

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)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью

(направленность(профиль))

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Анализ пожарной безопасности объекта. Разработка системы  
дымоудаления и подпора воздуха: устройство и принцип работы»

Студент

М.А. Лопатин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

доцент, И.В. Дерябин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

## Оглавление

Введение.....	4
Термины и определения .....	9
Перечень сокращений и обозначений.....	10
Глава 1 Анализ статистических данных по пожарам в период с 2016 по 2020 год на территории учреждений социального обслуживания .....	11
1.1 Анализ динамики основных показателей пожарной обстановки ....	11
1.2 Анализ статистических данных о местах и причинах возникновения пожаров .....	13
1.3 Проблема обеспечения пожарной безопасности в учреждениях социального обслуживания.....	14
Глава 2 Краткая характеристика объекта, анализ параметров установок дымоудаления, обоснование их применения .....	18
2.1 Краткая характеристика исследуемого объекта .....	18
2.2 Водоснабжение.....	20
2.3 Пожарная опасность объекта исследования .....	21
2.3.1 Проверка огнестойкости здания и строительных конструкций....	21
2.3.2 Определение фактического класса конструктивной пожарной опасности здания.....	23
2.3.3 Оценка соответствия требуемых и фактических характеристик здания .....	24
2.4 Проверка решений по ограничению распространения пожара.....	24
2.4.1 Объемно-планировочные и конструктивные решения .....	25
2.5 Система автоматической противопожарной защиты. ....	27
2.6 Оценка соответствия мероприятий, направленных на обеспечение действий пожарно-спасательных подразделений.....	29
Глава 3 Разработка установки дымоудаления и подпора воздуха, назначение и принцип действия.....	32
3.1 Обоснование необходимости и вида противодымной защиты .....	32

3.2 Автоматическая установка противодымной защиты .....	33
3.3 Состав и размещение элементов ПДЗ.....	52
3.4 Монтажные и пуско-наладочные работы .....	54
3.5 Инструкция по эксплуатации ПДЗ.....	55
3.6 Ремонт и техническое обслуживание установки ПДЗ .....	56
3.7 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации .....	57
Заключение .....	77
Список используемой литературы .....	79
Приложение А Расчет фактического времени эвакуации людей.....	83

## Введение

В России по состоянию на 2021 г. функционирует 1404 психоневрологических диспансера. В этих организациях должны быть созданы все условия для сохранения жизни и здоровья больных и работников, а также материальных ценностей учреждений социального обслуживания от пожаров, аварий и других возможных чрезвычайных ситуаций [30].

К объектам повышенной опасности, в связи с нахождением большого количества людей, также относятся учреждения социального обслуживания. Пожары на таких объектах как правило происходят по варианту быстрого распространения опасных факторов пожара, а также получением травм и гибелью находящихся в здании людей. Именно поэтому одно из главных направлений является предупреждение развития и возникновения пожара, а также локализация и ликвидация пожара на ранней стадии развития [4].

В настоящее время спасение людей при пожаре в учреждениях социального обслуживания может создать пожарно-спасательным подразделениям большие проблемы, в связи с тем, что в здании могут находиться люди, которые не способны к самостоятельному передвижению (маломобильные). Вся ответственность по проведению эвакуационных мероприятий в начальной стадии ложиться на персонал объекта, а также личный состав пожарной охраны [7].

Исследования показали, что большинство смертей от пожара вызвано вовсе не ожогами, а вдыханием дыма. Дым может быть довольно опасным, и его последствия выходят далеко за рамки просто токсичности. Дым препятствует свету и ограничивает видимость людей. Это, в свою очередь, снижает скорость движения, поэтому людям требуется больше времени, чтобы добраться до безопасного места. К счастью, в случае пожара системы контроля дыма могут помочь человеку избежать дыма при эвакуации из здания.

Слабым местом на территории объектов с массовым пребыванием людей, к которым относятся учреждения социального обслуживания –

является система автоматической противопожарной защиты, система оповещения пациентов в случае пожара, противодымная защита, укомплектованность первичными средствами пожаротушения [24]. Опасность представляют медицинское и электрооборудование, которое находится в ветхом состоянии [1]. Неисправны, а то и вовсе засыпаны гидранты, выходы на незадымляемые лестничные площадки загромождены. Отсутствие понимания как проводить эвакуацию представителями администрации объектов. Именно поэтому удаление продуктов горения позволит более успешно проводить эвакуационные мероприятия в учреждениях социального обслуживания.

**Актуальность и научная значимость настоящего исследования** состоит в том, что противопожарная защита зданий является основной проблемой администрации различных объектов. Мы знаем, что одну из главных ролей играет прибытие сил и средств пожарной охраны к месту тушения пожара, а также подача огнетушащих веществ. Именно поэтому одна из главных задач превентивного характера на ранней стадии развития – это удаление продуктов горения из очага пожара и эвакуационных путей.

Опираясь на опыт и статистические данные, можно сказать, что неисправность или отсутствие противодымной защиты на объекте, не позволяет быстро произвести удаление продуктов горения и может стать причиной гибели большого числа людей, а также увеличению материального ущерба от пожара. Вместе с тем, такое развитие пожара несет за собой привлечение дополнительных сил и средств подразделений пожарной охраны, и как правило длительной ликвидацией последствий.

В случае неисправности систем противодымной защиты, борьба с пожарами может иметь низкую эффективность, а от технического состояния противодымной защиты зависит успех тушения пожаров на объектах социального обслуживания. Это подтверждает актуальность рассмотрения системы противодымной защиты на объекте выпускной квалификационной работы.

**Объектом исследования** является КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» расположенный по адресу: Сухобузимский район, п. Шилинка, ул. Озёрная, 11.

**Предметом исследования** являются параметры, влияющие на повышение работоспособности, надежность и социально-экономической эффективности системы противодымной защиты КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат».

**Цель исследования:** повышение пожарной безопасности и экономической и социальной эффективности учреждений социального обслуживания за счет анализа существующей системы противопожарной защиты КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» и разработки мер по их совершенствованию.

**Гипотеза исследования** заключается в предположении о том, что разработанные в процессе разработки данной ВКР мероприятия позволят улучшить пожарную безопасность и социально-экономическую эффективность субъекта исследования и обеспечить защиту от возникновения пожаров.

Своевременное получение достоверной и полной информации о системах противопожарной защиты КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» позволит создать надёжную основу для разработки мероприятий по предотвращению чрезвычайных ситуаций или ликвидации их последствий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:**

- провести анализ статистических данных по пожарам в период с 2016 по 2020 год на территории учреждений социального обслуживания;
- дать краткую характеристику объекта, провести оценку соответствия объекта требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

- провести обоснование применения установок противопожарной защиты;
- провести разработку установки дымоудаления и подпора воздуха, определить принцип действия, разработать рекомендации по ремонту и техническому обслуживанию.

Основное противоречие заключается в том, что, с одной стороны, системы противопожарной защиты учреждений социального обслуживания довольно быстро морально и материально устаревают, а с другой – требования к этим системам год от года значительно возрастают. И разрыв между реальным состоянием систем обеспечения пожарной безопасности, повышающимися нормативами и требованиями возрастает. Таким образом, актуальность выбранной темы исследования заключается в возрастающей необходимости проверки и совершенствования системы дымоудаления и подпора воздуха.

Несмотря на проведение большой профилактической работы, направленной на предотвращение пожаров, они (пожары) с определенной вероятностью все же возникают. Задача заключается в том, чтобы создать на объектах такие условия, при которых возникший пожар не представлял бы опасности для здоровья и жизни человека.

**Научная новизна исследования заключается в том, что впервые в ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» поставлена и решена задача увеличения эффективности системы дымоудаления и подпора воздуха в учреждениях социального обслуживания. При подготовке выпускной квалификационной работы выбран объект КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат».**

**Практическая значимость исследования:**

- после внедрения разработанные в ВКР мероприятия позволят существенно увеличить уровень пожарной безопасности КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат»;

- описанные в ВКР новые системы противодымной защиты в случае внедрения позволят более результативно проводить эвакуационные мероприятия на объекте защиты.

При выполнении ВКР использованы следующие **методы исследования**:

Теоретический:

- анализ;
- синтез;
- конкретизация;
- дедукция;
- моделирование.

Эмпирический:

- наблюдение;
- беседа;
- сравнение;
- статистика.

**Апробация и внедрение результатов работы** велись в течение всего исследования. Его результаты опубликованы в статье «Обзор систем контроля дыма, принцип работы систем и их преимущества» в журнале Студенческий: научный журнал. – № 39(167). Часть 4. Новосибирск: Изд. ООО «СибАК», 2021. – 92 с.

На защиту ВКР выносятся:

1. Предложенные мероприятия по снижению уровня пожарной опасности здания КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат».
2. Исследованные и предложенные к внедрению системы противодымной защиты для качественного улучшения эвакуационных мероприятий на объектах с массовым пребыванием людей.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 глав, заключения, содержит 8 рисунков, 17 таблиц, список использованной литературы 41 источника, 1 приложение). Основной текст работы изложен на 82 страницах.



## Термины и определения

В настоящем отчете применяются следующие термины и определения:

Противодымная защита – комплекс объемно-планировочных и инженерно-технических решений, главной целью которого является предотвращение (при пожаре) задымления путей эвакуации из помещений и зданий.

Автоматическая противопожарная защита – комплекс взаимосвязанных инженерно-технических средств, предназначенный для обеспечения пожарной безопасности зданий и помещений в автоматическом режиме.

Система оповещения и управления эвакуацией – совокупность аппаратных средств, предназначенных для осуществления своевременного информирования людей о возникновении тревожной ситуации, формирования информационно-звуковых программ и их трансляции.

Автоматическая установка пожарной сигнализации – совокупность технических средств, установленных на объекте защиты для обнаружения пожара, обработки, представления в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения, систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции, систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, инженерного и технологического оборудования, и др. технических устройств.

## Перечень сокращений и обозначений

КГБУ СО – краевое государственное бюджетное учреждение социального обслуживания;

ФЗ – федеральный закон;

СП – свод правил;

ПСО – пожарно-спасательный отряд;

ДПК – добровольная пожарная команда;

ПСЧ – пожарно-спасательная часть;

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией;

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации;

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения;

ППК – прибор приемно-контрольный;

ШКП - шкаф контрольно-пусковой;

ПЗД – противодымная защита;

АУГПТ – автоматическая установка газового пожаротушения.

## **Глава 1 Анализ статистических данных по пожарам в период с 2016 по 2020 год на территории учреждений социального обслуживания**

Актуальность анализа статистики пожаров в учреждениях социального обслуживания очевидна. Имея данные «слабых» мест в организации работы по предупреждению пожаров и основываясь на результатах исследований, можно смело разрабатывать первоочередные меры по предупреждению пожаров именно в тех направлениях, в которых происходят больше всего аварий и пожаров. Пожары приносят слишком большой ущерб и гибель людей, что не дает оставить без внимания повышение эффективности борьбы с ними.

Анализ статистических данных был проведен на основании информации о пожарах в медицинских учреждениях на территории РФ, полученной из официального сайта ВНИИПО [12].

### **1.1 Анализ динамики основных показателей пожарной обстановки**

С 2016 г. по 2020 г. в России в зданиях здравоохранения и социального обслуживания произошло 1049 пожаров, из них 809 произошло в городах. В результате пожаров погибло 47 человек. Материальный ущерб составил 431371 руб. Динамика вышеперечисленных показателей пожарной обстановки учреждений социального обслуживания в период 2016–2020 гг. представлена на рисунках 1–3 [12].

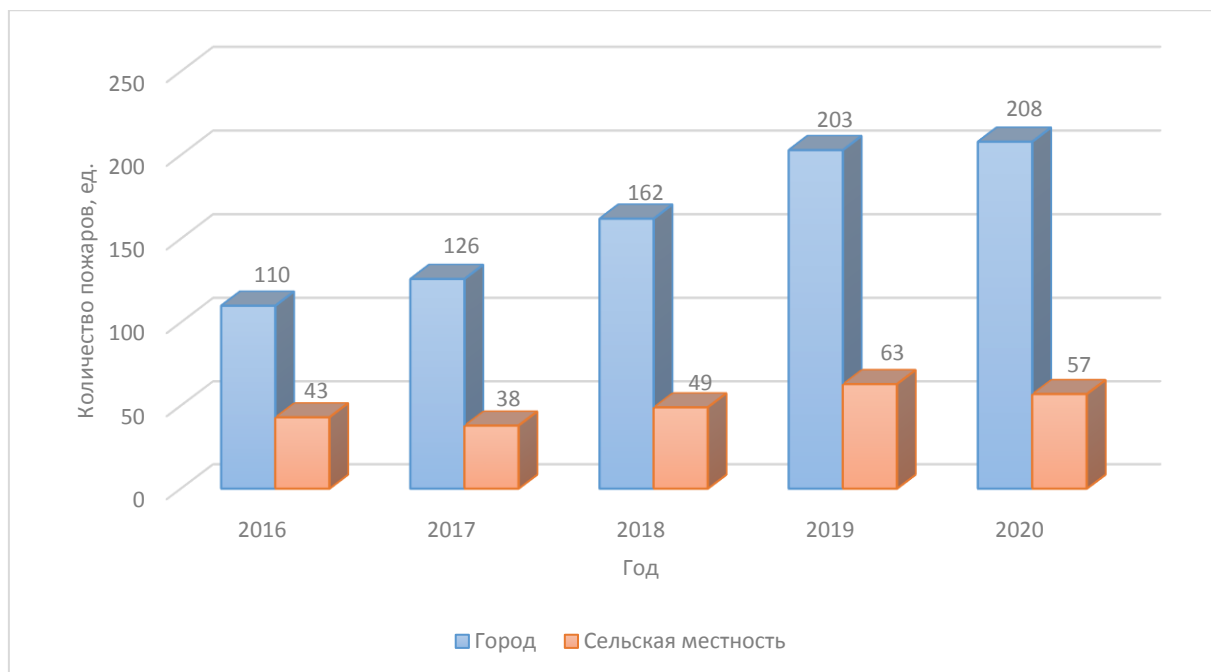


Рисунок 1 – Динамика количества пожаров учреждений социального обслуживания в РФ, произошедших в период с 2016 по 2020 год

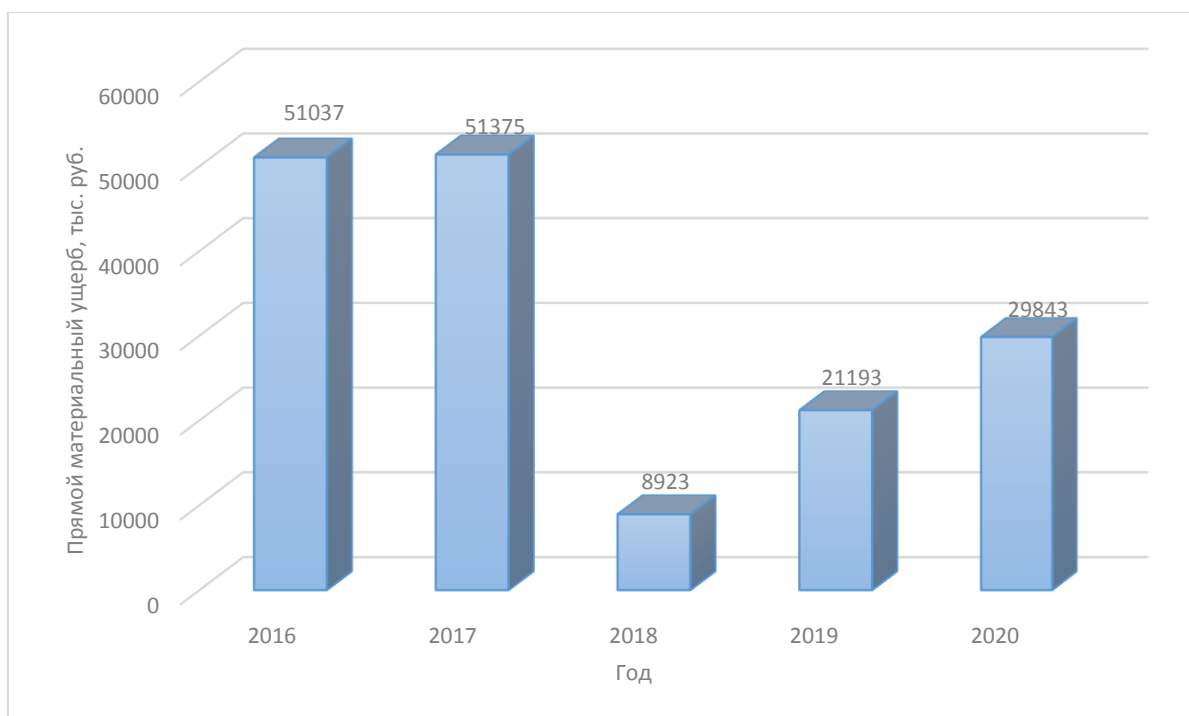


Рисунок 2 – Динамика материального ущерба от пожаров учреждений социального обслуживания, произошедших в период с 2016 по 2020 год

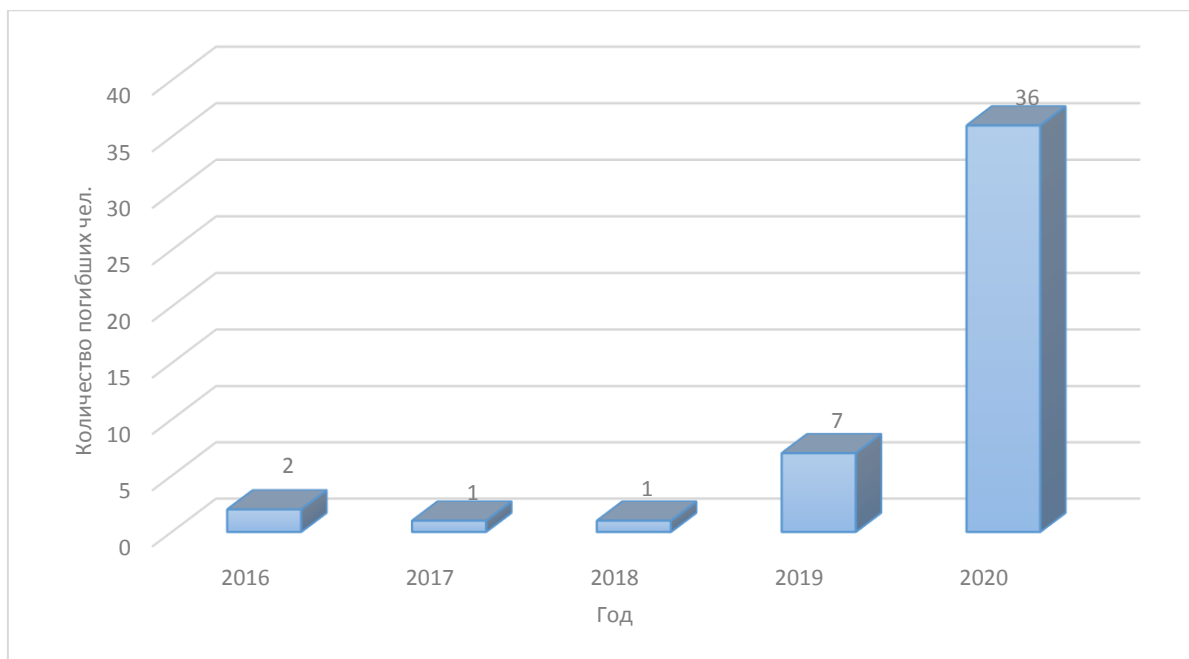


Рисунок 3 – Динамика количества погибших от пожаров учреждений социального обслуживания РФ в период с 2016 по 2020 год

На основании анализа статистических данных о пожарах учреждений социального обслуживания можно сделать вывод, что:

- за последние 5 лет количество пожаров увеличивалось с 2016 года по 2020 год увеличилось более чем в 2 раза;
- количество погибших людей на пожарах учреждений социального обслуживания увеличилось более чем в 5 раз;
- сумма материального ущерба снижалась до 2018 года, а с 2018 года имеет отрицательную динамику.

