

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Повышение эффективности противопожарной защиты общежития ЮТИ ТПУ

УДК 614.841.3:378.187(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г60	Джаборов Шахриёр Рахимджонович		

Руководитель/ консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ/ Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Мальчик А.Г./ Деменкова Л.Г.	к.т.н./ к.пед.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Полицинская Е.В.	к.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Деменкова Л.Г.	к.пед.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Деменкова Л.Г.	к.пед.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП 20.03.01 «Техносферная безопасность»	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП
НАПРАВЛЕНИЯ 20.03.01 – «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

Код компетенции	Наименование компетенции
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-3	Способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности
ОПК(У)-4	Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей
ПК(У)-6	Способность принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты
ПК(У)-7	Способность организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
ПК(У)-8	Способность выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих
ПК(У)-9	Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики
ПК(У)-10	Способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК(У)-11	Способность организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды
ПК(У)-12	Способность применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов защиты

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт
 Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»
 Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ С.А. Солодский
 «__» _____ 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г60	Джаборову Шахриёру Рахимджоновичу

Тема работы:

Повышение эффективности противопожарной защиты общежития ЮТИ ТПУ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 01.02.2021 г. № 32-105/с

Срок сдачи студентами выполненной работы:	07.06.2021 г.
---	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе:	Общежитие ЮТИ ТПУ, адрес: 652050, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Заводская, д. 12. Количество надземных этажей – 3, занято общежитием – 2 (первый–второй). Износ 70%. Общая площадь здания – 2524 м ² , жилых помещений – 1144 м ² , нежилых помещений – 1380 м ² . Количество жилых помещений – 52. Класс функциональной пожарной опасности Ф 1.2. СОУЭ 3 типа. Проживает 172 чел., персонал – 9 чел.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Провести литературный обзор по обеспечению пожарной безопасности в общественных зданиях. 2. Дать характеристику исследуемого объекта и проанализировать состояние пожарной безопасности общежития. 3. Рассчитать время эвакуации, время блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара и индивидуальный пожарный риск для сценариев с наихудшими условиями пожара. 4. Разработать мероприятия по повышению

	пожарной безопасности объекта защиты.
Перечень графического материала:	1. Расчётная схема эвакуации (1 лист А4) 2. Протокол определения времени от начала пожара до блокирования эвакуационных путей (1 лист А4) 3. План размещения приборов АУПС и СОУЭ, 1 этаж (1 лист А2). 4. План размещения приборов АУПС и СОУЭ, 2 этаж (1 лист А2)
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Полицинская Е.В., к.пед.н.
Социальная ответственность	Деменкова Л.Г., к.пед.н.
Нормоконтроль	Деменкова Л.Г., к.пед.н.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2021 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель/ консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ/ Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Мальчик А.Г./ Деменкова Л.Г.	к.т.н./ к.пед.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г60	Джаборов Ш.Р.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 92 стр., 10 рис., 21 табл., 50 источников, 4 приложений.

Ключевые слова: ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОЖАРНЫЙ РИСК, ПОЖАРНАЯ НАГРУЗКА, ОЦЕНКА ПОЖАРНОГО РИСКА, ДЕКЛАРАЦИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ.

Объектом исследования является студенческое общежитие ЮТИ ТПУ.

Предмет исследования: организация пожарной безопасности в общежитии.

Цель работы: оценка пожарного риска и совершенствование системы противопожарной защиты общежития коридорного типа ЮТИ ТПУ.

Задачи работы:

- провести литературный обзор по обеспечению пожарной безопасности в общественных зданиях;
- дать характеристику исследуемого объекта и проанализировать состояние пожарной безопасности общежития;
- рассчитать время эвакуации, время блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара и индивидуальный пожарный риск для сценариев с наихудшими условиями пожара;
- разработать мероприятия по повышению пожарной безопасности объекта защиты.

Abstract

The final qualifying work is made on 92 pages, contains 21 tables, 10 figures, 50 sources, 4 appendices.

Keywords: FIRE SAFETY, INDIVIDUAL FIRE RISK, FIRE LOAD, FIRE RISK ASSESSMENT, FIRE SAFETY DECLARATION, EVACUATION WARNING AND CONTROL SYSTEM.

The object of the study is the student dormitory of the UTI TPU.

Subject of research: organization of fire safety in the hostel.

The purpose of the work: assessment of fire risk and improvement of the fire protection system of the corridor-type dormitory of YTI TPU.

Tasks of the work:

- conduct a literature review on fire safety in public buildings;
- give a description of the object under study and analyze the state of fire safety of the hostel;
- calculate the evacuation time, the time of blocking the escape routes by fire hazards and the individual fire risk for scenarios with the worst fire conditions;
- develop measures to improve the fire safety of the object of protection.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования».

ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

ГОСТ Р 22.10.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций».

Перечень сокращений:

МЧС – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

АКБ – аккумуляторная батарея;

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации;

ДИП – дымовой пожарный извещатель;

ИПР – извещатель пожарный ручной;

ППКОП – прибор приемно-контрольный охранно-пожарный;

КДЛ – контроллер двухпроводной линии;

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией;

НПБ – нормы пожарной безопасности;

ПБ – пожарная безопасность;

ОФП – опасные факторы пожара;

ПУЭ – правила устройства электроустановок;

СИЗ – средства индивидуальной защиты.

