9> (дата обращения: 22.01.2023).

9. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=409457&ysclid=1d8jp94kat939272210> (дата обращения: 18.01.2023).

10. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523&ysclid=1d8jqdwcm8100411018> (дата обращения: 17.01.2023).

11. Об утверждении Рекомендаций по классификации, обнаружению, распознаванию и описанию опасностей [Электронный ресурс] : Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 31.01.2022 № 36. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=414162&ysclid=1d8mh9t1uh805514136> (дата обращения: 02.01.2023).

12. 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: 18.01.2023).

13. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 16.01.2023).

14. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2009 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 17.01.2023).

15. Обеспечение пожарной безопасности складов с высотным стеллажным хранением / А. А. Гайдей, О. А. Чурсина, А. А. Баклан, А. А. Клименко // Научный электронный журнал Меридиан. – 2021. – № 9(62). – С. 60-62.

16. Орлова, Н. А. Особенности технических решений по обеспечению пожарной безопасности высотных стеллажных складов / Н. А. Орлова // Техносферная безопасность в XXI веке : сборник научных трудов магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Иркутск, 26–27 ноября 2019 года. – Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2019. – С. 202-210.

17. 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: 07.02.2023).

18. 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: 17.01.2023).

19. 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: 18.01.2023).

20. 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: 10.01.2023).

21. Саенко, А. В. Проблема особенностей протекания пожаров на складах лесоматериалов / А. В. Саенко, В. И. Шестаков // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2019. – № 1(2). – С. 248-252. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации [Электронный ресурс] : СП 9.13130.2009. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071153> (дата обращения: 11.01.2023).

22. Сидорычева, Е. С. Особенности конструирования деревообрабатывающих цехов по пожароопасности / Е. С. Сидорычева // . – 2019. – № 1-2(51). – С. 41-43.

23. Сорокина, М. А. К вопросу о методике тушения пожаров на складе сырья на лесопромышленных предприятиях / М. А. Сорокина // Форум молодых ученых. – 2019. – № 1-3(29). – С. 402-406.

24. Телеуца, М. С. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. Основные нормативно-правовые документы пожарной безопасности / М. С. Телеуца // Современные технологии обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте : Сборник статей IV международной студенческой конференции, Воронеж, 20 мая 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский

государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 364-368.

25. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации [Электронный ресурс] : СП 9.13130.2009. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071153> (дата обращения: 11.01.2023).

26. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023)

27. Шилов, А. В. К вопросу пожарной безопасности на деревоперерабатывающих предприятиях / А. В. Шилов, С. О. Потапова // . – 2018. – Т. 1, № 9. – С. 1001-1006.