## **1.2 Анализ статистических данных о местах и причинах возникновения пожаров**

Помимо количества пожаров, материального ущерба и количества погибших необходимо рассмотреть такой показатель как место возникновения пожара [4].

Распределение количества пожаров в различных местах в период с 2017 по 2021 год представлено на рисунке 4.

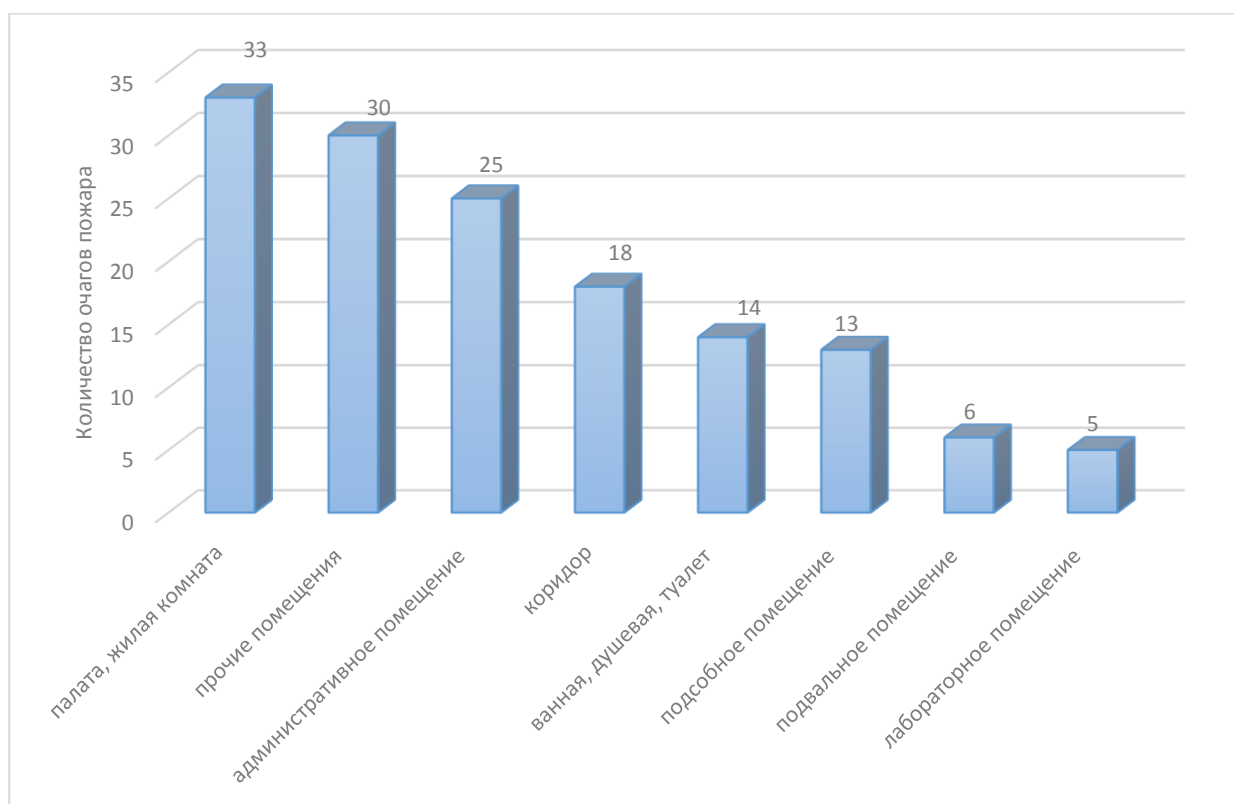


Рисунок 4 – Распределение среднего количества пожаров в помещениях учреждений социального обслуживания РФ за период с 2017 по 2021 год

### **1.3 Проблема обеспечения пожарной безопасности в учреждениях социального обслуживания**

Пожары в учреждениях социального обслуживания, как правило имеют большой общественный резонанс (большое количество погибших или пострадавших при пожарах) и освещаются средствами массовой информации [7].

Органами надзорной деятельности ведется большая работа по приведению в соответствие объектов социального обслуживания требованиям пожарной безопасности, но большие штрафы и предписания об устранении выявленных нарушений, несут малую эффективность в связи с отсутствием

финансирования таких объектов. В результате на объектах социального обслуживания уровень пожарной безопасности остается на низком уровне, а руководство и администрация таких объектов только разводит руками.

В результате проведенной работы органами пожарного надзора по Красноярскому краю, в ходе инспекторских проверок выявляется большое количество нарушений требований пожарной безопасности. В настоящее время на территории Красноярского края более десяти учреждений социального обслуживания не соответствуют установленным требованиям ПБ.

При повторной проверке инспектора надзорной деятельности, анализ данной работы показывает, что большинство мероприятий устраняется и уровень обеспечения пожарной безопасности приводится в соответствие, но как правило устраняются мероприятия организационного характера. Мероприятия капитального характера устраняются в небольшом количестве, чуть более половины [9].

В целом на данных объектах, вся ответственность за соответствие требованиям пожарной безопасности возлагается на директора или его заместителя [10]. Именно данные должностные лица отвечают за обучение персонала объекта, а также за обеспечение противопожарного режима.

Более того, необходимо ответить, сложность обеспечения пожарной безопасности объектов социального обслуживания на которых находятся люди с ограниченными возможностями круглосуточно может быть еще более затруднена, а также в процессе эвакуации могут возникать задержки. Это и будет основной проблемой пожарной охраны при тушении пожара на данном объекте. В целом одной из основных задач администрации объектов социального обслуживания обеспечение средствами для эвакуации людей обслуживающего персонала [9].

Как правило пациенты объектов социального обслуживания в ночное время находятся под наблюдением дежурного персонала в количестве двух-

трех человек. Более того, сигналы АУПС и СОУЭ не выведены на пульт диспетчера пожарной связи.

Главной причиной пожаров на объектах социального обслуживания остается человеческий фактор – человеческий фактор [37]. От курения в неположенных местах до сих пор возникает большое количество пожаров [40].

Также необходимо отметить, что второе место по причинам возникновения пожаров занимают оставленные в работе электронагревательные приборы. Использование несертифицированных электронагревательных приборов вызывают перегрузку электросетей и короткие замыкания, что приводит к пожарам [2].

Если рассмотреть основные помещения объектов в которых могут наиболее вероятно происходить пожары, то наибольшую вероятность имеют помещения в которых могут находиться люди (палаты, лечебные помещения).

Учреждения социального обслуживания по своей нагрузке имеют большое количество медицинского оборудования, серверные итд и аварийное состояние электрической проводки может нести большую угрозу возникновения пожара [13]. В таких помещениях следует предусматривать аварийное освещение оборудования итд.

Решение вопроса связанной со сложившейся ситуацией в учреждениях социального обслуживания позволит применение социальной краевой программы на уровне Красноярского края, в целях обеспечения противопожарных мероприятий объектов социального назначения. Применение программы позволит создать требуемый уровень пожарной безопасности на подобных объектах [38].

В настоящее время существует и применяется большое количество концептуальных решений по обеспечению противопожарной защиты учреждений социального обслуживания.

Применение систем противопожарной защиты в помещениях подверженных риску возникновения пожара, имеет большое значение на ранней стадии развития пожара.



## Вывод по первой главе

В настоящей главе выпускной квалификационной работы проведен анализ статистических данных по пожарам на объектах учреждений социального обслуживания, в результате получили вывод, о том что количество пожаров, сумма материального ущерба и количество погибших людей на пожарах имеет отрицательную динамику.

## **Глава 2 Краткая характеристика объекта, анализ параметров установок дымоудаления, обоснование их применения**

### **2.1 Краткая характеристика исследуемого объекта**

КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» расположен по адресу: Сухобузимский район, п. Шилинка, ул. Озёрная, 11. Общая площадь объекта составляет 9 га.

Основное назначение – оказание медицинской стационарной помощи людям с расстроенной психикой.

На территории объекта располагаются:

- административное здание;
- медицинская часть;
- жилой спальный корпус №1 А;
- жилой спальный корпус №2А;
- жилой спальный корпус №3А;
- продовольственный склад;
- столовая;
- банно-прачечный блок;
- гараж;
- клуб;
- пожарный водоем-2шт по 75м<sup>3</sup>;
- овощехранилище;
- котельная.

Административное здание с медицинской частью – одноэтажное здание, V степени огнестойкости, размеры в плане 8×20×3м, 8×16×4м. Стены брусовые, перегородки деревянные, перекрытие деревянное, отделка-покраска и побелка по гипсокартону. Кровля шиферная по деревянному каркасу.

Жилой спальный корпус №1А – здание 2-х этажное, II степени огнестойкости, размеры в плане 15×34×10м. Стены кирпичные, перекрытия железобетонные, перегородки кирпичные, отделка – побелка и покраска по штукатурке. Имеется подвальное помещение. В правом крыле здания расположен лестничный марш. Со второго этажа предусмотрена пожарная лестница. Кровля шиферная, по деревянному каркасу. В данном корпусе расположены маломобильные группы населения.

Жилой спальный корпус №2А – здание 2-х этажное, II степени огнестойкости, размеры в плане 18×55,4×10м. Стены кирпичные, перекрытия железобетонные, перегородки кирпичные, отделка – побелка и покраска по штукатурке. Имеется подвальное помещение. В правом и левом крыле здания расположен лестничный марш. Кровля шиферная, по деревянному каркасу. В данном корпусе расположены маломобильные группы населения (лежачие) на первом этаже, на втором этаже мобильные и сохранные группы населения.

Жилой спальный корпус №3А – здание 2-х этажное, II степени огнестойкости, размеры в плане 20,4×55,7×10м. Стены кирпичные, перекрытия железобетонные, перегородки кирпичные, отделка – побелка и покраска по штукатурке. Имеется подвальное помещение. В левом крыле здания расположен лестничный марш. В левом и правом крыле здания имеются противопожарные выходы. Кровля шиферная, по деревянному каркасу. В данном корпусе расположены маломобильные группы населения (лежачие) [3] на первом этаже, на втором этаже мобильные и сохранные группы населения.

Столовая - одноэтажное здание, II степени огнестойкости, размеры в плане 32×16×5м. Стены кирпичные, перекрытия деревянные, отделка – покраска и побелка по сухой штукатурке. Кровля шиферная по деревянной обрешётке.

Котельная - одноэтажное здание, II степени огнестойкости, размеры в плане 7×16×10м. Стены и перегородки кирпичные. Кровля шиферная по деревянной обрешётке.

Банно-прачечный блок - одноэтажное здание, II степени огнестойкости, размеры в плане 8×32×5м. Стены и перегородки кирпичные. Кровля шиферная по деревянной обрешётке.

Гараж - одноэтажное здание, II степени огнестойкости, размеры в плане 12×30×7м. Стены железобетонные. Кровля шиферная по деревянной обрешётке.

Клуб - одноэтажное здание, III степени огнестойкости, размеры в плане 9×27×5м. Стены смешанные, кирпичные и железобетонные. Кровля шиферная по деревянной обрешётке.

Овощехранилище – одноэтажное здание II степени огнестойкости, размеры в плане 37х18х6м. Стены из бетонных блоков, перекрытие железобетонные, полы бетонные. Кровля шиферная по деревянной обрешётке.

В здании КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» смонтирована система противопожарной защиты СОУЭ «Лавина».

## **2.2 Водоснабжение**

Внутреннее:

Ввод в здания осуществляется трубопроводом диаметром 80 мм для питьевых и хозяйственных нужд от водонапорной башни. Распределительный трубопровод диаметром 25 и 50 мм, отвод на пожарные краны 50 мм. В жилых зданиях предусмотрено по 2 пожарных крана на каждом этаже, с давлением в часы максимального отбора воды-2 Атм.

Наружное:

На территории интерната расположены 2 пожарных водоёма по 75 м<sup>3</sup>. также используется ВБ – 50, приспособленная для забора воды пожарными автомобилями.

Отопление: водяное, от котельной объекта. Вентиляция: естественная.

## **2.3 Пожарная опасность объекта исследования**

В целях выявления нарушений в области пожарной безопасности на различных объектах требуется провести оценку соответствия объекта нормативно-правовым актам по пожарной безопасности. По результатам выявленных замечаний в области пожарной безопасности могут быть разработаны меры противопожарной защиты объекта для приведения объекта в соответствие.

### **2.3.1 Проверка огнестойкости здания и строительных конструкций**

Строительные конструкции характеризуются огнестойкостью и пожарной опасностью.

Показателем огнестойкости является предел огнестойкости, пожарную опасность конструкции характеризует класс ее пожарной опасности.

Предел огнестойкости строительных конструкций устанавливается по времени (в минутах) наступления одного или последовательно нескольких, нормируемых для данной конструкции, признаков предельных состояний:

- потери несущей способности (R);
- потери целостности (E);
- потери теплоизолирующей способности (I);
- достижение предельной величины плотности теплового потока на нормируемом расстоянии от необогреваемой поверхности конструкции (W);
- дымогазонепроницаемости (S).

К основным несущим элементам здания относятся наружные и внутренние стены. Наружные стены – кирпичные, 500 мм. Внутренние стены – кирпичные, 120 мм.

Лестничные клетки – кирпичные, толщина 120 мм.

Марши и площадки лестниц выполнены из ж\б конструкций по металлическим косоурам.

Марши лестниц выполнены из ж\б, бетон - легкий, ширина сечения 120 мм, расстояние от обогреваемой поверхности до оси арматуры 35 мм.

Площадки лестниц выполнены из ж\б, бетон - легкий, толщина плиты 60 мм, расстояние от обогреваемой поверхности до оси арматуры 10 мм, опирание по контуру.

В таблице 1 представлены требуемая и фактическая степени огнестойкости строительных конструкций и здания жилого корпуса №1А.

Таблица 1 – Огнестойкость строительных конструкций и здания жилого корпуса

Наименование строительных конструкций	Фактический предел огнестойкости	Степень огнестойкости по ФЗ-123	Степень огнестойкости по СНиП 2.01.02-85*
1	2	3	4
Стены внутренние и наружные	R 330 5,5 ч	I	I
Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	REI150 2,5 ч	I	I
Внутренние стены лестничных клеток	REI150 2,5 ч	I	I
Лестничные марши и площадки лестниц	R 45 0,75 ч	II	II
Внутренние несущие (перегородки)	E 150 2,5 ч	I	I
Фактическая степень огнестойкости здания	II		

Вывод: фактическая степень огнестойкости здания жилого корпуса №1А №123-ФЗ - II.

### 2.3.2 Определение фактического класса конструктивной пожарной опасности здания.

Класс конструктивной пожарной опасности зданий, сооружений и пожарных отсеков – классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая степенью участия строительных конструкций в развитии пожара и образовании опасных факторов пожара.

Здания, сооружения и пожарные отсеки по конструктивной пожарной опасности подразделяются на классы С0, С1, С2 и С3.

В наружных стенах, междуэтажных перекрытиях, маршах и площадках лестничных маршей применяются только негорючие материалы, следовательно согласно п. 10.6 ГОСТ 30403-96 и табл. 6 Федерального закона [32] класс пожарной опасности, конструкций здания КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» - К0. В таблице 2 представлены требуемый и фактический класс конструктивной пожарной опасности жилого корпуса.

Таблица 2 – Требуемый и фактический класс конструктивной пожарной опасности жилого корпуса

Наименование строительных конструкций	Фактический класс пожарной опасности конструкции	Класс конструктивной пожарной опасности по ФЗ-123
	К <sub>ф.</sub> мин.	К <sub>тр.</sub> мин.
1	2	3
Наружные стены с внешней стороны	К <sub>0</sub>	С <sub>0</sub>
Стены, перегородки, перекрытия и бесчердачные покрытия	К <sub>0</sub>	С <sub>0</sub>
Стены лестничных клеток и противопожарные преграды	К <sub>0</sub>	С <sub>0</sub>
Марши и площадки лестниц в лестничных клетках	К <sub>0</sub>	С <sub>0</sub>

Вывод: фактический класс конструктивной пожарной опасности здания С0 жилого корпуса.

### **2.3.3 Оценка соответствия требуемых и фактических характеристик здания**

Требуемая степень огнестойкости зданий определяется согласно нормативно-правовых документов по пожарной безопасности, учитывая ряд некоторых аспектов этажность, функциональное назначение и другие [34].

Фактическая степень огнестойкости здания КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» - II. Согласно СП 2.13130.2020 [15], здания классом функциональной пожарной опасности - Ф1.1 требуется проектировать таким образом, чтобы обеспечивалась степень огнестойкости не ниже требуемой, т.е. - II, рассматриваемое здание соответствует п.6.7.17 СП 2.13130.2020 [15].

### **2.4 Проверка решений по ограничению распространения пожара**

Противопожарные расстояния между жилыми, общественными и административными зданиями, зданиями, сооружениями и строениями промышленных организаций в зависимости от степени огнестойкости и класса их конструктивной пожарной опасности определяются в соответствии с таблицей 1 п. 4.3 СП 4.13130.2013 [17].

Существующие противопожарные разрывы и их соответствие требуемым значениям представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Противопожарные разрывы

Наименование объекта	Фактическое расстояние, м	Допустимое расстояние, м
1	2	3
Жилой корпус №2	10	6
Клуб (неэксплуатируемый)	30	6
Овощехранилище	15	6



Вывод: противопожарные расстояния между зданиями, сооружениями и строениями соответствуют требованиям п. 4.3 СП 4.13130.2013 [17].

#### **2.4.1 Объемно-планировочные и конструктивные решения**

Объемно-планировочным решением здания является организация его внутреннего пространства, определяющая взаиморасположение (компоновку) помещений. Объемно-планировочное решение зависит от назначения и объема здания, от градостроительных и экономических требований, климатических и местных факторов.

Противопожарная преграда - строительная конструкция с нормированным пределом огнестойкости и классом конструктивной пожарной опасности конструкции, объемный элемент здания или иное инженерное решение, предназначенное для предотвращения распространения пожара из одной части здания или сооружения в другую, или между зданиями, сооружениями, зелеными насаждениями [5].

Согласно п.2 статье 59 Федерального закона [33] ограничение распространения пожара за пределы очага должно обеспечиваться одним или несколькими способами, а именно устройство пожарных отсеков и секций, а также ограничение этажности зданий и сооружений. Здания классом функциональной пожарной опасности Ф1.1, следует проектировать не выше 28 м п. 6.7.17 СП 2.13130.2020 [15].

Рассматриваемое здание является двухэтажным строением, высота 10 метров, что соответствует требованиям п. 6.7.17 СП 2.13130.2020 [15].

На объектах класса Ф1.1 следует размещать в отдельных блоках или частях здания, отделенных от частей здания другого назначения (административно-хозяйственных, бытовых, технических и др.) противопожарными стенами не ниже 2-го типа и перекрытиями не ниже 3-го типа п. 5.2.4 СП 4.13130.2013 [17]. Междуэтажные перекрытия здания в соответствии с таблицей 8 пособия [13] предел огнестойкости 2,5 часа (REI 150), что соответствует требованию п.5.2.4 СП 4.13130.2013 [17]. В таблице 4

приведены категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности [26].