Оглавление

	С.
Введение	11
1 Обеспечение пожарной безопасности в общежитиях	13
1.1 Статистика пожаров в общественных зданиях	13
1.2 Нормативная база пожарной безопасности общежитий	16
1.3 Декларация пожарной безопасности – важный документ пожарной безопасности	20
1.3.1 Общие сведения о декларации пожарной безопасности	20
1.3.2 Оценка пожарного риска	22
1.4 Система оповещения и управления эвакуацией как элемент обеспечения пожарной безопасности	23
1.5 Выводы по главе 1	25
2 Характеристика объекта исследования	26
2.1 Общее представление об общежитии ЮТИ ТПУ	26
2.2 Анализ системы пожарной безопасности общежития ЮТИ ТПУ	27
2.2.1 Документация объекта по пожарной безопасности	27
2.2.2 Проходы, проезды и подъезды к объекту. Источники противопожарного водоснабжения	28
2.2.3 Предел огнестойкости и пожарная опасность строительных конструкций	28
2.2.4 Пути эвакуации людей при пожаре	29
2.2.5 Системы обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией	30
2.2.6 Первичные средства пожаротушения	35
2.3 Выводы по главе 2	36
3 Расчёты и аналитика	37
3.1 Выбор сценария пожара	37
3.2 Расчёт времени эвакуации при пожаре из здания общежития	38

	ЮТИ ТПУ	
3.3	Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара	42
3.4	Расчёт величины пожарного риска	49
3.5	Проектирование системы оповещения и управления эвакуацией на объекте защиты	51
	3.5.1 Компоненты СОУЭ	51
	3.5.2 Расчет сечения кабеля в линиях оповещения	54
	3.5.3 Электроакустический расчет	55
	3.5.4 Электроснабжение системы оповещения и управления эвакуацией	58
3.6	Выводы по главе 3	59
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	61
4.1	Оценка прямого ущерба	61
4.2	Оценка косвенного ущерба	64
	4.2.1 Затраты на ликвидацию пожара	64
	4.2.2 Расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования	66
	4.2.3 Расходы на топливо для пожарной техники	67
	4.2.4 Затраты на восстановление помещения	67
	4.2.5 Затраты на монтаж электропроводки и электрощитов	67
4.3	Выводы по главе 4	68
5	Социальная ответственность	70
5.1	Описание рабочего места сотрудника общежития	70
5.2	Анализ выявленных вредных факторов	71
	5.2.1 Электромагнитное излучение	71
	5.2.2 Микроклимат	72
	5.2.3 Освещённость	73
	5.2.3.1 Нормирование параметров освещённости	73

5.2.3.2 Расчёт параметров освещённости	73
5.3 Анализ выявленных опасных факторов	75
5.3.1 Поражение электрическим током	75
5.3.2 Пожароопасность	76
5.4 Охрана окружающей среды	77
5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях	78
5.6 Выводы по главе 5	78
Заключение (выводы)	80
Список использованных источников	81
Приложение А. Расчётная схема эвакуации	89
Приложение Б. Протокол определения времени от начала пожара до блокирования эвакуационных путей	90
Приложение В. План размещения приборов АУПС и СОУЭ (1 этаж)	91
Приложение Г План размещения приборов АУПС и СОУЭ (2 этаж)	92

Введение

Пожарная безопасность – это состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров. Согласно Конституции РФ [1] каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду и на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности, в том числе и пожарной. В настоящее время основными задачами МЧС России являются обеспечение пожарной безопасности на объектах, приведение нормативной базы по пожарной безопасности в соответствие с требованиями действующего законодательства. Официальным заявлением собственника объекта о его действиях по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности своего объекта является декларация пожарной безопасности.

Оценка соответствия объектов капитального строительства требованиям пожарной безопасности – декларация пожарной безопасности предусматривается Федеральным законом РФ от 22.07.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2]. Согласно Приказу МЧС России от 16.03.2020 N 171 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по предоставлению государственной услуги по регистрации декларации пожарной безопасности и формы декларации пожарной безопасности» [3] ряд объектов в обязательном порядке должны подлежать декларированию, что определяется их потенциальной пожарной опасностью. К таким объектам относятся и общежития, чем обуславливается актуальность выбранной темы.

По данным официального сайта МЧС России, пожары в зданиях общежитий нередки. Сотрудниками Государственного пожарного надзора МЧС России регулярно выявляются нарушения требований пожарной безопасности в зданиях общежитий. Некоторые из нарушений могут привести к реальному

пожару. Значительная часть зданий общежитий в России довольно старая, поэтому пожарная опасность в них повышена.

Цель работы: оценка пожарного риска и совершенствование системы противопожарной защиты общежития коридорного типа ЮТИ ТПУ.

Задачи работы:

- провести литературный обзор по обеспечению пожарной безопасности в общественных зданиях;

- дать характеристику исследуемого объекта и проанализировать состояние пожарной безопасности общежития;

- рассчитать время эвакуации, время блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара и индивидуальный пожарный риск для сценариев с наихудшими условиями пожара;

- разработать мероприятия по повышению пожарной безопасности объекта защиты.

1 Обеспечение пожарной безопасности в общежитиях

1.1 Статистика пожаров в общественных зданиях

Обеспечение пожарной безопасности – одна из первоочередных задач в любом здании. Общежития характеризуются плотным расселением людей, что обуславливает повышенную опасность в случае пожара. В помещениях коридорного типа огонь и дым из-за сильной тяги воздуха могут распространяться с большой скоростью.

Статистика МЧС России показывает, что в 2019 г. на территории Российской Федерации зарегистрировано 471357 пожаров, при которых погибло 8567 чел. и получило травмы 9477 чел., при этом на здания и помещения для временного пребывания (проживания) людей, к которым относятся общежития, приходится 366 пожаров (0,2 % от общего числа) [4]. В 2019 г. на социально значимых объектах произошло 764 пожара, при которых погибло 17 чел., 58 чел. получило травмы, прямой материальный ущерб составил 78 645 тыс. руб. Наибольшее число пожаров произошло в общежитиях (учебного заведения, организации, предприятия), спальных корпусах интернатов – 148 ед. (19,4 %). Больше всего людей погибло при пожарах также в общежитиях и спальных корпусах интернатов – 9 чел. (52,9 % от общего количества погибших на социально значимых объектах). Максимальным числом травмированных людей отмечены пожары в общежитиях и спальных корпусах интернатов – 30 чел. (51,7 % от общего числа травмированных на социально значимых объектах).

Показателем защиты населения от потенциальных опасностей является величина индивидуального риска. Численные значения этой величины для субъектов Российской Федерации определяются отношением числа погибших при реализации потенциальных опасностей к численности населения субъектов.

Значения допустимого индивидуального риска чрезвычайных ситуаций техногенного (включая пожары) характера для субъектов Российской Федерации определены ГОСТ Р 22.10.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций» [5]. На основе данных, представленных субъектами Российской Федерации по числу погибших при пожарах, определены фактические значения величины индивидуального риска для жизнедеятельности населения по стране и субъектам Российской Федерации, что позволило прийти к выводу, что значения индивидуального риска по рассмотренным субъектам РФ превышают допустимые (табл. 1).

Таблица 1 – Уровни потенциальных опасностей по субъектам Российской Федерации в 2019 г.

Федеральный округ, субъект Российской Федерации	Индивидуальный риск гибели, год ⁻¹	
	от пожаров	допустимый
Томская область	$5,662 \cdot 10^{-5}$	$1,470 \cdot 10^{-5}$
Кемеровская область	$7,067 \cdot 10^{-5}$	$1,730 \cdot 10^{-5}$
Сибирский федеральный округ	$7,244 \cdot 10^{-5}$	не установлен
Российская Федерация	$5,651 \cdot 10^{-5}$	не установлен

Анализ пожаров за 2019 г. [4] выявил основные причины возгораний в жилых зданиях, представленные на рис. 1.

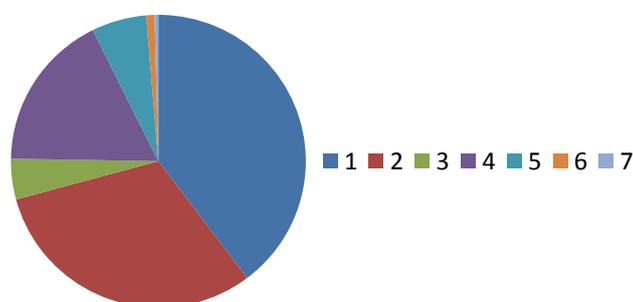


Рисунок 1 – Распределение количества пожаров, произошедших в РФ в 2019 г. в зданиях и сооружениях, по причинам возникновения пожаров:

1 – неосторожное обращение с огнём; 2 – нарушение правил устройства и эксплуатации (НПУиЭ) электрооборудования; 3 – прочие причины; 4 – НПУиЭ печей и дымовых труб; 5 – поджог; 6 – нарушение правил пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных и огневых работ; 7 – технологические

Таким образом, главными причинами пожаров в зданиях и сооружениях, а, следовательно, и в общежитиях, являются неосторожное обращение с огнем и нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования. По статистическим данным, в студенческих общежитиях России за период с 2012 по 2019 гг. произошёл 41 пожар. В табл. 2 представлены данные о количестве погибших и пострадавших при пожарах.

Таблица 2 – Статистика ущерба при пожарах в студенческих общежитиях РФ за период с 2012–2019 гг.

Дата	Место пожара	Количество погибших	Количество пострадавших
19.12.2012	ЭТИ, г. Энгельс	1	–
16.12.2012	Филиал СибГТУ, г. Лесосибирск	–	2
23.12.2012	МГТУ ГА, г. Москва	–	1
22.09.2014	МГЮУ им. О.Е.Кутафина, г. Москва	–	4
22.05.2015	РНИМУ им. Н.И. Пирогова, г. Москва	4	43
18.11.2015	РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва	–	9
21.04.2016	МАИ, г. Москва	–	11
14.02.2016	СМУ, г. Смоленск	2	–
28.01.2018	ОАТК, г. Омск	5	7

Таким образом, статистические данные позволяют сделать вывод о значительной пожарной опасности общежитий, что обуславливается как объективными причинами (наличием большого количества горючих материалов, разнообразных источников зажигания и путей распространения пожара, высокой плотностью населения), так и субъективными (нарушениями

правил пожарной безопасности).