Таблица 4 – Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Наименование помещений	Категория по взрывопожарной и пожарной опасности
1	2
Подвальный этаж	
Склад в подвальном помещении	В 2
Архив	В 2
Прачечная	В 4
Первый этаж	
Электрощитовая	В 4
Склад на первом этаже	В 2
Лаборатория	В 2

Данные помещения выделены кирпичными перегородками толщиной 120 мм, обеспечивающими предел огнестойкости EI 150. Железобетонные перекрытия обеспечивают предел огнестойкости REI 150. Заполнение дверных проемов выполнено сертифицированными дверями. Дверные проемы пожароопасных помещений защищены противопожарными дверями ст.37, табл. 23 №123-ФЗ [33].

Для ограничения распространения пожара складские помещения, кладовые и вентиляционные камеры должны быть отделены от смежных помещений и коридоров противопожарными перегородками 1-го типа (EI 45), перекрытиями 3-го типа (REI 45), заполнение дверных проемов должно быть предусмотрено противопожарными дверями 2-го типа (EI 30).

Над помещениями категории В2 не предусмотрено размещение помещений, предназначенными для одновременного пребывания 50 человек и более п. 5.1.10 СП 4.13130.2013 [17].

Вывод: в ходе проведения оценки соответствия объемно-планировочных решений отступлений от требований пожарной безопасности не выявлено.

## **2.5 Система автоматической противопожарной защиты.**

Здание жилого корпуса №1 КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» является зданием общественного назначения, следовательно, должна предусматриваться АУПТ независимо от площади согласно табл. 1, п.7 СП 486.1311500.2020 [20].

Система пожарной сигнализации должна обеспечивать подачу звукового и светового сигнала о возникновении пожара на приемно-контрольное устройство в помещении дежурного персонала, а в зданиях классов функциональной пожарной опасности Ф 1.1, Ф 1.2, Ф 4.1, Ф 4.2 - с дублированием этих сигналов на пульт подразделения пожарной охраны без участия работников объекта, согласно п. 7 ст. 83 Федерального закона [32]. В здании интерната предусмотрено дублирование сигналов на пульт пожарной части, в районе выезда которой расположен объект исследования, что соответствует требованию п. 7 ст. 83 Федерального закона [32].

Площадь, защищаемая одним ПА, определяется по его ТТХ, размещение пожарных извещателей осуществляется в соответствии с СП 484.1311500.2020 [18].

Электропитание осуществляется от рабочего источника питания – сеть 220В, 50 Гц, мощностью 200Вт. Резервный источник – аккумуляторная батарея 12В, 7А/час [27].

Согласно ст. 84 п.12 Федерального закона [32] здания медицинских организаций, учреждений социальной защиты населения и учреждений социального обслуживания с пребыванием людей на постоянной основе или стационарном лечении с учетом индивидуальных способностей людей к восприятию сигналов оповещения должны быть дополнительно оборудованы

системами оповещения о пожаре, в том числе с использованием персональных устройств со световыми, звуковыми и с вибрационными сигналами оповещения. Такие системы оповещения должны обеспечивать информирование дежурного персонала о передаче сигнала оповещения и подтверждение его получения каждым оповещаемым.

СОУЭ должна проектироваться в целях обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре. Учреждения социального обслуживания должны оснащаться 3-типом СОУЭ в соответствии с п. 3, таблица 2 СП 3.13130.2009 [16].

В здании предусмотрена СОУЭ 3-го типа, включающая в себя речевое оповещение и световые таблички «Выход», что соответствует требованию п.3, таблица 2 СП 3.13130. 2009 [16].

Управление СОУЭ осуществляется с помещения поста расположенном в помещении на первом этаже, что соответствует п. 3.5 СП 3.13130.2009 [16].

Оповещение людей о пожаре осуществляется речевыми оповещателями типа «Рокот» и световыми табло «Выход», указывающими пути эвакуации [14].

Система ПДЗ здания, сооружения должна обеспечивать защиту людей на путях эвакуации от воздействия опасных факторов пожара в течение времени, необходимого для эвакуации людей в безопасную зону согласно Федерального закона.

Удаление продуктов горения при пожаре системами вытяжной противодымной вентиляции следует предусматривать из коридоров подвальных и цокольных этажей жилых, общественных, административно-бытовых, зданий при выходах в эти коридоры из помещений с постоянным пребыванием людей согласно п. 7.2.б. СП 7.131302013 [22], а также из коридоров без естественного проветривания при пожаре длиной более 15 м в зданиях с числом этажей два и более п. 7.2.в. СП 7.131302013 [22]. В здании жилого корпуса №1А система вытяжной противодымной вентиляции не предусмотрена, что не соответствует требованию п. 7.2 СП 7.131302013 [22].

Вывод:

В здании жилого корпуса №1А требуется АУПТ, в соответствии с табл. 1, п.7 СП 486.1311500.2020 [20].

В здании предусмотрена АУПС согласно СП 484.1311500.2020 [18].

Здание оборудовано СОУЭ 3-го типа, в соответствии с ст. 84 Федерального закона, п. 3, таблица 2 СП 3.13130.2009 [16].

В здании жилого корпуса №1 КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» система вытяжной противодымной вентиляции не предусмотрена, что не соответствует требованию п. 7.2 СП 7.13130.2013 [22].

## **2.6 Оценка соответствия мероприятий, направленных на обеспечение действий пожарно-спасательных подразделений**

Расстояние от объекта до ближайшего пожарного депо, укомплектованного требуемой для тушения пожара и спасения людей техникой, составляет 8 км (время следования 11 минут). Первое пожарное подразделение является ДПК ЗАО Агро-Ярск. Вместе с тем объект расположен в радиусе выезда 63 ПСЧ 14 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по Красноярскому краю на расстоянии 40 км.

Согласно ст.76, п.1 Федерального закона дислокация подразделений пожарной охраны на территориях поселений и городских округов определяется исходя из условия, что время прибытия первого подразделения к месту вызова в городских поселениях и городских округах не должно превышать 10 минут, сельских населенных пунктах 20 минут.

Подъезд на территорию с северной стороны осуществляется с ул. Озерная, ширина проезда 6 метров.

Вдоль фасада здания, предусмотрена возможность проезда пожарной техники и установки автолестницы АЛ-30 для обеспечения доступа пожарных подразделений в помещения.

Покрытие проездов рассчитано на нагрузку от пожарной техники (не менее 16 тонн на ось и общим весом 30 т).

Подъем пожарных подразделений на этажи здания возможен по эвакуационным лестничным клеткам.

Наружное противопожарное водоснабжение:

Согласно п. 4.1 СП 8.13130.2009 [23] установлено, что наружное противопожарное водоснабжение должно предусматриваться на территории поселений и организаций. Наружный противопожарный водопровод, как правило, объединяется с хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом.

Согласно ст. 68, ч.16. №123-ФЗ [32], установку пожарных гидрантов следует предусматривать вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 метра от края проезжей части, но не менее 5 метров от стен зданий, гидранты допускается располагать на проезжей части. При этом установка пожарных гидрантов на ответвлении от линии водопровода.

Наружное противопожарное водоснабжение осуществляется от двух пожарных водоемов и водонапорной башни:

К источникам противопожарного водоснабжения обеспечен беспрепятственный проезд пожарной техники.

Внутреннее противопожарное водоснабжение:

Согласно п. 4.1.1 СП 10.13130.2020 [25] число пожарных стволов должно составлять 1 и минимальный расход воды на внутреннее пожаротушение должен составлять 2,5 л/с.

Внутреннее противопожарное водоснабжение предусмотрено от типовых пожарных кранов, установленных на сети Ø 50 мм, размещенных в общих коридорах и лестничных клетках. Размещение пожарных кранов выполнено с расчетом орошения каждой точки здания двумя струями с расходом не менее 2,5 л/с каждая. В жилом корпусе №1А предусмотрено 4 ПК по 2 на каждом этаже.

Перепады высот кровли и ограждения:

Согласно ГОСТ 25772-83 «Ограждения лестниц, балконов и крыш стальные. Общие технические условия» ограждения по периметру кровли должны быть выполнены со следующими геометрическими размерами: расстояние между стойками не должно превышать 1200 мм, высота ограждения не ниже 600 мм, расстояние между горизонтальными ограждающими элементами не более 300 мм.

В ходе обследования выявлено, что расстояние между стойками равно 1200 мм, высота ограждения равна 600 мм, расстояние между горизонтальными ограждающими элементами равно 300 мм.

Наличие выходов на кровлю:

Согласно ст. 90, ч. 2 – ч. 7 №123-ФЗ [35] и п. 7.6 СП 4.13130.2013 [20] на кровлю зданий, сооружений и строений I, II и III степеней огнестойкости классов С0 и С1 выход осуществляется через окно или дверь размером не менее 0,75 x 1,5 метра, а также через люк размером не менее 0,6 x 0,8 метра по вертикальной или наклонной лестнице. Согласно п. 7.3 СП 4.13130.2013 [17] число выходов на кровлю (но не менее чем один выход) и их расположение следует предусматривать в зависимости от класса функциональной пожарной опасности и размеров здания и сооружения.

Вывод по второй главе

В результате проведения анализа пожарной опасности объекта на предмет соответствия требованиям нормативно-правовых актов по пожарной безопасности выявлены следующие замечания:

- в здании КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» отсутствует автоматическая установка пожаротушения, что не соответствует СП 486.1311500.2020;
- в здании КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» отсутствует система вытяжной противодымной вентиляции, что не соответствует требованию п. 7.2 СП 7.131302013.

### **Глава 3 Разработка установки дымоудаления и подпора воздуха, назначение и принцип действия**

Основной задачей ПДЗ является освобождение эвакуационных путей от опасных факторов пожара. Вместе с тем, по прибытию пожарно-спасательных подразделений система ПДЗ оказывает большое содействие в удалении продуктов горения, а также в нераспространении пожара по всей площади здания.

В настоящее время имеется большое количество объектов на которых наличие систем ПДЗ применяется в обязательном порядке, к таким объектам относятся здания с массовым пребыванием людей, высотные и подземные сооружения.

Обеспечение удаления дыма из очага пожара посредством обеспечения ПДЗ должно действовать на протяжении времени превышающем время эвакуации людей из здания. Расчет эвакуации людей из объекта выпускной квалификационной работы приведен в приложении 1. Время наступления критических значений опасных факторов пожара не должно превышать время эвакуации людей из здания [34].

#### **3.1 Обоснование необходимости и вида противодымной защиты**

В соответствии с п. 7.2 СП 7.13130.2013 системы противодымной вентиляции для удаления продуктов горения при пожаре следует предусматривать из коридоров и холлов жилых, общественных, административно-бытовых и многофункциональных зданий высотой более 28 м. Высота здания определяется разностью отметок поверхности проезда для пожарных автомашин и нижней отметки открывающегося окна (проема) в наружной стене верхнего этажа (не считая верхнего технического).

Немалое количество различных документов (ГОСТ, СП и т.п.) включает в себя ряд требований по противопожарной безопасности. В то же время



существует масса методических материалов, рассказывающих о том, как произвести расчет систем ПДЗ. И это неслучайно. Ведь специалисты, занимающиеся проектными работами и расчетами дымозащиты должны иметь за плечами актуальную теоретическую базу, чтобы без труда уметь подбирать требуемое оборудование надлежащего качества – вентиляторы для подпора воздуха, противопожарные клапаны вентиляторы дымоудаления [36].

Обычно во всех источниках отдельно рассматривается расчет систем ПДЗ высокоэтажных зданий. Главной целью таких расчетов является опеределение технических характеристик вентиляторов дымоудаления из коридоров, а также подачу кислорода на незадымленные клетки лестниц и в шахтах лифтов, которые обеспечивают незадымление вертикальных путей эвакуации из зданий повышенной этажности [31].

### **3.2 Автоматическая установка противодымной защиты**

Требования, регламентирующие проектирование, эксплуатацию и ремонт систем ПДЗ зданий и сооружений, содержатся в системе нормативных и методических документов. Номенклатура помещений и зданий, подлежащих оборудований системами ПДЗ, и состав этой системы проводятся в отраслевых нормативных документах по пожарной безопасности [35].

Согласно требований нормативно-правовой документации по пожарной безопасности удаление продуктов горения требуется производить из помещений в которых в наружных ограждающих конструкциях отсутствуют оконные проемы или отсутствует возможность открыть их в случае пожара. Вместе с тем для удаления продуктов горения требуется чтобы площадь проемов была достаточной в целях удаления продуктов горения из помещения с очагом пожара.

В случае возникновения пожара в помещениях которые оборудованы АУГПТ требуется предусматривать удаление газа из помещения в случае срабатывания установки.

Система ПДЗ в зависимости от объемно-планировочного решения и этажности здания может включать и себя:

- систему ПДЗ из помещений и (или) коридоров;
- систему удаления дыма и газов после пожара;
- систему обеспечения незамедляемости лестничных клеток;
- систему подпора воздуха в шахтах лифтов, лестнично-лифтовые, лестничные и лифтовые холлы.

Дымоудаление – комплекс технических средств для ограничения распространения продуктов горения во внутренний объем зданий и сооружений и, преимущественно, предотвращения блокирования дымом (задымление) путем эвакуации и эвакуационных выходов при возникновении и развитии пожара. В качестве дополнительных функций ПДЗ реализуются следующие:

- в целях создания необходимых условий для постоянного пребывания персонала, обслуживающего специальное оборудование, в непрерывном цикле работы;
- в целях обеспечения боевых действий пожарной охраны по выполнению спасательных работ, обнаружению пострадавших при пожаре и проведении аварийно-спасательных работ;
- в целях уменьшения воздействия ОФП на дорогостоящее оборудование итп.

Структурная схема систем дымоудаления представлена на рисунке 5.

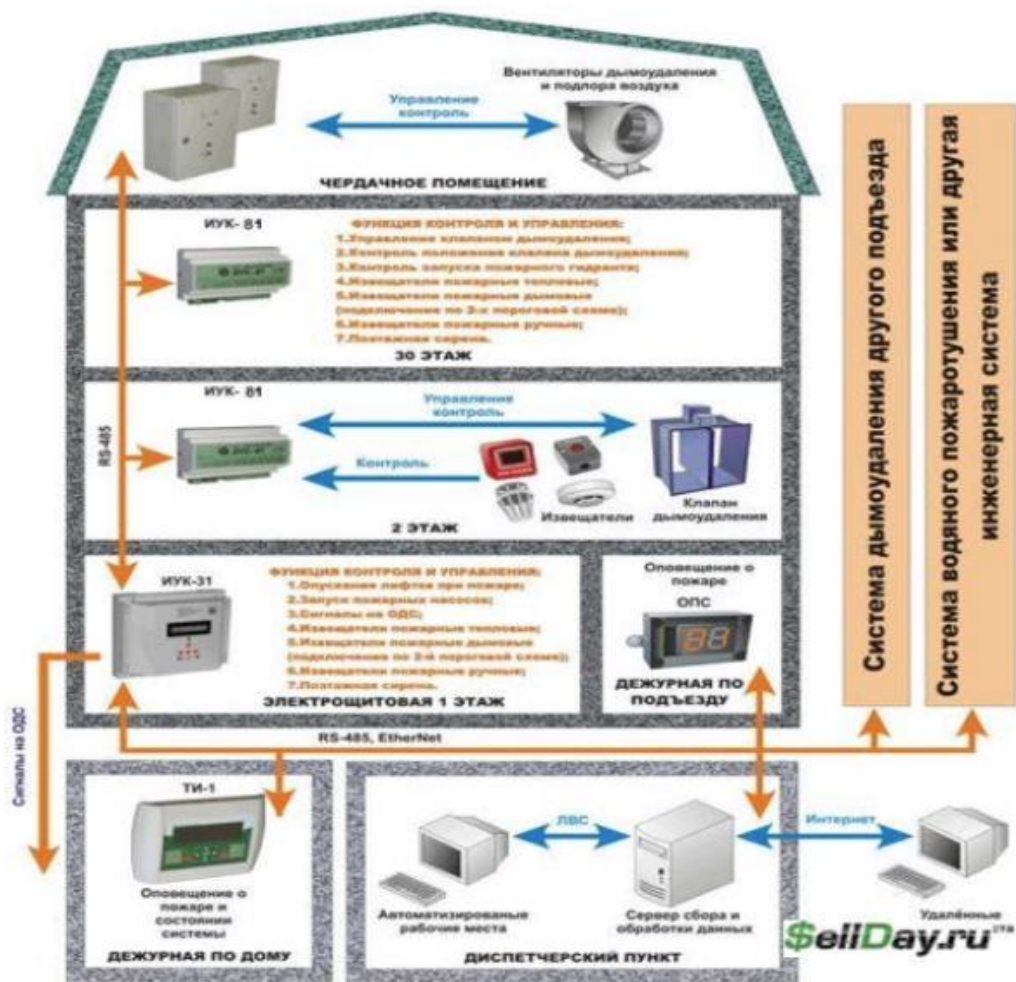


Рисунок 5 – Структурная схема систем дымоудаления

Управление механизмами ответственными за работу систем ПДЗ осуществляется в автоматическом режиме, либо в дистанционном с обеспечением заданной последовательности действий, в составе систем АУПС и АУПТ.

Дымоприемные устройства следует размещать на дымовых шахтах под потолком коридора или холла. Допускается присоединение дымоприемных устройств к дымовым шахтам на ответвлениях.

При искусственном побуждении к вертикальному коллектору следует присоединять ответвления не более чем от четырех помещений или четырех дымовых зон на каждом этаже.

Длина коридора, обслуживаемая одним дымоприемным устройством, принимается не более 30 м.

Помещения площадью более 1600 м<sup>2</sup> необходимо разделять на дымовые зоны, учитывая возможность возникновения пожара в одних из них. Каждую дымовую зону следует, как правило, ограждать плотными вертикальными завесами из негорючих материалов, спускающимися с потолка (перекрытия) к полу ниже 2,5 м от него, образуя под потолком (перекрытием) «резервуары дыма». Дымовые зоны, огражденные или не огражденные завесами, следует предусматривать с учетом возникновения возможных очагов пожара.

Управление клапанами должно быть автоматическим, дистанционным и ручным, или автоматическим и ручным [6].

Дымоприемные устройства следует размещать возможно более равномерно по площади помещения, дымовой зоны или резервуара дыма. площадь, обслуживаемую одним дымоприемным устройством следует принимать не более 900 м<sup>2</sup>.

Выброс дыма в атмосферу следует предусматривать на высоте не менее 2 м от кровли из горючих материалов. Допускается выброс дыма на меньшей высоте с защитой кровли негорючими материалами на расстоянии не менее 2 м от края выбросного отверстия. Выброс рекомендуется выполнять факельным (через конфузор) со скоростью не менее 20 м/с.

Вентиляторы систем дымоудаления следует размещать в отдельных помещениях с противопожарными перегородками 1-го типа.

Допускается устанавливать вентиляторы на кровле и снаружи здания, кроме районов с расчетной температурой наружного воздуха минус 40°С.

В основу расчета площади дымовых прорезов положена теория аэрации зданий. В соответствии с этой теорией, прилив внешнего воздуха в помещение и удаление нагретого воздуха из помещения осуществляется за счет разницы гидростатических давлений. При этом принимается, что напоры изменяются по высоте помещения, согласно линейному закону. В связи с этим между приточными и вытяжными отверстиями существует плоскость, на уровне

которого гидростатический напор равняется нулю. В этой плоскости внешнее давление равняется нулю. В этой плоскости внешнее давление равняется внутреннему.

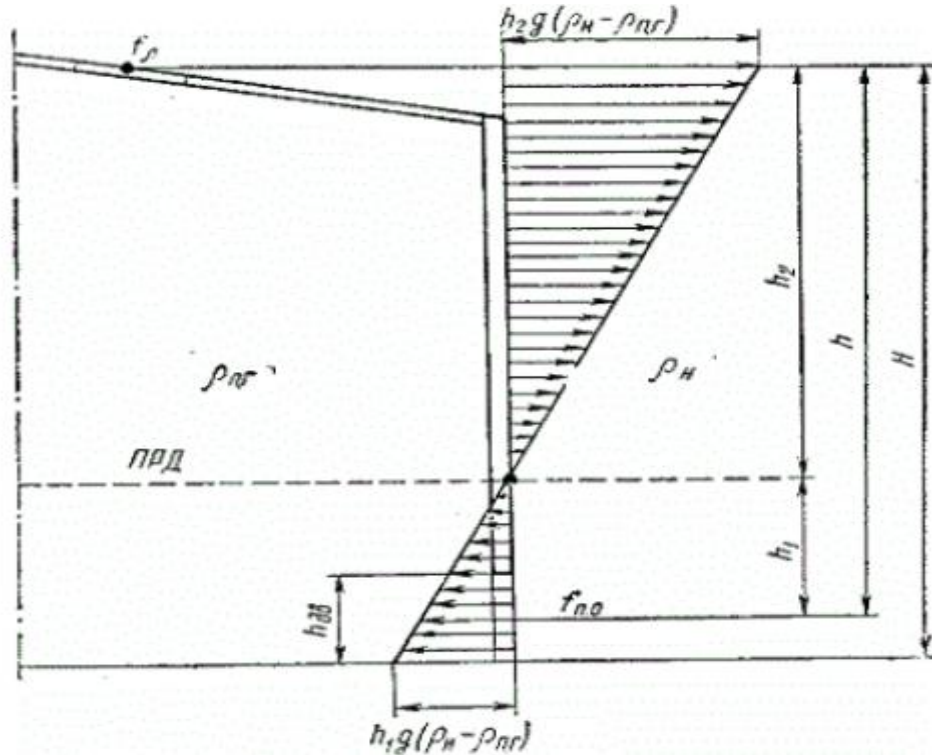


Рисунок 6 – Схема распределения гидростатических давлений при пожаре в помещении с дымовыми прорезами

Общая схема распределения гидростатических давлений при пожаре в помещении с дымовыми прорезами приведена на рисунке 6. Такая же схема распределения давления возможна при следующих допущениях.

Температура продуктов горения в помещениях при пожаре  $t_{п.г}$  выше температуры вне помещения  $t_3$ . При этих условиях плотность внешнего воздуха больше продуктов горения.

Принимается, что температура внешнего воздуха и температура продуктов горения  $t_{п.г}$  внутри помещения по высоте изменяются очень мало и этими изменениями можно пренебречь. При этих условиях напор около дымового прореза равняется:

$$h_2 g(p_3 - p_{п.г}) \quad (1)$$

где  $h_2$  – расстояние от плоскости равных давлений к центру дымового прореза, м;

$g$  – ускорение свободного падения;

$p_3$  – плотность внешнего воздуха;

$p_{п.г}$  – плотность продуктов горения.

Напор около приточного отверстия:

$$h_1 g(p_3 - p_{п.г}) \quad (2)$$

где  $h_1$  – расстояние от плоскости равных давлений к центру приточного отверстия, м;

$g$  - ускорение свободного падения;

$p_3$  – плотность внешнего воздуха;

$p_{п.г}$  – плотность продуктов горения.

В целом существует несколько подходов к организации удаления продуктов горения из помещений здания при возникновении пожара:

- создание свободной от дыма зоны в нижней части помещения;
- обеспечение отсутствия задымления на путях эвакуации смежных к помещению с очагом пожара;
- обеспечение шахтами удаления дыма с принудительной вытяжкой, применяется в случае удаления дыма из холлов и коридоров.

Дымовые газы, которые удаляются системой, рассчитывают с учетом продуктов горения, которые поступают в коридор из пылающего помещения, расходов воздуха через открытый дверной проем в коридоре пылающего

этажа и полном воздуха через неплотности шахты дымоудаления и закрытые клапаны на не «пылающих» этажах дома.

1. Определяемый расход дыма, который надо удалить из коридора или холла, рассчитывается по формулам:

– для жилых домов:

$$G_B^{ГВ} = 3420 \times B \times n \times H_D^{1,5} \text{ кг/ч} \quad (3)$$

– для общественных, административных и производственных зданий и сооружений:

$$G_D = 4300 \times B \times n \times H_D^{1,5} \times K_D \quad (4)$$

где  $B$  – ширина двери, которая открывается на выходе из коридора или холла к лестничным клеткам или наружу, м;

$n$  – коэффициент, который зависит от ширины двери:

Коэффициент  $n$  при значении  $B$  представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Коэффициент  $n$  при значении  $B$

Здания и сооружения	Коэффициент $n$ при значении $B, \text{м}$				
	0,6	0,9	1,2	1,8	2,4
1	2	3	4	5	6
Жилые	1,00	0,82	0,70	0,51	0,41
Общественные и производственные	1,05	0,91	0,80	0,62	0,5

$H_D$  – высота двери, м:

при  $H_D < 2$  м – принимать  $H_D = 2$  м;

при  $H_D > 2,5$  м – принимать  $H_D = 2,5$  м;

$K_d$  – коэффициент, который зависит от времени открывания двери:  $K_d=1$  – при эвакуации 25 чел. и большее через одну дверь.

2. Выбираем дымовой клапан и определяем его площадь свободного сечения  $S_{дк}$ , м<sup>2</sup>.

Площадь свободного сечения дымового клапана представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Площадь свободного сечения дымового клапана

Клапан	Площадь свободного сечения, $S_{дк}$ , м <sup>2</sup>
1	2
КПДШГ-25	0,25
КПДШГ-25	0,25
КПДШГ-25	0,25
КПДШК-30	0,30
КПДШК-35	0,35
КПДШК-40	0,40
КДП-5	0,20
КЕ-1	0,20

3. Определяем массовую скорость дыма в сечении дымового клапана,  $V_M$ :

$$V_M = \frac{G_B}{S_{дк}}, \text{ кг/см}^2 \quad (5)$$

Определяем потери давления в дымовом клапане:

$$\Delta P_1 = K_T(z_1 + z_2) \frac{V_M^2}{2\rho}, \text{ Па} \quad (6)$$

где  $K_T$  – поправочный коэффициент для коэффициентов местных сопротивлений  $z$ .

Температура газа в зависимости от поправочного коэффициента представлена в таблице 7.



Таблица 7 – Температура газа в зависимости от поправочного коэффициента

$K_T$	Температура газа, °С
1	2
0,66	300
0,55	450
0,45	600

$z_1$  – коэффициент сопротивления давления входа в дымовой клапан.

Угол входа в зависимости от коэффициента сопротивления давления входа в дымовой клапан представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Угол входа в зависимости от коэффициента сопротивления давления входа в дымовой клапан

$z_1$	Угол входа, °
1	2
2,2	90
1,32	45

$z_2$  – коэффициент сопротивления присоединения дымового клапана к шахте.

Выбор клапана в зависимости от сопротивления присоединения дымового клапана к шахте представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Выбор клапана в зависимости от сопротивления присоединения дымового клапана к шахте

$z_2$	Клапан
1	2
0,3	КПДШ
0,2	КДП-5,КЕ-1

$\rho$  – плотность дыма для коридоров и холлов, принимается 0,61 кг/м<sup>3</sup>.

5. Определяем площадь сечения дымовой шахты,  $S_{дш}$ .

6. Определяем массовую скорость дыма в дымовой шахте:

$$V_{ш} = \frac{G_B}{S_{дш}}, \text{ кг/см}^2 \quad (7)$$

7. Определяем скоростное давление в дымовой шахте:

$$P_{дш} = \frac{V_{дш}^2}{2\rho}, \text{ Па} \quad (8)$$

8. Определяем потери давления в дымовой шахте:

$$\Delta P_2 = K_{тр} \Delta P_{тр} K_{б1} \quad (9)$$

где  $K_{тр}$  – коэффициент трения.

Температура дыма в зависимости от коэффициента трения представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Температура дыма в зависимости от коэффициента трения

$K_{тр}$	Температура дыма, °С
1	2
9,6	300
8,0	450
6,45	600

$\Delta P_{тр}$  – потери давления на трение.

Затраты давления на трение в зависимости от сечения дымовой шахты представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Затраты давления на трение в зависимости от сечения дымовой шахты

Скоростное давление, $P_{дш}, \text{Па}$	Затраты давления на трение, $\Delta P_{тр}, \text{Па}$ при сечении дымовой шахты, $\text{м}^2$			
	0,25	0,35	0,5	0,7
1	2	3	4	5
30	0,10	0,09	0,06	0,06
40	0,13	0,13	0,08	0,07
50	0,16	0,14	0,10	0,09
60	0,19	0,17	0,12	0,11
70	0,22	0,19	0,14	0,12
80	0,25	0,22	0,16	0,14
90	0,28	0,24	0,18	0,16
100	0,31	0,27	0,20	0,17
110	0,34	0,29	0,22	0,19
120	0,37	0,32	0,24	0,20
130	0,40	0,34	0,26	0,21
140	0,43	0,37	0,27	0,22
150	0,46	0,39	0,29	0,25
160	0,49	0,41	0,31	0,26
170	0,52	0,45	0,33	0,28
180	0,55	0,47	0,35	0,30
190	0,58	0,49	0,37	0,31
200	0,61	0,54	0,40	0,33

$K_6$  – коэффициент, который зависит от строительного материала шахты дымоудаления.

Коэффициент зависимости от строительного материала представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Коэффициент зависимости от строительного материала шахты дымоудаления

$K_6$	Материал
1	2
1,7	Бетон, шлакобетон
2,1	Кирпич
2,7	Штукатурка по сетке
1,0	Стальные воздуховоды

9. Определяем общие потери давления:

$$\Delta P_3 = \Delta P_1 + \Delta P_2, \text{ Па} \quad (10)$$

10. Определяем затраты дыма через неплотности дымового клапана на верхнем этаже:

$$G_k = 0,0112(S_{dk}\Delta P_3)^{0,5}, \text{ кг/с} \quad (11)$$

11. Определяем процентное отношение:

$$\frac{G_k}{G_B} 100\% \quad (12)$$

12. Определяем увеличение плотности дыма и воздуха в дымовой шахте.

Увеличение плотности дыма и воздуха в дымовой шахте представлен в таблице 13.

Таблица 13 - Увеличение плотности дыма и воздуха в дымовой шахте

$\frac{G_k}{G_B} 100\%$	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\Delta\rho_{д, \text{кг/м}^3}$	0,01	0,009	0,0084	0,0078	0,0072	0,0066	0,0061	0,0055	0,0049

13. Определяем плотность дыма в устье дымовой шахты:

$$\rho_{\Gamma} = 0,61 + \Delta\rho_{д}(N_{\Pi} - 1), \text{ кг/м}^3 \quad (13)$$

$N_{\Pi}$  – количество этажей здания или участков системы дымоудаления.

14. Определяем затраты дыма в устье дымовой шахты:

$$G_{\Gamma} = \frac{0,81G_B\rho_{\Gamma}}{1-0,83\rho_{\Gamma}}, \text{ кг/с} \quad (14)$$

15. Определяем массовую скорость в устье шахты:

$$V_{\Gamma} = \frac{G_{\Gamma}}{S_{\text{дш}}}, \text{ кг/см}^3 \quad (15)$$

16. Определяем скоростное давление устье шахты:

$$P_{\Gamma} = \frac{V_{\Gamma}^2}{2\rho_{\Gamma}}, \text{ Па} \quad (16)$$

17. Определяем коэффициент сопротивления всей дымовой шахты:

$$z_{\text{дш}} = \frac{9,6\Delta P_{\text{тр}}K_6^1}{P_{\Gamma}} + 0,3K_{\text{т}}(N_{\text{п}} - 1) \quad (17)$$

где  $K_{\text{т}} = 0,75$  – коэффициент снижения температуры и повышения плотности дыма.

18. Определим потери давления в шахте:

$$\Delta P_{\text{ш}} = 0,5(P_{\text{ш}} + P_{\Gamma})z_{\text{дш}} + \Delta P_{\text{з}}, \text{ Па} \quad (18)$$

19. Определяем потери давления в воздухопроводе присоединения дымовой шахты к вентилятору:

$$\Delta P_{\text{в}} = 9,6\Delta P_{\text{тр}}K_6^1 1_{\text{в}} + \sum zK_{\text{т}}P_{\Gamma}, \text{ Па} \quad (19)$$

где  $K_T = 0,75$  – коэффициент, который учитывает изменение температуры в воздухопроводе;

$z=0,5$  – суммарный коэффициент сопротивления воздухопровода.

20. Определяем сопротивление системы к вентилятору:

$$\Delta P_c = \Delta P_{ш} + \Delta P_{в}, \text{ Па} \quad (20)$$

21. Определяем подсосывание воздуха через неплотности шахты:

$$G_{п} = G_{п,с} П_c 1_c + G_{п,п} П_п 1_п + 0,1(G_T - G_B), \text{ кг/с} \quad (21)$$

где  $G_{п,с}$  – удельное подсосывание воздуха через неплотности шахты и воздухопровода из стальных листов или монолитного железобетона, принимается по классу П;

$G_{п,п}$  – удельное подсосывание воздуха через неплотности шахты и воздухопровода из плит или кирпича. принимается по классу Н;

$П_c, П_п$  – периметр разреза, м.

Статическое давление в месте присоединения воздухопровода к вентилятору представлено в таблице 14.

Таблица 14 - Статическое давление в месте присоединения воздухопровода к вентилятору

Класс воздухопроводов	Статическое давление в месте присоединения воздухопровода к вентилятору, $\Delta P_c$ , Па										
	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
	Удельное подсосывание воздуха, $G_{п,с(п)} \times 10^{-3} \text{ кг/см}^2$										
П	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0
Н	1,2	1,9	2,5	3,1	3,6	4,0	4,5	4,8	5,4	5,7	6,0

Для прямоугольных воздухопроводов вводится коэффициент 1,1.

22. Определяем общие затраты дыма:

$$\sum G = G_{\Gamma} + G_{\Pi}, \text{ кг/с} \quad (22)$$

23. Определяем количество увеличения затрат:

$$K = \frac{\sum G_{\Gamma}}{G}, \quad (23)$$

24. Определяем во сколько раз увеличиваются суммарные затраты давления на всасывание:

$$K_i = \frac{1+K^2}{2} \quad (24)$$

25. Определяем суммарные потери давления:

$$\sum \Delta P = \Delta P_c \times K_i, \text{ Па} \quad (25)$$

26. Определяем плотность дыма перед вентилятором:

$$\sum \rho = \frac{\sum G}{\left[ \frac{G_B}{0,61} + \frac{(\sum G - G_B)}{1,2} \right]}, \text{ кг/м}^3 \quad (26)$$

27. Определяем температуру дыма:

$$t_d = \frac{(353 - 273 \sum \rho)}{\sum \rho}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (27)$$

28. Определяем естественное давление:

$$\Delta P_{\text{пр}} = H(\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{д}}) + H_{\text{в}}(\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{г}}), \text{ Па} \quad (28)$$

где  $H, H_B$  – расстояние от уровня земли до отметки размещения вентилятора и от отметки размещения вентилятора к верхней точке воздухопровода удаления дыма, м;

$\gamma_n = 3463/(273+t_n)$  – удельный вес дыма при нормальных условиях, Н/м<sup>3</sup>;

$\gamma_r = 9,81 \times \sum \rho$  – удельный вес дыма в устье системы, Н/м<sup>3</sup>;

$\gamma_d = 4,9(\sum \rho + 0,61)$  – удельный вес дыма, Н/м<sup>3</sup>;

29. Определяем давление на вентиляторе:

$$\Delta P_B = \sum \Delta P - \Delta P_{пр}, \text{ Па} \quad (29)$$

30. Определяем необходимую производительность вентилятора:

$$L_B = \frac{3600 \sum G}{\sum \rho}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (30)$$

31. Определяем необходимое давление, создаваемое вентилятором:

$$P_B = \frac{1,2 \Delta P_B}{\sum \rho}, \text{ Па} \quad (31)$$

Подбираем вентилятор по справочнику по производительности и необходимому давлению.

Когда очаг пожара небольшой и пламя не достигает потолочного слоя дыма (характерный размер очага горения менее половины высоты незадымляемой зоны), объемные расходы дыма определяются по формуле:

$$G_K = 0,182 y^3 \sqrt{\frac{g Q_o y^2}{c_p \rho_n T_n}} \quad (32)$$



где  $Q_o$  – конвективные расходы ячейки пожара;  
 $c_p$  – теплоемкость;  
 $\rho_{\Pi} T_{\Pi}$  – соответственно, плотность и температура воздуха в помещении.

В случае, когда пламя проникает в потолочный слой дыма, затраты дыма в конвективной колонке определяют:

$$G_K^* = 0,188\Pi \times y^{1,5} \quad (33)$$

Общим для величин  $G_K$  и  $G_K^*$  является то, что с уменьшением высоты свободной зоны уменьшаются и расходы дыма, что поступают в потолочной слой. Расход дыма, который удаляется из верхней части помещения, определяется:

$$G_B = \mu_{\text{Л}} \times F_{\text{Л}} \sqrt{2\rho_{\text{д}} \times g \times h_{\text{д}}(\rho_{\Pi} - \rho_{\text{д}})} \quad (34)$$

где  $F_{\text{Л}}$  – площадь люков дымоудаления;  
 $\rho_{\text{д}}$  – плотность дыма в потолочном слое;  
 $\mu_{\text{Л}}$  – коэффициент расходов люков;  
 $h_{\text{д}}$  – толщина слоя дыма под потолком.

Из формулы (3) следует, что с увеличением  $h_{\text{д}}$  увеличиваются расходы дыма, который удаляется. С увеличением  $h_{\text{д}}$  также уменьшается и высота незамдымляемой зоны ( $Y$ ), а значит уменьшается  $G_K$ .

Одним из факторов, которым можно регулировать величину ( $Y$ ) есть площадь сечения люков  $F_{\text{Л}}$ . Поэтому основной задачей является расчет величины  $F_{\text{Л}}$ , при которой достигается необходимое значение ( $Y$ ).

Для вывода формулы  $F_{Л}$  приравняем зависимости (2) и(3) и запишем уравнение относительно  $F_{Л}$ :

$$F_{Л} = \frac{0,188 \times \Pi \times y^{1,5}}{\mu_{Л} \sqrt{2\rho_{д} \times g \times h_{д} (\rho_{п} - \rho_{д})}} \quad (35)$$

Зная периметр очага пожара и задаваясь необходимым значения высоты нейтральной зоны по формуле (4) можно рассчитывать необходимую площадь люков дымоудаления.

Рассмотрим второй подход организации дамоудаления для обеспечения незадымляемости путей эвакуации смежных домов и помещений. На разные фасады домов действует разное ветровое давление, показано на рисунке 7.