Эффективное функционирование системы обеспечения пожарной безопасности объекта невозможно без четкой правовой регламентации ее деятельности.

1.2 Нормативная база пожарной безопасности общежитий

Законодательство Российской Федерации о пожарной безопасности основывается на Конституции Российской Федерации [1]. Базу законодательного регулирования обеспечения пожарной безопасности составляет Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2], в котором законодательно закреплены технические требования как к объектам защиты, так и к техническим средствам наблюдения и контроля. В соответствии с этим законом, система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной, если в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных Федеральным законом N 123-ФЗ.

Федеральные законы N 123-ФЗ и N 69-ФЗ регламентируют надлежащие технические условия, требования по содержанию зданий, в т.ч. инженерных сетей, систем, включая наружное, внутреннее противопожарное водоснабжение, установки сигнализации о пожаре, порядок содержания, сроки перезарядки огнетушителей.

При организации пожарной безопасности на объекте руководствуются правилами противопожарного режима в РФ, утвержденными 16.09.2020 г. постановлением Правительства РФ N 1479 [6]. В них содержатся указания по всем направлениям пожарной безопасности (ПБ), начиная от инструктажей и

заканчивая требованиями пожарной безопасности на конкретных типах объектов.

На региональном уровне действует закон Кемеровской области – Кузбасса «Об обеспечении пожарной безопасности» от 06.10.1997 г. N 33-ОЗ [7]. Законодательство Кемеровской области в сфере пожарной безопасности состоит из настоящего Закона и принимаемых в соответствии с ним иных нормативных правовых актов Кемеровской области.

Вышеперечисленными нормативными документами следует руководствоваться при составлении локальной объектовой документации – инструкций по ПБ, планов пожаротушения, эвакуации, программ проведения инструктажей и др.

Конкретные требования пожарной безопасности к зданиям и помещениям содержатся в сводах правил по пожарной безопасности, в результате применения которых обеспечиваются требования Федерального закона N 123-ФЗ [2]:

- СП 118.13330.2012 – о зданиях, сооружениях общественного назначения, в том числе об общежитиях коридорного/гостиничного типа для студентов [8];

- СП 484.1311500.2020 – о требованиях ПБ к проектированию АУПТ и АУПС [9];

- СП 3.13130.2009 – о требованиях ПБ к проектированию СОУЭ [10];

- СП 7.13130.2013 – о требованиях ПБ к отоплению, кондиционированию, вентиляции зданий [11].

Для выбора автоматических установок пожарной сигнализации руководствуются Приказом МЧС РФ от 18.06.2003 г. N 315 (НПБ 110-03)» [12] и Приказом МЧС РФ от 20.06.2003 г. N 323 «Об утверждении норм пожарной безопасности «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» (НПБ 104-03)» [13].

Выделим основные требования пожарной безопасности, действующие для общежитий:

- персонал общежитий допускается к работе после прохождения обучения мерам пожарной безопасности;

- имеются таблички с номером телефона для вызова пожарной охраны, поэтажные планы эвакуации людей при пожаре, инструкции о мерах пожарной безопасности;

- круглосуточное дежурство обслуживающего персонала;

- разработана инструкция о порядке действий обслуживающего персонала на случай возникновения пожара;

- наличие электрических фонарей (не менее 1 фонаря на каждого дежурного, а также 1 фонаря на каждые 50 проживающих), средств индивидуальной защиты от токсичных продуктов горения;

- каждое полугодие организуется проведение практических тренировок;

- курение в зданиях общежитий запрещено;

- места прохода коммуникаций и электропроводки через стены или перекрытия должны быть заделаны негорючими материалами.

Запрещается:

- хранить и применять легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, пиротехнические изделия, баллоны с горючими и другие пожаровзрывоопасные вещества и материалы;

- использовать технические помещения для организации мастерских, хранения мебели и других предметов;

- снимать полотна дверей эвакуационных выходов, изменять планировку помещений здания;

- убирать помещения с применением горючих веществ;

- устраивать в лестничных клетках и коридорах кладовые и другие подсобные помещения, хранить под лестничными маршами и на лестничных площадках вещи, мебель и другие горючие материалы;

- оставлять не обесточенными бытовые электроприборы, пользоваться неисправными и самодельными электроприборами, обертывать электролампы и светильники горючими материалами;

- пожарные краны должны быть укомплектованы пожарными рукавами, ручными пожарными стволами и вентилями и раз в год должна быть проведена перекатка пожарных рукавов.

Автоматические установки пожарной сигнализации, системы противодымной защиты и оповещения людей о пожаре должны ежеквартально проверяться (согласно требованиям СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации» [14]), общежитие должно быть обеспечено необходимым количеством исправных огнетушителей.

Согласно Федеральному закону от 21.12.1994 г. N 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [15] ответственность за пожарную безопасность несет руководитель (для общежития – заведующий), который должен обеспечить разработку комплекта документов по ПБ для объекта. Это приказы об утверждении инструкции о ПБ; о порядке, периодах прохождения инструктажей по ПБ персоналом организации, об обучении проживающих; о действиях при пожаре дежурного персонала, в т.ч. по проведению эвакуации проживающих; об проведении тренингов по применению средств тушения пожаров; о запрете курения во всех помещениях здания общежития.