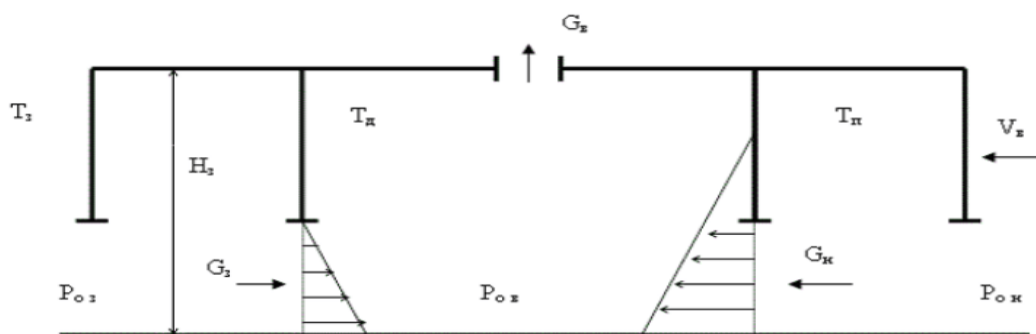


Рисунок 7 – Распределение ветрового давления по фасаду здания

Давление на наветренный фасад:

$$P_{ОН} = \frac{K_{Н} \times \rho_{П} \times V_{В}^2}{2} \quad (36)$$

Давление на боковой фасад:

$$P_{ОБОЖ} = \frac{K_{БОЖ} \times \rho_{П} \times V_{В}^2}{2} \quad (37)$$

Наименьшее давление будет со стороны заветренного фасада. Система дымоудаления должна предотвратить выход дыма в смежные помещения, которые расположенные со всех сторон.

Минимальные расходы приточного воздуха в помещение, которое горит, поступают через отверстия из заветренного фасада, максимальные – из наветренного. Расходы дыма, который удаляется, определяются как сумма расходов, которая поступает из всех отверстий.

$$G_B = 1,1(G_3 + G_{\text{БОК1}} + G_{\text{БОК2}} + G_H) \quad (38)$$

Для расчета расходов необходимо знать давление на уровне пола помещения, которое горит. Оно определяется как:

$$P_{\text{ОВ}} = \frac{-0,3 \times \rho_{\text{П}} \times V_{\text{В}}^2}{2 - 1,1 \times g \times h_{\text{д}} \left(1 + \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2\right) (\rho_{\text{П}} - \rho_{\text{Д}})} \quad (39)$$

Если на заветренный фасад выходят несколько отверстий, то расчет ведут для тех отверстий, для которых значение  $P_{\text{ОВ}}$  минимально. Далее рассчитываются перепады давления на уровне середины отверстий помещения, которое горит.

$$\Delta P_i = P_{0,i} - P_{\text{ОВ}} - \frac{gh(\rho_{\text{П}} - \rho_{\text{Д}})}{2} \quad (40)$$

где  $i$  – номер фасада дома.

Необходимая площадь устройств дымоудаления

$$F_{\text{Л}} = \frac{G_B}{\mu \sqrt{2 \rho_{\text{Д}} \Delta P_{\text{Л}}}} \quad (41)$$

где  $\Delta P_L$  – перепад давления (разница давления) внутри помещения на уровне верхней части (оголовка) устройства дымоудаления и давления снаружи дома на том же уровне ( $\Delta P_L = P_{вн} - P_{зовн.}$ ).

Перепад давления должен быть положительным, потому что иначе отверстие для удаления дыма будет работать как приточное и дым будет поступать в смежные помещения и рассчитываться по формуле:

$$\Delta P_L = P_{ов} - \frac{K_L \rho_{п} V_B^2}{2} + gH(\rho_n - \rho_d) \quad (42)$$

где  $K_L$  – аэродинамический коэффициент оголовка шахты (люка);

$H$  – высота от пола до оголовка шахты.

В некоторых случаях система дымоудаления должна иметь автоматические устройства для блокирования открытия окон на наветренной стороне и открывании их на заветренной.

### **3.3 Состав и размещение элементов ПДЗ**

Система дымоудаления состоит из вентиляторов ПД1 и ВД1 показанные на рисунке 8, которые включаются при открывании клапанов любого этажа.



Рисунок 8 – Вентилятор дымоудаления ВД1

Для управления системами дымоудаления и пожаротушения [19,27] используются шкафы контрольно-пусковые (ШКП) НВП «БОЛИД».

Вентиляторы для систем приточной противодымной вентиляции ВРАН-ПД.

Вентиляторы для систем приточной противодымной вентиляции ВРАН-ПД устанавливаются в специальных приточных системах дымоудаления для создания избыточного давления (подпора) в лестничные клетки, тамбуры, шлюзы и шахты лифтов зданий, чтобы предотвратить проникновение дыма в эти помещения и создать возможность проведения работ по борьбе с пожаром и по спасению людей и оборудования.

Выпускаются вентиляторы следующих исполнений по условиям применения:

- а) по 1-ой и 5-ой конструктивной схеме:
  1. общепромышленные (О),
  2. коррозионностойкие (К),
  3. теплостойкие (Ж),
  4. коррозионно-теплостойкие (КЖ);
- б) по 1-ой конструктивной схеме:

1. взрывозащищенные (В),
2. взрывозащищенные коррозионнотойкие (ВК1),
3. взрывозащищенные коррозионнотойкие (ВК3),
4. взрывозащищенные теплотойкие (ВЖ),
5. взрывозащищенные коррозионно-теплотойкие (ВК1Ж),
6. сейсмостойкие (С) для каждого из перечисленных выше условий применения.

Вентиляторы по своей конструкции имеют рабочие колеса с двух сторон (левая и правая). В целом изготавливают 2 различных модификации вентиляторов на которых 6 или 9 лопаток.

Данные вентиляторы применяются в различных климатических условиях согласно ГОСТ 15150.

Температура окружающей среды:

- от -60 до +40<sup>°</sup>С для умеренного и холодного исполнения;
- от -10 до +50<sup>°</sup>С для тропического исполнения.

2. Среднее значение виброскорости внешних источников вибрации в местах установки вентилятора не более 2мм/с.

Вентиляторы радиальные ВР 86-77ДУ для систем ПДЗ представляют собой вентиляторы одностороннего всасывания с рабочими лопатками, загнутыми назад.

### **3.4 Монтажные и пуско-наладочные работы**

Технические средства сигнализации допускаются к монтажу после проведения входного контроля [8]. Электрооборудование и кабельная продукция, деформированные или с повреждением защитных покрытий, монтажу не подлежат до устранения повреждений и дефектов в установленном порядке [21].

Не допускается производить замену одних технических средств на другие, имеющие аналогичные технические и эксплуатационные характеристики, без согласования с разработчиком проекта.

#### Порядок установки

Шкаф устанавливается на стенах или других конструкциях помещения в местах, защищенных от воздействия атмосферных осадков, механических повреждений и доступа посторонних лиц.

Закрепите шкаф на стене саморезами, используя крепежные отверстия в задней стенке шкафа. Подключите цепи питающего напряжения, нагрузки, линий контроля состояния в соответствии со схемой, приведённой на рисунке на внутренней стороне дверцы шкафа. Монтаж силовых цепей необходимо производить проводом сечением не менее 1 мм<sup>2</sup>. Для правильной работы шкафа [41].

Подключение нейтрали обязательно.

Переведите выключатель ВА47-29-С16 в положение «включено».

Закройте дверцу шкафа.

Установите нужный режим работы ШКП-004 с помощью переключателя «УПРАВЛЕНИЕ»:

- положение «АВТОМАТИКА» соответствует автоматическому режиму работы;
- положение «РУЧНОЕ» соответствует ручному режиму работы;
- положение «ОТКЛЮЧЕНО» соответствует отключенному состоянию шкафа.

### **3.5 Инструкция по эксплуатации ПДЗ**

По способу защиты от поражения электрическим током шкаф относится к классу ОI по ГОСТ 12.2.007.0. Корпус шкафа должен быть надёжно заземлен.

Органы и индикации управления:

- переключатель «Управление» служит для выбора режима работы шкафа – ручной или автоматический;
- кнопки «ПУСК» и «СТОП» служат для включения и отключения двигателя в ручном режиме;
- индикатор «ПИТАНИЕ», горит если напряжение питания в норме;
- индикатор «НАГРУЗКА» горит, если двигатель включен;
- индикатор «АВТОМАТИКА» горит, если включен автоматический режим работы;
- включение индикатора «НЕИСПРАВНОСТЬ» в ШКП-004 производится блоком БР-4 при неисправности питания ниже 160 В в любой из фаз, неправильная последовательность фаз, в ШКП-004 подачей внешнего напряжения постоянного тока 11...14 В от прибора управления на контакты «+» и «-» неисправность разъема.

Электропитание блока БР-4 в ШКП-004 вар. 1 производится от фазы А входного напряжения 380В. При необходимости БР-4 можно запитать от внешнего резервированного источника питания постоянного тока 11...14 В. Внешний источник может быть подключен совместно с питанием сети.

### **3.6 Ремонт и техническое обслуживание установки ПДЗ**

Ремонт контроллера должен производиться в условиях технической мастерской персоналом, имеющим квалификацию не ниже 4 разряда. При выполнении ремонтных операций необходимо соблюдать требования по защите интегральных микросхем от статистического электричества согласно ОСТ 11.073.062-84. Опасное значение электрического потенциала +100В.

Поддержание в постоянной готовности к применению по назначению установок ПДЗ является основной задачей проведения технического обслуживания, выявление неисправностей на ранней стадии позволит обеспечить работоспособность систем ПДЗ и реагирование в случае необходимости [39].



Техническое обслуживание систем ПДЗ следует проводить согласно «Инструкции по организации и проведению работ по регламентированному техническому обслуживанию установок ПДЗ».

К текущему обслуживанию относится наблюдение за плановой работой установки, устранение выявленных недостатков, регулировка, настройка, апробирование и проверка [28].

Текущий ремонт включает в себя следующие этапы: замена или переборка (ремонт) кабелей, а также частичную разборку и сборку оборудования.

Капитальный ремонт включает в себя выполнение работ которые предусмотрены по текущему ремонту, а также замена утративших свои функциональную работоспособность элементов.

Неплановый ремонт проводится в случае выхода из строя системы ПДЗ, а также в результате произошедшего пожара или аварии.

### **3.7 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации**

Одно из необходимых условий управления техносферной безопасностью в организации – оценка эффективности предлагаемых к реализации мероприятий. Эта оценка проводится в целях обоснования планируемых мероприятий, выбора оптимальных проектных решений, определения результатов деятельности, материального стимулирования работников предприятий за разработку и внедрение мероприятий по обеспечению производственной безопасности и решения ряда других вопросов.

Для расчета показателей экономической эффективности предлагаемых мероприятий необходимо предварительно составить план финансового обеспечения и смету. В таблицах 15 и 16 представлены план финансового обеспечения и смета.

Таблица 15 – План финансового обеспечения мероприятия

Наименование мероприятия	Основание	Стоимость, руб.	Срок реализации	Ответственный
Установка системы дымоудаления и противодымной защиты здания жилого корпуса №1А	План мероприятий по улучшению условий труда на 2022г.	1637719,1	4 кв. 2022г.	Главный инженер

Таблица 16 – Смета расходов на мероприятие

Наименование	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Т/з осн. раб. на ед.	Т/з осн. раб. Всего	Т/з мех. на ед.	Т/з мех. Всего
			Всего	В том числе			Всего	В том числе						
				Осн. З/п	Эк.Маш	З/п Мех		Осн.З/п	Эк.Маш	З/пМех				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Раздел 1. Противодымная вентиляция</b>														
Установка вентиляторов крышных массой: до 0,1 т	1 вентилятор	5	176,2	87,8 2	48,2	2,35	880,99	439,12	240,98	11,73	9,1287	45,64	0,1732	0,87
Вентилятор дымоудаления ВРКВ 6-10 Ду-3 с выбросом воздушного потока вверх и обратным клапаном	комплект	1	4187 9,71	-	-	-	41879,71	-	-	-	-	-	-	-
Вентилятор дымоудаления ВРКВ 6-7,1 Ду-3 с выбросом воздушного потока вверх и обратным клапаном	комплект	2	2332 4,78	-	-	-	46649,55	-	-	-	-	-	-	-
Вентилятор дымоудаления ВРКВ 9-6,3 Ду-4 с выбросом воздушного потока вверх и обратным клапаном	комплект	2	1252 4,53	-	-	-	25049,07	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 16

Установка клапанов обратных: диаметром до 1000 мм	1 клапан	5	99,92	42,3 7	8,24	0,22	499,58	211,84	41,19	1,1	4,7817	23,91	0,0158	0,08
Клапан дымоудаления КДМ-2/230В с электромеханическим приводом, с автоматическим открытием по сигналам пожарной автоматики и дистанционным с пульта управления Е30 500х400	комплект	1	3245,91	-	-	-	3245,91	-	-	-	-	-	-	-
Клапан дымоудаления КДМ-2/230В с электромеханическим приводом, с автоматическим открытием по сигналам пожарной автоматики и дистанционным с пульта управления Е30 550х550	комплект	1	3677,44	-	-	-	3677,44	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 16

Клапан дымоудаления КДМ-2/230В с электромеханическим приводом, с автоматическим открытием по сигналам пожарной автоматики и дистанционным с пульта управления Е30 600x400	комплект	2	4427,94	-	-	-	8855,88	-	-	-	-	-	-	-
Клапан дымоудаления КДМ-2/230В с электромеханическим приводом, с автоматическим открытием по сигналам пожарной автоматики и дистанционным с пульта управления Е30 950x350	комплект	1	4834,47	-	-	-	4834,47	-	-	-	-	-	-	-
Установка вентиляторов осевых массой: до 0,1 т	1 вентилятор	1	280,74	144,55	38,51	0,43	280,74	144,55	38,51	0,43	15,0261	15,03	0,0315	0,03

Продолжение таблицы 16

Установка клапанов воздушных утепленных КВУ с электрическим или пневматическим приводом периметром: до 3200 мм	1 шт.	1	107,9 1	49,5 7	12,95	0,43	107,91	49,57	12,95	0,43	5,8105	5,81	0,0315	0,03
Вентилятор осевой ВО-25-188-5 с утепленным стаканом ВКОП-8 и приводным утепленным клапаном (модификация 2)	комплект	1	1334 6,38	-	-	-	13346,38	-	-	-	-	-	-	-
Установка клапанов: огнезадерживающих периметром до 1600 мм	1 клапан	14	231,3 8	52,8 3	6,33	-	3239,35	739,63	88,64	-	5,825	81,55	-	-
Клапан пожарный нормально-закрытый огнезадерживающий КЛОП-1/230В с электромеханическим приводом, с автоматическим открытием по														

Продолжение таблицы 16

сигналам пожарной автоматики и дистанционным с пульта управления EI 30 200x200	комплект	5	3896,34	-	-	-	19481,71	-	-	-	-	-	-	-
Клапан пожарный нормально-закрытый огнезадерживающий КЛОП-1/230В с электромеханическим приводом, с автоматическим открытием по сигналам пожарной автоматики и дистанционным с пульта управления EI 30 800x300	комплект	7	5603,73	-	-	-	39226,09	-	-	-	-	-	-	-
Клапан пожарный нормально-закрытый огнезадерживающий КЛОП-1/230В с электромеханическим приводом, с автоматическим открытием по сигналам пожарной автоматики и дистанционным с пульта управления EI 60 800x300	комплект	2	5603,73	-	-	-	11207,45	-	-	-	-	-	-	-
Установка клапанов обратных: периметром до 1600 мм	1 клапан	1	29,13	16,43	2,95		29,13	16,43	2,95		1,8547	1,85		

Продолжение таблицы 16

Клапан КОМ-1 дымовой нормально-закрытый с электромеханическим приводом, с автоматическим открытием по сигналам пожарной автоматики и дистанционным с пульта управления E120 1200x300	комплект	1	8799,6	-	-	-	8799,6	-	-	-	-	-	-	-
Установка решеток жалюзийных площадью в свету: до 0,5 м2	1 решетка	16	26,8	18,98	3,73	-	428,88	303,71	59,72	-	2,1155	33,85	-	-
Наружняя жалюзийная решетка 200x200	шт.	1	359,33	-	-	-	359,33	-	-	-	-	-	-	-
Решетка декоративная на системе подпора и дымоудаления 620x620	шт.	2	2611	-	-	-	5221,99	-	-	-	-	-	-	-



Продолжение таблицы 16

Клапан КОМ-1 дымовой нормально-закрытый с электромеханическим приводом, с автоматическим открытием по сигналам пожарной автоматики и дистанционным с пульта управления Е120 1200х300	комплект	1	8799,6	-	-	-	8799,6	-	-	-	-	-	-	-
Установка решеток жалюзийных площадью в свету: до 0,5 м2	1 решетка	16	26,8	18,98	3,73	-	428,88	303,71	59,72	-	2,1155	33,85	-	-
Наружняя жалюзийная решетка 200х200	шт.	1	359,33	-	-	-	359,33	-	-	-	-	-	-	-
Решетка декоративная на системе подпора и дымоудаления 620х620	шт.	2	2611	-	-	-	5221,99	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 16

Решетка декоративная на системе подпора и дымоудаления 670x470	шт.	2	1181,34	-	-	-	2362,68	-	-	-	-	-	-	-
Сетка в стальной профильной раме 800x500	шт.	1	810,72	-	-	-	810,72	-	-	-	-	-	-	-
Сетка в стальной профильной раме 600x600	шт.	10	810,72	-	-	-	8107,24	-	-	-	-	-	-	-
Установка решеток жалюзийных площадью в свету: до 1,0 м2	1 решетка	5	36,6	23,14	5,75	0,22	183	115,7	28,74	1,1	2,5792	12,9	0,0158	0,08
Наружняя жалюзийная решетка 1000x600	шт.	1	2568,14	-	-	-	2568,14	-	-	-	-	-	-	-
Решетка декоративная на системе подпора и дымоудаления 1070x470	шт.	4	2191,27	-	-	-	8765,09	-	-	-	-	-	-	-
Установка кронштейнов под вентиляционное оборудование	100 кг изделия	1,97	970,89	80,07	18,99	-	1912,65	157,74	37,42	-	8,723	17,18	-	-

Продолжение таблицы 16

Прокладка воздуховодов из листовой, оцинкованной стали и алюминия класса Н (нормальные) толщиной: 1,0 мм, диаметром до 1250 мм	100 м2 поверхности воздуховодов	0,16	1551,45	999,42	173,34	5,95	248,23	159,91	27,74	0,95	114,3508	18,3	0,441	0,07
Воздуховод из листовой стали толщиной 1 мм, ГОСТ 14918-80*	м2	16	208,47	-	-	-	3335,55	-	-	-	-	-	-	-
Прокладка воздуховодов из листовой оцинкованной стали и алюминия класса П (плотные) толщиной: 1,2 мм, диаметром 1600 мм	100 м2 поверхности воздуховодов	0,93	1890,03	772,56	190,43	7,23	1757,72	718,48	177,1	6,72	88,3933	82,21	0,5355	0,5
Воздуховод из листовой стали толщиной 1,5 мм, ГОСТ 14918-80*	м2	93	166,36	-	-	-	15471,25	-	-	-	-	-	-	-
<b>Раздел 2. Огнезащита воздуховодов</b>														

Продолжение таблицы 16

Обезжиривание поверхностей аппаратов и трубопроводов диаметром до 500 мм: уайт-спиритом	100 м2 обезжириваемой поверхности	1,09	335,95	109,52	3,99	0,15	366,18	119,37	4,35	0,16	12,5304	13,66	0,015	0,02
Огрунтовка металлических поверхностей за один раз: грунтовкой ГФ-021	100 м2 окрашиваемой поверхности	1,09	294,9	78,04	14,14	0,15	321,45	85,06	15,42	0,16	7,3278	7,99	0,015	0,02
Окраска металлических оштукатуренных поверхностей: пастой огнезащитной ВПМ-2	100 м2 окрашиваемой поверхности	1,09	24737,13	1329,26	369,68	13,72	26963,47	1448,89	402,95	14,96	146,556	159,75	1,365	1,49
Паста огнезащитная ВПМ-2, вспучивающаяся вододисперсионная	т	-0,654	38397	-	-	-	-25111,64	-	-	-	-	-	-	-
Огнезащитная краска для воздуховодов Аквест-01В (предел огнестойкости 60 мин., расход 2,75 кг/м2)	кг	44	33,17	-	-	-	1459,7	-	-	-	-	-	-	-
Огнезащитный состав Огнецит (предел огнестойкости 60 мин., расход 5 кг/м2)	Кг	465	10,8	-	-	-	5020,37	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 16