Кроме того, должны быть разработаны, заполняться, быть в наличии на период проведения проверок инспектирующими органами:

- планы пожарно-технических мероприятий по устранению нарушений, выявленных предыдущими проверками противопожарного состояния; проведения учений с персоналом по применению противопожарного оборудования, эвакуации;

- графики инструктажей по ПБ, учений по эвакуации людей;

- программы проведения инструктажей – от вводного до внепланового.

Руководитель общежития несёт по законодательству РФ полную ответственность – от административной до уголовной – за отсутствие документации. Перед заселением в общежитие, все проживающие должны быть проинструктированы с правилами пожарной безопасности. Строгое соблюдение требований пожарной безопасности позволит обеспечить

пожарную безопасность в зданиях общежитий, уменьшив вероятность возникновения пожара и его последствий.

1.3 Декларация пожарной безопасности – важный документ пожарной безопасности

1.3.1 Общие сведения о декларации пожарной безопасности

Декларирование пожарной безопасности – форма оценки соответствия, в результате реализации которой подготавливается декларация пожарной безопасности – документ, содержащий информацию о мерах пожарной безопасности, направленных на обеспечение на объекте защиты нормативного значения пожарного риска. Это форма подтверждения соответствия объекта защиты требованиям законодательства в сфере пожарной безопасности. Декларация пожарной безопасности введена для повышения уровня ответственности собственника в целях обеспечения пожарной безопасности на своем объекте.

Декларация пожарной безопасности разрабатывается в соответствии с положениями статей 6, 64 Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2] (далее – Технический регламент). Форма и правила заполнения декларации определены положениями Приказа МЧС России от 16.03.2020 N 171 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по предоставлению государственной услуги по регистрации декларации пожарной безопасности и формы декларации пожарной безопасности» [3].

Декларация разрабатывается собственником объекта или лицом, владеющим им на законном основании, и состоит из трёх разделов. В первом разделе «Оценка пожарного риска, обеспеченного на объекте защиты»

указывают значения пожарного риска и перечисляют фактические мероприятия по пожарной безопасности. При оценке пожарного риска необходимо рассчитать вероятность пожара и успешной эвакуации людей из здания, оценить воздействие на людей поражающих факторов пожара и меры снижения частоты пожаров и их последствий. Индивидуальный пожарный риск для человека, который находится в наиболее удаленной от выхода части здания, не должен быть больше 10^{-6} в год [16]. Рассчитывать пожарный риск не нужно, если объект введен в эксплуатацию до вступления в силу Федерального закона N 123-ФЗ [2] или на объекте выполнены требования пожарной безопасности, установленные нормативными документами.

Второй раздел касается оценки возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара. Ответственность от возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара можно застраховать. Тогда во втором разделе указывают реквизиты документов страхования. Когда ответственность не застрахована, то предполагаемый ущерб оценивают самостоятельно и указывают его размер в рублях. Если на объекте нет арендаторов, чужого имущества и соблюдены нормативные противопожарные расстояния между зданиями, возможный ущерб исключен. В третьем разделе перечисляют нормативные документы по пожарной безопасности, выполнение которых должно обеспечиваться на объекте защиты. Раздел содержит все требования по пожарной безопасности к конкретному объекту.

Декларация подлежит регистрации в территориальном отделе МЧС России, в сферу ведения которого входят вопросы организации и осуществления федерального государственного пожарного надзора. Декларация представляется в уведомительном порядке и согласованию с органами государственного пожарного надзора не подлежит. Отказом в регистрации декларации пожарной безопасности может послужить только ее несоответствие установленной форме. Проверка изложенных в ней требований пожарной безопасности должна производиться только при проведении мероприятий по контролю.

1.3.2 Оценка пожарного риска

Пожарный риск – мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствия для людей и материальных ценностей. Расчёт оценки пожарного риска проводится на основании приказа МЧС РФ от 30.06.2009 N 382 «Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [17]. Данная методика утверждена в соответствии с Федеральным законом от 27.12.2002 г. N 184-ФЗ «О техническом регулировании» [18].

Согласно ФЗ-123 [2], допустимый индивидуальный пожарный риск не должен превышать 10^{-6} год⁻¹. В соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 [19] расчетное время эвакуации людей из помещений и зданий устанавливается по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей. Чтобы эвакуация прошла успешно и завершилась до момента достижения предельно допустимых значений ОФП (а при невозможности эвакуации была обеспечена защита людей на объекте), согласно ст. 3, п. 3.3. ФЗ-123 [2] объект должен иметь надлежащее объемно-планировочное и техническое исполнение.

Определение расчетных величин пожарного риска осуществляется на основании анализа пожарной опасности объекта защиты; определения частоты реализации пожароопасных ситуаций; построения полей ОФП для различных сценариев его развития; оценки последствий воздействия ОФП на людей для различных сценариев его развития; наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений.

Важными параметрами при расчете величины пожарного риска являются расчетное время эвакуации и время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП. Расчетные значения уровня пожарного риска и допустимые значения уровня пожарного риска, а также комплекс выполняемых инженерно-технических и

организационных мероприятий для обеспечения допустимого значения уровня пожарного риска в виде отчета прикладывают к декларации.

1.4 Система оповещения и управления эвакуацией как элемент обеспечения пожарной безопасности

Согласно НПБ 104-03, система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) – комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара и (или) необходимости и путях эвакуации [13]. Нормами предусмотрено пять типов СОУЭ в зависимости от способа оповещения, деления здания на зоны оповещения и других характеристик (табл. 3).

Таблица 3 – Определение типа СОУЭ

Характеристика СОУЭ	Наличие у различных типов СОУЭ				
	1	2	3	4	5
1. Способы оповещения:					
Звуковой (сирена, тонированный сигнал и др.)	+	+	*	*	*
Речевой (передача специальных текстов)	–	–	+	+	+
Световой:					
а) световые мигающие указатели	*	*	*	*	*
б) световые оповещатели «Выход»	*	+	+	+	+
в) статические указатели направления движения	–	*	*	+	*
г) динамические указатели направления движения	–	–	–	*	+
2. Разделение здания на зоны пожарного оповещения	–	–	*	+	+
3. Обратная связь зон оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской	–	–	*	+	+
4. Возможность реализации нескольких вариантов организации эвакуации из каждой зоны оповещения	–	–	–	*	+
5. Координированное управление из одного пожарного поста-диспетчерской всеми системами здания, связанными с обеспечением безопасности людей при пожаре	–	–	–	–	+

Примечания: 1. + требуется; * допускается; – не требуется. 2. Допускается использование звукового способа оповещения для СОУЭ 3–5 типов в отдельных зонах оповещения. 3. СОУЭ 3–5 типов относятся к автоматизированным системам.

СОУЭ должна включаться от командного импульса, формируемого АУПС или АУПТ. При разделении здания на зоны оповещения должна разрабатываться специальная очередность оповещения людей, находящихся в защищаемом объекте. Размеры зон пожарного оповещения, специальная очередность оповещения и время начала оповещения в отдельных зонах определяются, исходя из условия обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре согласно требованиям нормативных документов по ПБ.

СОУЭ должна функционировать в течение времени, необходимого для завершения эвакуации людей из здания. Провода и кабели соединительных линий СОУЭ следует прокладывать в коробах или каналах из негорючих материалов. Эвакуационные световые указатели включаются одновременно с основными осветительными приборами рабочего освещения. Допускается использовать эвакуационные световые указатели, автоматически включаемые при получении СОУЭ командного импульса о начале оповещения о пожаре и (или) аварийном прекращении питания рабочего освещения.

Звуковые сигналы СОУЭ должны обеспечивать общий уровень звука не менее 75 дБА на расстоянии 3 м от оповещателя, но не более 120 дБА в любой точке защищаемого помещения. Для обеспечения четкой слышимости звуковые сигналы СОУЭ должны обеспечивать уровень звука не менее чем на 15 дБА выше допустимого уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении. Измерение проводится на расстоянии 1,5 м от уровня пола. Речевые оповещатели должны воспроизводить нормально слышимые частоты в диапазоне от 200 до 5000 Гц.

Настенные звуковые и речевые оповещатели должны крепиться на высоте не менее 2,3 м от уровня пола, но расстояние от потолка до оповещателя должно быть не менее 150 мм. Количество звуковых и речевых пожарных оповещателей, их расстановка и мощность должны обеспечивать требуемый уровень звука. Оповещатели не должны иметь регуляторов громкости и должны подключаться к сети без разъемных устройств. Звуковые сигналы

оповещения должны отличаться по тональности от звуковых сигналов другого назначения.

Для общежитий с числом проживающих более 50 чел. высотой 3–9 этажей согласно НПБ 104-03 [13] проектируется СОУЭ 3 типа. Допускается использование более высокого типа СОУЭ при соблюдении условия обеспечения безопасной эвакуации людей.

1.5 Выводы по главе 1

Изученные статистические данные позволили сделать вывод о значительной пожарной опасности общежитий вследствие высокой пожарной нагрузки, наличия источников зажигания и путей распространения пожара. Основными причинами пожаров в общежитиях являются неосторожное обращение с огнем и нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования.

Основу нормативной базы пожарной безопасности в Российской Федерации составляют Конституция Российской Федерации, Федеральный закон N 123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», Федеральный закон N 69-ФЗ от 21.12.1994 г. «О пожарной безопасности».

Подтверждение соответствия объекта защиты требованиям законодательства в сфере пожарной безопасности выражается оформлением декларации пожарной безопасности – документа, содержащего меры пожарной безопасности, направленные на обеспечение на объекте защиты нормативного значения пожарного риска. Декларация пожарной безопасности введена для повышения уровня ответственности собственника в целях обеспечения пожарной безопасности на своем объекте.

2 Характеристика объекта исследования

2.1 Общее представление об общежитии ЮТИ ТПУ

Объектом исследования является студенческое общежитие ЮТИ ТПУ. СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения» [8] определяет общежития учебных заведений как здания и помещения для временного пребывания людей. Согласно ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» общежития относят к классу функциональной пожарной опасности Ф 1.2 [2].