Обезжиривание поверхностей аппаратов и трубопроводов диаметром до 500 мм: уайт-спиритом	100 м2 обезжириваемой поверхности	1,09	335,95	109,52	3,99	0,15	366,18	119,37	4,35	0,16	12,5304	13,66	0,015	0,02
Огрунтовка металлических поверхностей за один раз: грунтовкой ГФ-021	100 м2 окрашиваемой поверхности	1,09	294,9	78,04	14,14	0,15	321,45	85,06	15,42	0,16	7,3278	7,99	0,015	0,02
Окраска металлических оштукатуренных поверхностей: пастой огнезащитной ВПМ-2	100 м2 окрашиваемой поверхности	1,09	24737,13	1329,26	369,68	13,72	26963,47	1448,89	402,95	14,96	146,556	159,75	1,365	1,49
Паста огнезащитная ВПМ-2, вспучивающаяся вододисперсионная	т	-0,654	38397	-	-	-	-25111,64	-	-	-	-	-	-	-
Огнезащитная краска для воздуховодов Аквест-01В (предел огнестойкости 60 мин., расход 2,75 кг/м2)	кг	44	33,17	-	-	-	1459,7	-	-	-	-	-	-	-
Огнезащитный состав Огнецит (предел огнестойкости 60 мин., расход 5 кг/м2)	Кг	465	10,8	-	-	-	5020,37	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 16

Паста огнезащитная ВПМ-2, вспучивающаяся вододисперсионная	т	- 0,654	3839 7	-	-	-	-25111,64	-	-	-	-	-	-	-
Огнезащитная краска для воздухопроводов Аквест-01В (предел огнестойкости 60 мин., расход 2,75 кг/м2)	кг	44	33,17	-	-	-	1459,7	-	-	-	-	-	-	-
Огнезащитный состав Огнецит (предел огнестойкости 60 мин., расход 5 кг/м2)	Кг	465	10,8	-	-	-	5020,37	-	-	-	-	-	-	-
Обезжиривание поверхностей аппаратов и трубопроводов диаметром до 500 мм: уайт-спиритом	100 м2 обезжириваемой поверхности	1,09	335,9 5	109,5 2	3,99	0,15	366,18	119,37	4,35	0,16	12,53 04	13,66	0,015	0,02
Огрунтовка металлических поверхностей за один раз: грунтовкой ГФ-021	100 м2 окрашиваемой поверхности	1,09	294,9	78,04	14,14	0,15	321,45	85,06	15,42	0,16	7,327 8	7,99	0,015	0,02
Окраска металлических огрунтованных поверхностей: пастой огнезащитной ВПМ-2	100 м2 окрашиваемой поверхности	1,09	2473 7,13	1329, 26	369,68	13,72	26963,47	1448,89	402,95	14,96	146,5 56	159,75	1,365	1,49

Продолжение таблицы 16

Раздел 3. Строительные работы														
Пробивка проемов в конструкциях: из кирпича	1 м3	1,5	372,1 3	110,3 3	261,8	25,55	558,2	165,5	392,7	38,33	12,3	18,45	2,54	3,81
Пробивка в бетонных стенах и полах толщиной 100 мм отверстий площадью: до 500 см2	100 отверстий	0,01	4203, 04	1052, 19	3150,8 5	307,53	42,03	10,52	31,51	3,08	110,64	1,11	30,57	0,31
Пробивка в бетонных стенах и полах толщиной 100 мм отверстий площадью: до 500 см2	100 отверстий	0,2	4203, 04	1052, 19	3150,8 5	307,53	840,61	210,44	630,17	61,51	110,64	22,13	30,57	6,11
Пробивка в бетонных стенах и полах толщиной 100 мм отверстий площадью: до 500 см2	100 отверстий	0,06	4203, 04	1052, 19	3150,8 5	307,53	252,18	63,13	189,05	18,45	110,64	6,64	30,57	1,83
Изоляция плоских и криволинейных поверхностей пластинами (плитами) из вспененного каучука ("Армофлекс"), вспененного полиэтилена ("Термофлекс")	10 м2 изолируемой поверхности	0,6	5705, 74	91,31	56,22	-	3423,45	54,79	33,73	-	9,2046	5,52	-	-

Продолжение таблицы 16

Покрытие поверхности изоляции трубопроводов: сталью оцинкованной	100 м2 поверхности покрытия изоляцией	0,06	1617 6,26	2000, 39	1453,5 9	-	970,58	120,02	87,22	-	204,9576	12,3	-	-
Итого прямые затраты по смете в ценах 2021г.							297930,01	5334,4	2543,04	159,11	-	585,78	-	15,25
Накладные расходы							6245,91	-	-	-	-	-	-	-
Сметная прибыль							4245,75	-	-	-	-	-	-	-
<b>Итого по смете:</b>								-	-	-	-	-	-	-
Сантехнические работы - внутренние (трубопроводы, водопровод, канализация, отопление, газоснабжение, вентиляция и кондиционирование воздуха)							289320,42	-	-	-	-	338,23	-	1,66
Защита строительных конструкций и оборудования от коррозии							11689,29	-	-	-	-	181,4	-	1,53
Работы по реконструкции зданий и сооружений (усиление и замена существующих конструкций, разборка и возведение отдельных конструктивных элементов)							2720,75	-	-	-	-	48,33	-	12,06
Теплоизоляционные работы							4691,21	-	-	-	-	17,82	-	
Итого							308421,67	-	-	-	-	585,78	-	15,25
Всего с учетом " "							1387897,5	-	-	-	-	585,78	-	15,25
Справочно, в ценах 2021г.:								-	-	-	-	-	-	-
Материалы							290052,57	-	-	-	-	-	-	-
Машины и механизмы							2543,04	-	-	-	-	-	-	-
ФОТ							5493,51	-	-	-	-	-	-	-
Накладные расходы							6245,91	-	-	-	-	-	-	-
Сметная прибыль							4245,75	-	-	-	-	-	-	-
НДС 18%							249821,55	-	-	-	-	-	-	-
<b>ВСЕГО по смете</b>							<b>1637719,1</b>	-	-	-	-	<b>585,78</b>	-	<b>15,25</b>



Экономический эффект от реализации мероприятия – это конечный результат, который возникает после реализации мероприятий и приводит к улучшению безопасности в организации либо позволяет минимизировать возможный ущерб. Экономический эффект измеряется разностью между денежным доходом от реализации мероприятия (предотвращенный ущербом) и денежными расходами на осуществление мероприятия:

$$\mathcal{E}_r = Y - Z \quad \text{или} \quad \mathcal{E}_r = \Pi - Z, \quad (43)$$

где  $\mathcal{E}_r$  – годовой экономический эффект, руб.;

$Y$  – величина годового ущерба, потерь организации (например, от производственного травматизма), руб.;

$\Pi$  – величина полученного дохода (прибыли) от реализации мероприятия, руб.;

$Z$  – затраты на реализацию мероприятия, руб.

Основной целью расчета экономического эффекта является определение эффективности.

Эффективность – одна из характеристик качества мероприятия, которая отражает соотношение затрат и результатов внедрения с экономической точки зрения. То есть это характеристика, которая отвечает на вопрос, стоит реализовывать мероприятие или нет, повлияет ли оно позитивно на обеспечение безопасности в организации:

$$\mathcal{E} = \frac{\Pi}{Z} \quad \text{или} \quad \mathcal{E} = \frac{Y}{Z} \quad (44)$$

$\mathcal{E}$  – экономическая эффективность мероприятия.

Чистый экономический эффект представляет собой сальдо денежного потока за расчетный период, т.е. превышение стоимостных оценок конечных экономических результатов над совокупными затратами трудовых,

материальных, финансовых и пр. ресурсов за расчётный период и рассчитывается по формуле:

$$\text{ЧЭЭ} = \sum \text{Э}_t - \text{З}_t, \quad (45)$$

где  $\text{Э}_t$  – результаты, достигнутые на  $t$ -ом шаге расчета;

$\text{З}_t$  – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения.

Чистый дисконтированный доход ЧДД, это накопленный дисконтированный эффект за расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\text{Э}_t - \text{З}_t + A_t) \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (46)$$

где  $\text{Э}_t$  – результаты, достигнутые на  $t$ -ом шаге расчета;

$\text{З}_t$  – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения;

$A_t$  – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге;

$T$  – горизонт расчета;

$E$  – норма дисконта.

Чем больше ЧДД, тем эффективнее проект. При отрицательном значении ЧДД проект неэффективен.

Срок окупаемости – минимальный временной интервал, за пределами которого ЧДД становится и в дальнейшем остается положительным:

$$T_{\text{ок}} = T - \frac{\text{ЧДД}_T}{\text{ЧДД}_{T+1} - \text{ЧДД}_T}, \quad (47)$$

где  $T$  – год, в котором значение чистого дисконтированного дохода последний раз отрицательное;

$ЧДД_T$  – последнее отрицательное значение чистого дисконтированного дохода в период времени  $T$ ;

$ЧДД_{T+1}$  – первое положительное значение чистого дисконтированного дохода.

Индекс доходности ИД, или индекс рентабельности капвложений, рассчитывается как:

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T (\Delta_t + A_t)(1 + E)^{t-1}}{\sum_{t=0}^T K_t(1 + E)^{t-1}} \quad (48)$$

Если  $ИД < 1$ , то программа мероприятий в пределах горизонта планирования не окупается, и соответственно, проект отвергается.

ЧЭЭ, ЧДД и срок окупаемости мероприятия представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Интегральные показатели эффективности мероприятия

Наименование показателей	Значение показателей по годам, тыс. д. е.				
	1	2	3	4	5
Капитальные вложения	1637719,1	-	-	-	-
Ежегодные затраты	-	120358	145242	135588	168385
Амортизация	-	95858	93725	96727	88385
Эффект	-	24500	51517	38861	80000
Наименование показателей	Значение показателей по годам, тыс. д. е.				
	1	2	3	4	5
Эффект	-	24500	51517	38861	80000
ЧЭЭ	-	24500	51517	38861	80000
Коэффициент дисконтирования	1	1	1	1	1
ЧДД с нарастающим итогом	120358	265600	401188	569573	838160
Дисконтированные капитальные вложения	1637719	1758077	1782961	1773307	1806104
Дисконтированный доход	2194879	2194879	2194879	2194879	2194879
Индекс доходности	158%				

По результатам проведенных расчетов можно сделать вывод, о том, что индекс доходности от внедрения систем ПДЗ составляет 158%, срок окупаемости предложенного мероприятия составит 4 года.

## Вывод по главе

В настоящей главе выпускной квалификационной работы проведено обоснование необходимости и вида ПДЗ, определен состав и размещение элементов ПДЗ в здании жилого корпуса, рассмотрены монтажные и пуско-наладочные работы, разработана инструкция по эксплуатации ПДЗ, даны рекомендации по ремонту и техническому обслуживанию установки ПДЗ здания. По результатам проведенных расчетов и оценке эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации можно сделать вывод, о том, что индекс доходности от внедрения систем ПДЗ составляет 158%, срок окупаемости предложенного мероприятия составит 4 года.

## Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы поставленная цель повышения пожарной безопасности и экономической и социальной эффективности учреждений социального обслуживания за счет анализа существующей системы противопожарной защиты КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» и разработки мер по их совершенствованию выполнена.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- проведен анализ статистических данных по пожарам в период с 2016 по 2020 год на территории учреждений социального обслуживания;
- дана краткая характеристика объекта, проведена оценка соответствия объекта требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- проведено обоснование применения установок противопожарной защиты [30,32];
- разработана установка дымоудаления и подпора воздуха, даны рекомендации по ее ремонту и техническому обслуживанию.

В первой главе выпускной квалификационной работы проведен анализ статистических данных по пожарам на объектах учреждений социального обслуживания, в результате получили следующие выводы:

- за последние 5 лет количество пожаров увеличивалось с 2016 года по 2020 год увеличилось более чем в 2 раза;
- количество погибших людей на пожарах учреждений социального обслуживания увеличилось более чем в 5 раз;
- сумма материального ущерба снижалась до 2018 года, а с 2018 года имеет отрицательную динамику.

Во второй главе проведен анализ пожарной опасности и проверки соответствия архитектурно-строительных и технических решений, по результатам которого выявлено отступление от требований нормативных

документов, направленных на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, предотвращение распространения пожара, создания условий для успешного тушения пожара и спасательных работ, а именно:

- в здании КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» отсутствует автоматическая установка пожаротушения, что не соответствует СП 486.1311500.2020;
- в здании КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат» отсутствует система вытяжной противодымной вентиляции, что не соответствует требованию п. 7.2 СП 7.131302013.

В третьей главе выпускной квалификационной работы проведено обоснование необходимости и вида ПДЗ, определен состав и размещение элементов ПДЗ в здании жилого корпуса, рассмотрены монтажные и пуско-наладочные работы, разработана инструкция по эксплуатации ПДЗ, даны рекомендации по ремонту и техническому обслуживанию установки ПДЗ здания. По результатам проведенных расчетов и оценке эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации можно сделать вывод, о том, что индекс доходности от внедрения систем ПДЗ составляет 158%, срок окупаемости предложенного мероприятия составит 4 года.

Выполнение предложенных мероприятий и технических решений позволит обеспечить требования пожарной безопасности в области построения систем ПДЗ КГБУ СО «Шилинский психоневрологический интернат».

## Список используемой литературы

1. Конституция Российской Федерации" (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020);
2. Костарев Н.П. Методы оценки пожарной опасности электроустановок / Н.П. Костарев, В.Н. Черкасов. -М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. -107 с.
3. Карякина О.И., Карякина Т.Н. Основы реабилитации инвалидов: учеб. Пособие – Волгоград: Издательство ВГУ, 1999. – 88 с.
4. Крупнейшие пожары в лечебных и медико-социальных учреждениях России. Режим доступа: <http://tass.ru/info/2523913/>.
5. Кудрин И.С. Влияние параметров движения людских потоков при пожаре на объемно-планировочные решения высотных зданий [Текст]: дис... канд. техн. наук: 05.26.03 / Кудрин Иван Сергеевич. – М., 2013. – 190 с.
6. Матюшин А.В. Основы обеспечения пожарной безопасности зданий ручными и автоматическими средствами противопожарной защиты / А.В. Матюшин. -М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2015. -123 с.
7. Михайлов Ю.М. Пожарная безопасность медицинского учреждения / Ю.М. Михайлов. -М.: Альфа-пресс, 2013. -144 с.
8. Назаров В.И. Охранные и пожарные системы сигнализаций / В.И. Назаров, В.И. Рыженко. -М.: Оникс, 2017. -32 с.
9. Нормы пожарной безопасности. Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций / авт.-сост. С.Е. Перегудов. -М.: Энергия, 2014. -60 с.
10. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».
11. Приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях,

сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

12. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник /П.В. Полехин, М.А. Чебуханов, А.А. Козлов, А.Г. Фирсов, В.И. Сибирко, В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2021. - 112 с.: ил. 5.

13. Пособие по определению пределов огнестойкости строительных конструкций, параметров пожарной опасности материалов. Порядок проектирования огнезащиты;

14. СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»;

15. СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»;

16. СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности»;

17. СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты».

18. СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования»;

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

20. СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования»;

21. СП 6.13130.2021 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности»;



22. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности»;
23. СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение»;
24. СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации»;
25. СП 10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности»;
26. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;
27. Сафронов В.В. Выбор и расчет параметров установок пожаротушения и сигнализации / В.В. Сафронов, Е.В. Аксенова. -Орел: ГТУ, 2014. -57 с.
28. Синилов В.Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации / В.Г. Синилов. -М.: Академия, 2016. -512 с.
29. Собурь С.В. Установки пожаротушения автоматические / С.В. Собурь. -М.: Пожкнига, 2014. -384 с.
30. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ «О пожарной безопасности» с изменениями на 11 июня 2021 года.
31. Федеральный закон № 184-ФЗ от 27.12.2002 «О техническом регулировании» с изменениями на 2 июля 2021 года.
32. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» с изменениями на 30 апреля 2021 года.
33. Филатова С.А., Безденежная Л.П., Андреева Л.С. Геронтология: учебник – 5-е изд., перераб. и доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 510 с.
34. Храмова К.А., Храмова Л.А., Жук А.И. Системы дымоудаления [Электронный ресурс] Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2014. №1 (5).

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemy-dymoudaleniya> (дата обращения: 15.09.2021).

35. Харисов Г.Х. Основы обеспечения безопасности жизнедеятельности человека. Курс лекций. – М.: МИПБ МВД России, 1998. – 89 с.

36. Харисов Г.Х., Сущинский В.Л. Спасательные устройства и безопасность людей при пожарах // Проблемы защиты объектов народного хозяйства от пожаров : сб. трудов. – М. : ВИПТШ МВД СССР, 1980. – С. 203.

37. A.A. Kuzmin, Ph.D. of Pedagogic Sciences, Docent, N.N. Romanov, Ph.D. of Engineering Sciences, Docent, A.A. Permyakov, Ph.D. of Pedagogic Science Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

38. Egemose C.W. Quantification of chemical emissions from building materials in a circular economy perspective, University of Southern Denmark, 2020.

39. European Commission, “EU Construction & Demolition Waste Management Protocol,” 2016.

40. Hansen and G.O., Morgan H.P. Design approaches for smoke control in atrium buildings // Building research establishment report. CI/sfb 981.

41. World Population Prospects. The 2017 revision. Key findings and advance tables. –New York : United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2017. – 46 p.  
[URL:https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017\\_KeyFindings.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf).

## Приложение А

### Расчет фактического времени эвакуации людей

Эвакуация рассматривается по эвакуационным путям от помещения кабинета второго этажа до наиболее удаленного входа первого этажа непосредственно наружу. Количество людей, начинающих движение принимаем по технологической части проекта в количестве 4 чел. Горизонтальную проекцию человека принимаем согласно приложения 5, для взрослых людей в зимней одежде – 0,125 м<sup>2</sup>/чел, также площадь горизонтальной проекции людей с ограниченной мобильностью маломобильных групп населения – 1,58 м<sup>2</sup>/чел.