Объект исследования расположен по адресу: г. Юрга, ул. Заводская, д. 12 (рис. 2). Это трёхэтажное здание, эксплуатируется с 1946 г. Износ 70%. Общая площадь здания – 2524 м², жилых помещений – 1144 м², нежилых помещений – 1380 м². Количество жилых помещений – 52. В студенческом общежитии проживает 172 студента. По контингенту проживающих анализируемый объект является общежитием для одиноких студентов высшего учебного заведения. Находится в отдельно стоящем здании, имеет коридорную (жилые комнаты размещаются вдоль коридора) архитектурно-планировочную структуру. Численность персонала – 9 чел. Количество подъездов: 1.

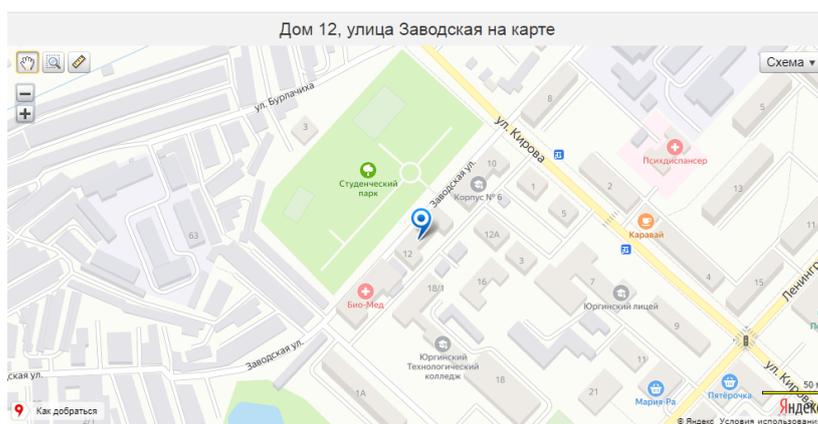


Рисунок 2 – Расположение объекта исследования

Здание имеет III степень огнестойкости (с каменными несущими конструкциями, в которых применяются деревянные перекрытия), класс конструктивной пожарной опасности С2. Фундамент ленточный бутобетонный,

крыша скатная шиферная по деревянной обрешётке, перекрытия деревянные. Наружные стены здания выполнены из красного кирпича, оштукатурены с, толщина стен до 700 мм. Внутренние стены – кирпичные, оштукатуренные, толщина стен до 250 мм, внутренние перегородки толщиной до 200 мм. Перекрытия междуэтажные из железобетонных плит. Потолочная часть перекрытия оштукатурена. Полы бетонные, покрыты линолеумом. Кровля – мягкое кровельное покрытие на резиновой основе.

Лестничные площадки выполнены монолитными железобетонными по бетонным балкам, балки оштукатурены, полы площадок бетонные. Лестничные марши выполнены из цельнолитых железобетонных ступней – секций. Ограждение лестниц металлическое с деревянными поручнями. В подвальном помещении размещены коммуникации и устройства узла ввода и узла управления отоплением и водоснабжением. Вентиляция вытяжная. Горячее и холодное водоснабжение, теплоснабжение, электроснабжение центральные, газоснабжение отсутствует, система пожаротушения отсутствует.

Пожарная нагрузка в здании представляет собой: мебель, текстиль, канцелярские товары, книги, элементы отделки интерьера, оборудование и т.п., выполненные из сгораемых материалов.

2.2 Анализ системы пожарной безопасности общежития ЮТИ ТПУ

2.2.1 Документация объекта по пожарной безопасности

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 года N 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [6] в общежитии в наличии инструкции «О мерах пожарной безопасности в общежитии»; «Действия дежурного персонала при пожаре в дневное и ночное время в общежитии»; «О мерах пожарной безопасности в складских помещениях товарно-материальных ценностей общежития»; «О мерах пожарной безопасности в прачечной (гладильной) общежития». Согласно этому же документу в общежитии находятся следующие

журналы по пожарной безопасности: учета первичных средств пожаротушения в общежитии, регистрации инструктажей по ПБ; ознакомления с внутренними правилами для проживающих в общежитии, в т.ч. правилами пожарной безопасности, практической отработки эвакуации из помещений, а также должен быть знак «Ответственный за ПБ и номер вызова пожарной охраны».

На апрель 2021 г. на объекте в наличии акты обследования АУПС и СОУЭ представителями ООО ЧОП «Сибиряк-А» от 28.05.2020 г. Журнал регистрации ТО и ППР на объекте присутствует. В результате проверки установлено, что монтаж электропроводки выполнен в соответствии с нормативной документацией, АУПС выполнила свои функции, СОУЭ не вполне выполнила свои функции: уровень громкости недостаточный.

2.2.2 Проходы, проезды и подъезды к объекту. Источники противопожарного водоснабжения

В целях обеспечения возможности проезда пожарных машин и доступа пожарных с автолестницами в любое помещение здания общежития ЮТИ ТПУ, вокруг здания запроектированы и эксплуатируются проезды с твердым и грунтовым покрытием шириной 3,3 м. Подача воды на тушение возможного пожара предусматривается от существующих пожарных кранов, которые расположены на путях эвакуации. Расчётное время прибытия подразделения пожарной охраны при средней скорости движения 60 км/ч, составляет около 2–3 мин, учитывая, что расстояние до ближайшего подразделения – 1 км. Данное время соответствует требованиям [2].