1. Для участка № 1 (горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на первом участке рассчитываем по формуле:

$$D_1 = \frac{N_1 f}{l_1 \delta_1} = \frac{4 \times 0.125}{13 \times 0.7} = 0,05 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_1 = 100 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по первому участку пути равно:

$$t_1 = \frac{13}{100} = 0,13 \text{ мин.}$$

2. Для участка №2 (горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на втором участке рассчитываем по формуле:

## Продолжение Приложение А

$$D_2 = \frac{N_2 f}{l_2 \delta_2} = \frac{3 \times 0.125}{13 \times 0.7} = 0,041 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_2 = 100 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по первому участку пути равно:

$$t_2 = \frac{13}{100} = 0,13 \text{ мин.}$$

3. Для участка №3 (горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на втором участке рассчитываем по формуле:

$$D_3 = \frac{N_3 f}{l_3 \delta_3} = \frac{3 \times 0.125}{7 \times 0.7} = 0,076 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_3 = 89,39 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по первому участку пути равно:

$$t_3 = \frac{7}{89,39} = 0,08 \text{ мин.}$$

4. Для участка №4 (горизонтальный путь):

## Продолжение Приложение А

Плотность однородного людского потока на втором участке рассчитываем по формуле:

$$D_4 = \frac{N_4 f}{l_4 \delta_4} = \frac{3 \times 0.125}{13 \times 0.7} = 0,041 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_4 = 100 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по первому участку пути равно:

$$t_4 = \frac{13}{100} = 0,13 \text{ мин.}$$

5. Для участка №5 (горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на втором участке рассчитываем по формуле:

$$D_5 = \frac{N_5 f}{l_5 \delta_5} = \frac{3 \times 0.125}{16 \times 0.7} = 0,03 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_5 = 100 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по первому участку пути равно:

$$t_5 = \frac{16}{100} = 0,16 \text{ мин.}$$

## Продолжение Приложение А

6. Для участка № 6 (дверь):

$$q_6 = \frac{q_3 d_3}{d_6} = \frac{6,59 \cdot 0,7}{0,8} = 5,77 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_6 = 0 \text{ мин.}$$

7. Для участка № 7 (горизонтальный путь):

$$q_7 = \frac{q_6 d_6}{d_7} = \frac{5,77 \cdot 0,8}{2} = 2,31 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_7 = 100 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 7 равно:

$$t_7 = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ мин.}$$

8. Для участка № 8 (дверь):

$$q_8 = \frac{q_5 \delta_5}{\delta_8} = \frac{3,35 \times 0,7}{0,75} = 3,13 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

## Продолжение Приложение А

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_8 = 0 \text{ мин.}$$

9. Для участка №9 (горизонтальный путь, слияние путей №7 и №8):

$$q_9 = \frac{q_7 \delta_7 + q_8 \delta_8}{\delta_9} = \frac{2,31 \times 2 + 3,13 \times 0,75}{1,7} = 4,09$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_9 = 100 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 9 равно:

$$t_9 = \frac{6,5}{100} = 0,65 \text{ мин.}$$

10. Для участка № 10 (дверь):

$$q_{10} = \frac{q_2 \delta_2}{\delta_{10}} = \frac{4,2 \times 0,7}{0,8} = 3,61 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{10} = 0 \text{ мин.}$$

11. Для участка №11 (горизонтальный путь, слияние путей №10 и №9):

## Продолжение Приложение А

$$q_{11} = \frac{q_{10}\delta_{10} + q_9\delta_9}{\delta_{11}} = \frac{3,61 \times 0,8 + 4,09 \times 1,7}{1,7} = 5,79$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{11} = 94,73 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 11 равно:

$$t_{11} = \frac{6}{94,73} = 0,063 \text{ мин.}$$

12. Для участка № 12 (дверь):

$$q_{12} = \frac{q_4\delta_4}{\delta_{12}} = \frac{4,12 \times 0,7}{0,8} = 3,61 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{12} = 0 \text{ мин.}$$

13. Для участка №13 (горизонтальный путь, слияние путей №11 и №12):

$$q_{13} = \frac{q_{11}\delta_{11} + q_{12}\delta_{12}}{\delta_{13}} = \frac{5,79 \times 1,7 + 3,61 \times 0,8}{1,7} = 7,49$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:



## Продолжение Приложение А

$$V_{13} = 83,42 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 13 равно:

$$t_{13} = \frac{6,5}{83,42} = 0,08 \text{ мин.}$$

14. Для участка № 14 (дверь):

$$q_{14} = \frac{q_1 \delta_1}{\delta_{14}} = \frac{5,30 \times 0,7}{0,8} = 4,63 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{14} = 0 \text{ мин.}$$

15. Для участка №15 (горизонтальный путь, слияние путей №14 и №13):

$$q_{15} = \frac{q_{14} \delta_{14} + q_{13} \delta_{13}}{\delta_{15}} = \frac{4,63 \times 0,8 + 7,49 \times 1,7}{2} = 8,22$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{15} = 78,91 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 15 равно:

$$t_{15} = \frac{5,6}{78,91} = 0,07 \text{ мин.}$$

## Продолжение Приложение А

16. Для участка № 16 (дверь):

$$q_{16} = \frac{q_{15}\delta_{15}}{\delta_{16}} = \frac{8,22 \times 0,2}{1,1} = 14,94 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{16} = 0 \text{ мин.}$$

17. Для участка № 17 (горизонтальный путь):

$$q_{17} = \frac{q_{16}\delta_{16}}{\delta_{17}} = \frac{14,94 \times 1,1}{1} = 16,43 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{17} = 33,91 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 17 равно:

$$t_{17} = \frac{1,6}{33,91} = 0,05 \text{ мин.}$$

18. Для участка № 18 (лестница вниз):

$$q_{18} = \frac{q_{17}\delta_{17}}{\delta_{18}} = \frac{16,43 \times 1}{1,1} = 14,94 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

## Продолжение Приложение А

$$V_{18} = 57,27 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 18 равно:

$$t_{18} = \frac{5,8}{57,27} = 0,1 \text{ мин.}$$

19. Для участка № 19 (горизонтальный путь):

$$q_{19} = \frac{q_{18} \delta_{18}}{\delta_{19}} = \frac{14,94 \times 1,1}{1,1} = 14,94 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{19} = 43,9 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 19 равно:

$$t_{19} = \frac{1,8}{43,9} = 0,04 \text{ мин.}$$

20. Для участка № 20 (лестница вниз):

$$q_{20} = \frac{q_{19} \delta_{19}}{\delta_{20}} = \frac{14,94 \times 1,1}{1,1} = 14,94 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{20} = 57,27 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 20 равно:

## Продолжение Приложение А

$$t_{20} = \frac{5,8}{57,27} = 0,1 \text{ мин.}$$

21. Для участка №21 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 21 участке рассчитываем по формуле:

$$D_{21} = \frac{N_{21}f}{l_{21}\delta_{21}} = \frac{1 \times 0,125}{9 \times 0,7} = 0,02 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{21} = 100 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по 21 участку пути равно:

$$t_{21} = \frac{9}{100} = 0,09 \text{ мин.}$$

22. Для участка №22 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 22 участке рассчитываем по формуле:

$$D_{22} = \frac{N_{22}f}{l_{22}\delta_{22}} = \frac{4 \times 0,125}{8 \times 0,7} = 0,09 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{22} = 84,29 \text{ м/мин.}$$

## Продолжение Приложение А

Время движения людского потока по 22 участку пути равно:

$$t_{22} = \frac{8}{84,29} = 0,09 \text{ мин.}$$

23. Для участка №23 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 23 участке рассчитываем по формуле:

$$D_{23} = \frac{N_{23}f}{l_{23}\delta_{23}} = \frac{2 \times 0,125}{8 \times 0,7} = 0,045 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{23} = 100 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по 23 участку пути равно:

$$t_{23} = \frac{8}{100} = 0,08 \text{ мин.}$$

24. Для участка №24 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 24 участке рассчитываем по формуле:

$$D_{24} = \frac{N_{24}f}{l_{24}\delta_{24}} = \frac{2 \times 0,125}{8 \times 0,7} = 0,04 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{24} = 100 \text{ м/мин.}$$

## Продолжение Приложение А

Время движения людского потока по 24 участку пути равно:

$$t_{24} = \frac{8}{100} = 0,08 \text{ мин.}$$

25. Для участка №25 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 25 участке рассчитываем по формуле:

$$D_{25} = \frac{N_{25}f}{l_{25}\delta_{25}} = \frac{1 \times 0.125}{8 \times 0,7} = 0,022 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{25} = 100 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по 25 участку пути равно:

$$t_{25} = \frac{8}{100} = 0,08 \text{ мин.}$$

26. Для участка №26 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 26 участке рассчитываем по формуле:

$$D_{26} = \frac{N_{26}f}{l_{26}\delta_{26}} = \frac{6 \times 0.125}{14 \times 0,7} = 0,08 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{26} = 89,39 \text{ м/мин.}$$

## Продолжение Приложение А

Время движения людского потока по 26 участку пути равно:

$$t_{26} = \frac{14}{89,39} = 0,16 \text{ мин.}$$

27. Для участка №27 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 27 участке рассчитываем по формуле:

$$D_{27} = \frac{N_{27}f}{l_{27}\delta_{27}} = \frac{1 \times 0,125}{4 \times 0,7} = 0,045 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{27} = 100 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по 27 участку пути равно:

$$t_{27} = \frac{4}{100} = 0,04 \text{ мин.}$$

28. Для участка №28 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 28 участке рассчитываем по формуле:

$$D_{28} = \frac{N_{28}f}{l_{28}\delta_{28}} = \frac{4 \times 0,125}{8 \times 0,7} = 0,09 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{28} = 98,02 \text{ м/мин.}$$

## Продолжение Приложение А

Время движения людского потока по 28 участку пути равно:

$$t_{28} = \frac{13}{98,02} = 0,09 \text{ мин.}$$

29. Для участка №29 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 29 участке рассчитываем по формуле:

$$D_{29} = \frac{N_{29}f}{l_{29}\delta_{29}} = \frac{4 \times 0,125}{13 \times 0,7} = 0,05 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{29} = 98,02 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по 29 участку пути равно:

$$t_{29} = \frac{13}{98,02} = 0,13 \text{ мин.}$$

30. Для участка № 30 (дверь):

$$q_{30} = \frac{q_{25}\delta_{25}}{\delta_{30}} = \frac{2,23 \times 0,7}{0,8} = 1,95 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{30} = 0 \text{ мин.}$$



## Продолжение Приложение А

31. Для участка № 31 (горизонтальный путь):

$$q_{31} = \frac{q_{30}\delta_{30}}{\delta_{31}} = \frac{1,95 \times 0,8}{1,8} = 0,87 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{31} = 100 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 31 равно:

$$t_{31} = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ мин.}$$

32. Для участка № 32 (дверь):

$$q_{32} = \frac{q_{29}\delta_{29}}{\delta_{32}} = \frac{5,3 \times 0,7}{0,8} = 4,63 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{32} = 0 \text{ мин.}$$

33. Для участка №33 (горизонтальный путь, слияние путей №31 и №32):

$$q_{33} = \frac{q_{31}\delta_{31} + q_{32}\delta_{32}}{\delta_{33}} = \frac{0,87 \times 1,8 + 4,63 \times 0,8}{1,8} = 2,93$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

## Продолжение Приложение А

$$V_{33} = 100 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 33 равно:

$$t_{33} = \frac{1,5}{100} = 0,15 \text{ мин.}$$

34. Для участка № 34 (дверь):

$$q_{34} = \frac{q_{24}\delta_{24}}{\delta_{34}} = \frac{4,46 \times 0,7}{0,8} = 3,91 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{34} = 0 \text{ мин.}$$

35. Для участка №35 (горизонтальный путь, слияние путей №33 и №34):

$$q_{35} = \frac{q_{33}\delta_{33} + q_{34}\delta_{34}}{\delta_{35}} = \frac{2,93 \times 1,8 + 3,91 \times 0,8}{1,8} = 4,66$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{35} = 100 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 35 равно:

Продолжение Приложение А

$$t_{35} = \frac{5,5}{100} = 0,06 \text{ мин.}$$

36. Для участка № 36 (дверь):

$$q_{36} = \frac{q_{28} \delta_{28}}{\delta_{36}} = \frac{5,3 \times 0,7}{0,8} = 4,63 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{36} = 0 \text{ мин.}$$

37. Для участка №37 (горизонтальный путь, слияние путей №36 и №35):

$$q_{37} = \frac{q_{36} \delta_{36} + q_{35} \delta_{35}}{\delta_{37}} = \frac{4,63 \times 0,8 + 4,66 \times 1,8}{1,8} = 6,72$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{37} = 88,51 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 37 равно:

$$t_{37} = \frac{1,5}{88,51} = 0,02 \text{ мин.}$$

38. Для участка № 38 (дверь):

## Продолжение Приложение А

$$q_{38} = \frac{q_{23}\delta_{23}}{\delta_{38}} = \frac{4,46 \times 0,7}{0,8} = 3,91 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{38} = 0 \text{ мин.}$$

39. Для участка №39 (горизонтальный путь, слияние путей №38 и №37):

$$q_{39} = \frac{q_{38}\delta_{38} + q_{37}\delta_{37}}{\delta_{39}} = \frac{3,91 \times 0,8 + 6,72 \times 1,8}{1,8} = 8,46$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{39} = 77,7 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 39 равно:

$$t_{39} = \frac{2,5}{77,7} = 0,03 \text{ мин.}$$

40. Для участка № 40 (дверь):

$$q_{40} = \frac{q_{39}\delta_{39}}{\delta_{40}} = \frac{8,46 \times 1,8}{1,1} = 13,84 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

## Продолжение Приложение А

$$t_{40} = 0 \text{ мин.}$$

41. Для участка № 41 (горизонтальный путь):

$$q_{41} = \frac{q_{40}\delta_{40}}{\delta_{41}} = \frac{13,84 \times 1,1}{1,8} = 8,46 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{41} = 77,7 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 41 равно:

$$t_{41} = \frac{2}{77,7} = 0,03 \text{ мин.}$$

42. Для участка № 42 (дверь):

$$q_{42} = \frac{q_{27}\delta_{27}}{\delta_{42}} = \frac{4,46 \times 0,7}{0,7} = 4,46 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{42} = 0 \text{ мин.}$$

43. Для участка №43 (горизонтальный путь, слияние путей №42 и №41):

$$q_{43} = \frac{q_{42}\delta_{42} + q_{41}\delta_{41}}{\delta_{43}} = \frac{4,46 \times 0,7 + 8,46 \times 1,8}{1,6} = 11,47$$

## Продолжение Приложение А

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{43} = 62,65 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 43 равно:

$$t_{43} = \frac{1,8}{62,65} = 0,03 \text{ мин.}$$

44. Для участка № 44 (дверь):

$$q_{44} = \frac{q_{22}\delta_{22}}{\delta_{44}} = \frac{7,36 \times 0,7}{0,8} = 6,44 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{44} = 0 \text{ мин.}$$

45. Для участка №45 (горизонтальный путь, слияние путей №43 и №44):

$$q_{45} = \frac{q_{43}\delta_{43} + q_{44}\delta_{44}}{\delta_{45}} = \frac{11,47 \times 1,6 + 6,44 \times 0,8}{1,8} = 13,06$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{45} = 53,46 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 45 равно:

## Продолжение Приложение А

$$t_{45} = \frac{3,5}{53,46} = 0,07 \text{ мин.}$$

46. Для участка № 46 (дверь):

$$q_{46} = \frac{q_{26}\delta_{26}}{\delta_{46}} = \frac{6,59 \times 0,7}{0,8} = 5,77 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{46} = 0 \text{ мин.}$$

47. Для участка №47 (горизонтальный путь, слияние путей №45 и №46):

$$q_{47} = \frac{q_{45}\delta_{45} + q_{46}\delta_{46}}{\delta_{47}} = \frac{13,06 \times 1,8 + 5,77 \times 0,8}{1,8} = 15,62$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{47} = 41,40 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 47 равно:

$$t_{47} = \frac{2}{41,4} = 0,05 \text{ мин.}$$

48. Для участка № 48 (дверь):

## Продолжение Приложение А

$$q_{48} = \frac{q_{21}\delta_{21}}{\delta_{48}} = \frac{1,98 \times 0,7}{0,8} = 1,74 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{48} = 0 \text{ мин.}$$

49. Для участка №49 (горизонтальный путь, слияние путей №47 и №48):

$$q_{49} = \frac{q_{47}\delta_{47} + q_{48}\delta_{48}}{\delta_{49}} = \frac{1,74 \times 0,8 + 15,62 \times 1,8}{2} = 14,75$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{49} = 44,59 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 49 равно:

$$t_{49} = \frac{6,3}{44,59} = 0,14 \text{ мин.}$$

50. Для участка № 50 (дверь):

$$q_{50} = \frac{q_{49}\delta_{49}}{\delta_{50}} = \frac{14,75 \times 2}{1,1} = 26,82 \text{ м/мин,}$$

условие  $q_i \leq q_{\max}$  не выполняется, поэтому необходимо рассчитать время задержки движения на участке № 50.

$$q_{50(\text{пред})} = 2,5 + 3,75 \cdot 1,1 = 6,63$$



## Продолжение Приложение А

$$\Delta t_{50} = 25 \times 0,125 \left( \frac{1}{6,625 \times 1,1} - \frac{1}{14,75 \times 2} \right) = 0,32 \text{ мин}$$

Определяем время существования скопления  $t_{\text{ск}}$  на участке № 50:

$$t_{\text{ск}(50)} = \frac{25 \times 0,125}{6,625 \times 1,1} = 0,43 \text{ мин.}$$

Определяем расчётное время эвакуации по участку № 50:

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то величиной длины пренебрегаем и принимаем равной нулю. Поэтому время эвакуации людей через дверной проем принимаем равным времени задержки эвакуации через данный проем.

$$t_{50} = \Delta t_{50} = 0,43 \text{ мин.}$$

51. Для участка № 51 (горизонтальный путь, слияние путей №50 и №20):

$$q_{51} = \frac{q_{50} \delta_{50} + q_{20} \delta_{20}}{\delta_{51}} = \frac{6,625 \times 1,1 + 14,94 \times 1,1}{1} = 23,72 \text{ м/мин,}$$

условие  $q_i \leq q_{\text{max}}$  не выполняется, поэтому необходимо рассчитать время задержки движения на участке № 51.

Предельная интенсивность и скорость движения людского потока для горизонтальных участков путей принимается по табл. 2 методических рекомендаций по определению расчетного времени эвакуации людей.

$$q_{51(\text{пред})} = 13,5 \text{ м/мин}$$

## Продолжение Приложение А

$$V_{51(\text{пред})} = 15 \text{ м/мин.}$$

$$\Delta t_{51} = 41 \times 0,125 \left( \frac{1}{13,5 \times 1} - \frac{1}{(6,625 \times 1,1 + 14,94 \times 1,1)} \right) = 0,164 \text{ мин.}$$

Определяем время существования скопления  $t_{\text{ск}}$  на участке № 51:

$$t_{\text{ск}(51)} = \frac{41 \times 0,125}{13,5 \times 1} = 0,38 \text{ мин.}$$

Определяем расчётное время эвакуации по участку № 51:

$$t_{51} = 1,8/15 + 0,16 = 0,28 \text{ мин.}$$

52. Для участка № 52 (лестница вниз):

$$q_{52} = \frac{q_{51} \delta_{51}}{\delta_{52}} = \frac{13,5 \times 1}{1,1} = 12,27 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\text{max}} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{52} = 76,74 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 52 равно:

$$t_{52} = \frac{6,3}{76,74} = 0,08 \text{ мин.}$$

53. Для участка № 53 (горизонтальный путь):

## Продолжение Приложение А

$$q_{53} = \frac{q_{52}\delta_{52}}{\delta_{53}} = \frac{12,27 \times 1,1}{0,9} = 15 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{53} = 43,68 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 53 равно:

$$t_{53} = \frac{1,8}{43,68} = 0,04 \text{ мин.}$$

54. Для участка № 54 (лестница вниз):

$$q_{54} = \frac{q_{53}\delta_{53}}{\delta_{54}} = \frac{15 \times 0,9}{1,12} = 12,05 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{54} = 78,18 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 54 равно:

$$t_{54} = \frac{6,3}{78,18} = 0,08 \text{ мин.}$$

55. Для участка №55 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 55 участке рассчитываем по формуле:

Продолжение Приложение А

$$D_{55} = \frac{N_{55}f}{l_{55}\delta_{55}} = \frac{1 \times 0.125}{6 \times 0.7} = 0,03 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{55} = 100 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по 55 участку пути равно:

$$t_{55} = \frac{6}{100} = 0,06 \text{ мин.}$$

56. Для участка №56 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 56 участке рассчитываем по формуле:

$$D_{56} = \frac{N_{56}f}{l_{56}\delta_{56}} = \frac{1 \times 0.125}{5 \times 0.7} = 0,04 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{56} = 100 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по 56 участку пути равно:

$$t_{56} = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ мин.}$$

57. Для участка №57 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 57 участке рассчитываем по формуле:

## Продолжение Приложение А

$$D_{57} = \frac{N_{57}f}{l_{57}\delta_{57}} = \frac{1 \times 0.125}{1,5 \times 0,7} = 0,12 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{57} = 76,19 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по 57 участку пути равно:

$$t_{57} = \frac{1,5}{76,19} = 0,02 \text{ мин.}$$

58. Для участка №58 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 58 участке рассчитываем по формуле:

$$D_{58} = \frac{N_{58}f}{l_{58}\delta_{58}} = \frac{2 \times 0.125}{5 \times 0,7} = 0,07 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{58} = 91,43 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по 58 участку пути равно:

$$t_{58} = \frac{5}{91,43} = 0,05 \text{ мин.}$$

59. Для участка №59 (начальный участок, горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 59 участке рассчитываем по формуле:

Продолжение Приложение А

$$D_{59} = \frac{N_{59}f}{l_{59}\delta_{59}} = \frac{2 \times 0.125}{4,5 \times 0,7} = 0,08 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{59} = 88,25 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по 59 участку пути равно:

$$t_{59} = \frac{4,5}{88,25} = 0,05 \text{ мин.}$$

60. Для участка № 60 (дверь):

$$q_{60} = \frac{q_{59}\delta_{59}}{\delta_{60}} = \frac{6,76 \times 0,7}{0,7} = 6,76 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{60} = 0 \text{ мин.}$$

61. Для участка № 61 (горизонтальный путь):

$$q_{61} = \frac{q_{60}\delta_{60}}{\delta_{61}} = \frac{6,76 \times 0,7}{0,9} = 5,26 \text{ м/мин,}$$

условие  $q_i \leq q_{\max}$  выполняется.

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

## Продолжение Приложение А

$$V_{61} = 98,27 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 61 равно:

$$t_{61} = \frac{3,5}{98,27} = 0,04 \text{ мин.}$$

62. Для участка № 62 (дверь):

$$q_{62} = \frac{q_{58}\delta_{58}}{\delta_{62}} = \frac{6,29 \times 0,7}{0,7} = 6,29 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{62} = 0 \text{ мин.}$$

63. Для участка №63 (горизонтальный путь, слияние путей №62 и №61):

$$q_{63} = \frac{q_{61}\delta_{61} + q_{62}\delta_{62}}{\delta_{63}} = \frac{5,26 \times 0,9 + 6,29 \times 0,7}{1} = 9,13$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{63} = 74,33 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 63 равно:

$$t_{63} = \frac{3}{74,33} = 0,04 \text{ мин.}$$

64. Для участка № 64 (дверь):

## Продолжение Приложение А

$$q_{64} = \frac{q_{56}\delta_{56}}{\delta_{64}} = \frac{3,57 \times 0,7}{0,7} = 3,57 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{64} = 0 \text{ мин.}$$

65. Для участка №65 (горизонтальный путь, слияние путей №57 и №64):

$$q_{65} = \frac{q_{57}\delta_{57} + q_{64}\delta_{64}}{\delta_{65}} = \frac{8,76 \times 0,7 + 3,57 \times 0,7}{0,7} = 12,33$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{65} = 57,94 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 65 равно:

$$t_{65} = \frac{4}{57,94} = 0,07 \text{ мин.}$$

66. Для участка № 66 (дверь):

$$q_{66} = \frac{q_{65}\delta_{65}}{\delta_{66}} = \frac{12,33 \times 0,7}{0,7} = 12,33 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.



## Продолжение Приложение А

$$t_{66} = 0 \text{ мин.}$$

67. Для участка №67 (горизонтальный путь, слияние путей №57 и №64):

$$q_{67} = \frac{q_{66}\delta_{66} + q_{63}\delta_{63}}{\delta_{67}} = \frac{12,33 \times 0,7 + 9,13 \times 1}{1,3} = 13,67$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{67} = 49,68 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 67 равно:

$$t_{67} = \frac{4,5}{49,68} = 0,09 \text{ мин.}$$

68. Для участка № 68 (дверь):

$$q_{68} = \frac{q_{67}\delta_{67}}{\delta_{68}} = \frac{13,67 \times 1,3}{1,1} = 16,15 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{68} = 0 \text{ мин.}$$

69. Для участка № 69 (дверь):

$$q_{69} = \frac{q_{55}\delta_{55}}{\delta_{69}} = \frac{2,98 \times 0,7}{0,7} = 2,98 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

## Продолжение Приложение А

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{69} = 0 \text{ мин.}$$

70. Для участка №70 (горизонтальный путь, слияние путей №68 и №69):

$$q_{70} = \frac{q_{68}\delta_{68} + q_{69}\delta_{69}}{\delta_{70}} = \frac{16,15 \times 1,1 + 2,98 \times 0,7}{1,35} = 14,7$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{70} = 44,78 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 70 равно:

$$t_{70} = \frac{3,5}{44,78} = 0,08 \text{ мин.}$$

71. Для участка № 71 (горизонтальный путь):

$$q_{71} = \frac{q_{54}\delta_{54}}{\delta_{71}} = \frac{12,05 \times 1,12}{1} = 13,5 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{71} = 50,71 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 71 равно:

$$t_{71} = \frac{2}{50,71} = 0,04 \text{ мин.}$$

## Продолжение Приложение А

72. Для участка № 72 (дверь):

$$q_{72} = \frac{q_{71}\delta_{71}}{\delta_{72}} = \frac{13,5 \times 1}{1,1} = 12,27 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{72} = 0 \text{ мин.}$$

73. Для участка № 73 (горизонтальный путь):

$$q_{73} = \frac{q_{72}\delta_{72}}{\delta_{73}} = \frac{12,27 \times 1,1}{1,5} = 9 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{73} = 75 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 73 равно:

$$t_{73} = \frac{3,5}{75} = 0,05 \text{ мин.}$$

74. Для участка №74 (горизонтальный путь, слияние путей №73 и №70):

$$q_{74} = \frac{q_{73}\delta_{73} + q_{70}\delta_{70}}{\delta_{74}} = \frac{9 \times 1,5 + 14,7 \times 1,35}{1,2} = 27,79 \text{ м/мин,}$$

условие  $q_i \leq q_{\max}$  не выполняется, поэтому необходимо рассчитать время задержки движения на участке № 74.

## Продолжение Приложение А

$$q_{74(\text{пред})} = 2,5 + 3,75 \cdot 1,2 = 7 \text{ м/мин}$$

$$\Delta t_{74} = 48 \times 0,125 \left( \frac{1}{7 \times 1,2} - \frac{1}{12,27 \times 1,1} \right) = 0,53 \text{ мин}$$

Определяем время существования скопления  $t_{\text{ск}}$  на участке № 74:

$$t_{\text{ск}(74)} = \frac{48 \times 0,125}{7 \times 1,2} = 0,71 \text{ мин.}$$

Определяем расчётное время эвакуации по участку № 74:

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то величиной длины пренебрегаем и принимаем равной нулю. Поэтому время эвакуации людей через дверной проем принимаем равным времени задержки эвакуации через данный проем.

$$t_{74} = \Delta t_{74} = 0,53 \text{ мин.}$$

75. Для участка № 75 (горизонтальный путь):

$$q_{75} = \frac{q_{74} \delta_{74}}{\delta_{75}} = \frac{7 \times 1,2}{1,2} = 7 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\text{max}} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{75} = 88,67 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 75 равно:

## Продолжение Приложение А

$$t_{75} = \frac{2}{88,67} = 0,02 \text{ мин.}$$

76. Для участка № 76 (дверь):

$$q_{76} = \frac{q_{75} \delta_{75}}{\delta_{76}} = \frac{7 \times 1,2}{1} = 8,4 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{76} = 0 \text{ мин.}$$

77. Для участка №77 (горизонтальный путь):

Плотность однородного людского потока на 77 участке рассчитываем по формуле:

$$D_{77} = \frac{N_{77} f}{l_{77} \delta_{77}} = \frac{91 \times 0,125}{18 \times 0,8} = 0,79 \text{ чел/м}^2$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{77} = 19,4 \text{ м/мин.}$$

Время движения людского потока по 77 участку пути равно:

$$t_{77} = \frac{18}{19,4} = 0,93 \text{ мин.}$$

## Продолжение Приложение А

78. Для участка № 78 (дверь):

$$q_{78} = \frac{q_{77}\delta_{77}}{\delta_{78}} = \frac{15,29 \times 0,8}{1,13} = 10,83 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{78} = 0 \text{ мин.}$$

79. Для участка № 79 (горизонтальный путь):

$$q_{79} = \frac{q_{78}\delta_{78}}{\delta_{79}} = \frac{10,83 \times 1,13}{1} = 12,23 \text{ м/мин, условие } q_i \leq q_{\max} \text{ выполняется.}$$

Скорость движения людского потока принимаем по таблице П.2.1 [11]:

$$V_{79} = 58,56 \text{ м/мин}$$

Время движения людского потока по участку № 79 равно:

$$t_{79} = \frac{1,8}{58,56} = 0,03 \text{ мин.}$$

80. Для участка № 80 (дверь):

$$q_{80} = \frac{q_{79}\delta_{79}}{\delta_{80}} = \frac{12,23 \times 1}{1,15} = 10,64 \text{ м/мин,}$$

условие  $q_i \leq q_{\max}$  выполняется.

## Продолжение Приложение А

Поскольку длина дверного проема менее 0,7 м, то время прохождения проема равно нулю.

$$t_{80} = 0 \text{ мин.}$$

Время эвакуации людского потока из помещения:

$$t_{эв} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_{14} + t_{15} + t_{16} + t_{17} + t_{18} + t_{19} + t_{20} + t_{21} + t_{22} + t_{23} + t_{24} + t_{25} + t_{26} + t_{27} + t_{28} + t_{29} + t_{30} + t_{31} + t_{32} + t_{33} + t_{34} + t_{35} + t_{36} + t_{37} + t_{38} + t_{39} + t_{40} + t_{41} + t_{42} + t_{43} + t_{44} + t_{45} + t_{46} + t_{47} + t_{48} + t_{49} + t_{50} + t_{51} + t_{52} + t_{53} + t_{54} + t_{55} + t_{56} + t_{57} + t_{58} + t_{59} + t_{60} + t_{61} + t_{62} + t_{63} + t_{64} + t_{65} + t_{66} + t_{67} + t_{68} + t_{69} + t_{70} + t_{71} + t_{72} + t_{73} + t_{74} + t_{75} + t_{76} + t_{77} + t_{78} + t_{79} + t_{80}.$$

Весь расчет эвакуации обобщен в виде таблицы А.1.

Продолжение Приложение А

Таблица А.1 – Расчет эвакуации из здания

Номер участка	Тип участка	Длина участка (L), м	Ширина участка (b), м	Количество людей, начинающих движение, чел	Общее количество людей на участке, чел	Плотность на начальных участках, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Интенсивность в начале участка, м/мин	Интенсивность на участке, м/мин	Скорость движения на участке, м/мин	Задержка перед участком, мин	Время эвакуации с учетом задержки перед участком, мин	Время существования скопления перед участком, мин	Общее время эвакуации от начального участка до выхода, мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Н	13,00	0,70	4	4	0,05	5,30	5,30	98,02	0,00	0,13	0,00	1,63
2	Н	13,00	0,70	3	3	0,04	4,12	4,12	100,00	0,00	0,13	0,00	1,76
3	Н	7,00	0,70	3	3	0,08	6,59	6,59	89,39	0,00	0,08	0,00	1,83
4	Н	13,00	0,70	3	3	0,04	4,12	4,12	100,00	0,00	0,13	0,00	1,70
5	Н	16,00	0,70	3	3	0,03	3,35	3,35	100,00	0,00	0,16	0,00	1,86
6	П	0,00	0,80	0	3	-	5,77	5,77	0,00	0,00	0,00	0,00	-
7	П	5,00	2,00	0	3	-	2,31	2,31	100,00	0,00	0,05	0,00	-
8	П	0,00	0,75	0	3	-	3,13	3,13	0,00	0,00	0,00	0,00	-
9	П	6,50	1,70	0	6	-	4,09	4,09	100,00	0,00	0,07	0,00	-
10	П	0,00	0,80	0	3	-	3,61	3,61	0,00	0,00	0,00	0,00	-
11	П	6,00	1,70	0	9	-	5,79	5,79	94,73	0,00	0,06	0,00	-
12	П	0,00	0,80	0	3	-	3,61	3,61	0,00	0,00	0,00	0,00	-
13	П	6,50	1,70	0	12	-	7,49	7,49	83,42	0,00	0,08	0,00	-
14	П	0,00	0,80	0	4	-	4,63	4,63	0,00	0,00	0,00	0,00	-
15	П	5,60	2,00	0	16	-	8,22	8,22	78,91	0,00	0,07	0,00	-
16	П	0,00	1,10	0	16	-	14,94	14,94	0,00	0,00	0,00	0,00	-
17	П	1,60	1,00	0	16	-	16,43	16,43	33,91	0,00	0,05	0,00	-
18	П	5,80	1,10	0	16	-	14,94	14,94	57,27	0,00	0,10	0,00	-
19	П	1,80	1,10	0	16	-	14,94	14,94	43,90	0,00	0,04	0,00	-
20	П	5,85	1,10	0	16	-	14,94	14,94	57,27	0,00	0,10	0,00	-
21	Н	9,00	0,70	1	1	0,02	1,98	1,98	100,00	0	0,09	0,00	1,69
22	Н	8,00	0,70	4	4	0,09	7,36	7,36	84,29	0,00	0,09	0,00	1,80
23	Н	8,00	0,70	2	2	0,04	4,46	4,46	100,00	0	0,08	0,00	1,88
24	Н	8,00	0,70	2	2	0,04	4,46	4,46	100,00	0	0,08	0,00	1,95



25	Н	8,00	0,70	1	1	0,02	2,23	2,23	100,0	0	0,00	0,08	0,00	2,01
26	Н	14,00	0,70	6	6	0,08	6,59	6,59	89,39	0,00	0,16	0,00	0,00	1,80
27	Н	4,00	0,70	1	1	0,04	4,46	4,46	100,0	0	0,00	0,04	0,00	1,78
28	Н	13,00	0,70	4	4	0,05	5,30	5,30	98,02	0,00	0,13	0,00	0,00	1,95

Продолжение Приложение А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
29	Н	13,00	0,70	4	4	0,05	5,30	5,30	98,02	0,00	0,13	0,00	0,00	2,02
30	П	0,00	0,80	0	1	-	1,95	1,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
31	П	5,00	1,80	0	1	-	0,87	0,87	100,00	0,00	0,05	0,00	0,00	-
32	П	0,00	0,80	0	4	-	4,63	4,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
33	П	1,50	1,80	0	5	-	2,93	2,93	100,00	0,00	0,02	0,00	0,00	-
34	П	0,00	0,80	0	2	-	3,91	3,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
35	П	5,50	1,80	0	7	-	4,66	4,66	100,00	0,00	0,06	0,00	0,00	-
36	П	0,00	0,80	0	4	-	4,63	4,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
37	П	1,50	1,80	0	11	-	6,72	6,72	88,51	0,00	0,02	0,00	0,00	-
38	П	0,00	0,80	0	2	-	3,91	3,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
39	П	2,50	1,80	0	13	-	8,46	8,46	77,70	0,00	0,03	0,00	0,00	-
40	П	0,00	1,10	0	13	-	13,84	13,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
41	П	2,00	1,80	0	13	-	8,46	8,46	77,70	0,00	0,03	0,00	0,00	-
42	П	0,00	0,70	0	1	-	4,46	4,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
43	П	1,80	1,60	0	14	-	11,47	11,47	62,65	0,00	0,03	0,00	0,00	-
44	П	0,00	0,80	0	4	-	6,44	6,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
45	П	3,50	1,80	0	18	-	13,06	13,06	53,46	0,00	0,07	0,00	0,00	-
46	П	0,00	0,80	0	6	-	5,77	5,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
47	П	2,00	1,80	0	24	-	15,62	15,62	41,40	0,00	0,05	0,00	0,00	-
48	П	0,00	0,80	0	1	-	1,74	1,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
49	П	6,30	2,00	0	25	-	14,75	14,75	44,59	0,00	0,14	0,00	0,00	-
50	П	0,00	1,10	0	25	-	26,82	6,63	0,00	0,32	0,32	0,43	0,00	-
51	П	1,80	1,00	0	41	-	23,72	13,50	15,00	0,16	0,28	0,38	0,00	-
52	П	6,30	1,10	0	41	-	12,27	12,27	76,74	0,00	0,08	0,00	0,00	-
53	П	1,80	0,90	0	41	-	15,00	15,00	43,68	0,00	0,04	0,00	0,00	-
54	П	6,30	1,12	0	41	-	12,05	12,05	78,18	0,00	0,08	0,00	0,00	-
55	Н	6,00	0,70	1	1	0,03	2,98	2,98	100,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,70
56	Н	5,00	0,70	1	1	0,04	3,57	3,57	100,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,85
57	Н	1,50	0,70	1	1	0,12	8,76	8,76	76,19	0,00	0,02	0,00	0,00	0,81
58	Н	5,00	0,70	2	2	0,07	6,29	6,29	91,43	0,00	0,05	0,00	0,00	0,82
59	Н	4,50	0,70	2	2	0,08	6,76	6,76	88,25	0,00	0,05	0,00	0,00	0,85

60	П	0,00	0,70	0	2	-	6,76	6,76	0,00	0,00	0,00	0,00	-
61	П	3,50	0,90	0	2	-	5,26	5,26	98,27	0,00	0,04	0,00	-
62	П	0,00	0,70	0	2	-	6,29	6,29	0,00	0,00	0,00	0,00	-
63	П	3,00	1,00	0	4	-	9,13	9,13	74,33	0,00	0,04	0,00	-
64	П	0,00	0,70	0	1	-	3,57	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	-
65	П	4,00	0,70	0	2	-	12,33	12,33	57,94	0,00	0,07	0,00	-

Продолжение Приложение А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
66	П	0,00	0,70	0	2	-	12,33	12,33	0,00	0,00	0,00	0,00	-
67	П	4,50	1,30	0	6	-	13,67	13,67	49,68	0,00	0,09	0,00	-
68	П	0,00	1,10	0	6	-	16,15	16,15	0,00	0,00	0,00	0,00	-
69	П	0,00	0,70	0	1	-	2,98	2,98	0,00	0,00	0,00	0,00	-
70	П	3,50	1,35	0	7	-	14,70	14,70	44,78	0,00	0,08	0,00	-
71	П	2,00	1,00	0	41	-	13,50	13,50	50,71	0,00	0,04	0,00	-
72	П	0,00	1,10	0	41	-	12,27	12,27	0,00	0,00	0,00	0,00	-
73	П	3,50	1,50	0	41	-	9,00	9,00	75,00	0,00	0,05	0,00	-
74	П	0,00	1,20	0	48	-	27,79	7,00	0,00	0,53	0,53	0,71	-
75	П	2,00	1,20	0	48	-	7,00	7,00	86,67	0,00	0,02	0,00	-
76	П	0,00	1,00	0	48	-	8,40	8,40	0,00	0,00	0,00	0,00	-
77	Н	18,00	0,80	91	91	0,79	15,29	15,29	19,40	0,00	0,93	0,00	0,96
78	П	0,00	1,13	0	91	-	10,83	10,83	0,00	0,00	0,00	0,00	-
79	П	1,80	1,00	0	91	-	12,23	12,23	58,56	0,00	0,03	0,00	-
80	П	0,00	1,15	0	91	-	10,64	10,64	0,00	0,00	0,00	0,00	-