2.2.3 Предел огнестойкости и пожарная опасность строительных конструкций

Пределы огнестойкости строительных конструкций согласно Федеральному закону N 123-ФЗ от 22.07.2008 «Технический регламент о

требованиях пожарной безопасности» [2], а также фактические значения на анализируемом объекте приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Предел огнестойкости строительных конструкций зданий

Наименование строительных конструкций	Предел огнестойкости	
	Требуемый	Фактический
Несущие элементы здания	R 45	R 45
Наружные несущие стены	E 15	E 15
Перекрытия межэтажные	REI 45	REI 45
Элементы покрытия		
Настилы (в том числе с утеплителем)	RE 15	RE 15
Фермы, балки, прогоны	R 15	R 15
Лестничные клетки		
Внутренние стены	REI 60	REI 60
Марши и площадки лестниц	R 45	R 45

Анализ данных табл. 4 позволяет сделать вывод, что в общежитии ЮТИ ТПУ применяются строительные конструкции с пределом огнестойкости и классами пожарной опасности, соответствующими требуемой степени огнестойкости здания и классу ее конструктивной опасности. Степень огнестойкости здания установлена в зависимости от этажности, класса функциональной пожарной опасности, площадки этажей и пожарной опасности. Строительные конструкции, применяемые в здании, не способствуют скрытому распространению горения. Здание имеет III степень огнестойкости.

2.2.4 Пути эвакуации людей при пожаре

Здание студенческого общежития имеет объемно-планировочные решения и конструктивное исполнение путей эвакуации, обеспечивающие безопасную эвакуацию людей при пожаре. В здании находится 3

эвакуационных выхода. Один выход – через лестницу правого крыла, второй – через лестницу левого крыла, третий – через центральный выход. Эвакуационные выходы в здании общежития расположены рассредоточенно, и их высота составляет 2,3 м, а ширина 1,3 м. Двери эвакуационных выходов и двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из зданий, из поэтажных коридоров, холлов, фойе.

Эвакуационные выходы ведут на прилегающую к зданию территорию непосредственно. Ширина марша лестницы, предназначенной для эвакуации людей составляет 1,3 м. Уклон лестниц на путях эвакуации 1:2, ширина проступи 0,33 м, а высота ступени 0,14 м. Размеры эвакуационных путей и выходов (ширина и высота), а также геометрические характеристики конструктивных элементов путей эвакуации (высота и ширина ступеней и т.п.) соответствует требованиям пожарной безопасности к эвакуационным путям и эвакуационным выходам [21].

2.2.5 Системы обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией

С целью организации безопасной (с учетом допустимого пожарного риска) эвакуации людей из общежития, здание оборудовано системами автоматической пожарной сигнализации и оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в соответствии с проектной документацией.

Технические средства пожарной сигнализации обеспечивают:

- выдачу сигнала «пожар» при срабатывании средств системы на выносные устройства световой и звуковой индикации;
- выдачу сигналов «неисправность» при нарушении или отказе системы;
- круглосуточный контроль пожарной обстановки на объекте;
- периодическую диагностику исправности технических средств системы пожарной сигнализации.

В качестве исполнительных устройств пожарной сигнализации (АУПС)

используются извещатели пожарные дымовые «ДИП-34А» и извещатели пожарные ручные «ИПР-513-3А».

Извещатели пожарные дымовые «ДИП-34А» (рис. 3, а) предназначены для обнаружения возгораний, сопровождающихся появлением дыма в закрытых помещениях, путём регистрации отражённого от частиц дыма оптического излучения и выдачи извещений «Пожар», «Внимание» или «Норма».



а



б

Рисунок 3 – Извещатели пожарные:

а – дымовой «ДИП-34А»; б – ручной адресный «ИПР-513-3А»

Технические характеристики пожарного дымового извещателя типа «ДИП-34А» приведены в табл. 5.

Таблица 5 – Извещатель пожарный дымовой «ДИП-34А»

Параметр	Значение
Чувствительность извещателя, дБ/м	0,05–0,2
Инерционность срабатывания извещателя, не более	10 с
Потребляемый извещателем ток, не более	0,5 мА
Время технической готовности извещателя, не более	60 с
Рабочий диапазон температур	От минус 30 до плюс 55°С
Относительная влажность	До 93%
Степень защиты корпуса	IP41
Габаритные размеры извещателя, мм	100×47
Масса, кг	0,2
Средний срок службы	10 лет

Ручные пожарные извещатели расположены на высоте 1,5 м от пола на расстоянии 32 м друг от друга на путях эвакуации: на первом этаже – 2 шт., на втором этаже – 2 шт. Извещатель пожарный ручной адресный «ИПР-513-3А»

предназначен для использования совместно с контроллером «С2000-КДЛ» (рис. 3, б) для формирования тревожного сообщения «Пожар» при разбитии пластикового окна. Основные технические данные приведены в табл. 6.

Таблица 6 – Основные технические характеристики «ИПР-513-3А»

Параметр	Значение
Энергия удара для выдачи тревожного извещения, не менее	0,29 Дж
Усилие, не приводящее к выдаче тревожного извещения, не более	25 Н
Потребляемый ток, не более	0,5 мА
Время технической готовности, не более	60 с
Диапазон рабочих температур	От минус 30 до плюс 55°С
Относительная влажность воздуха	До 93 %
Габаритные размеры, мм	100×100×40
Масса, кг	0,2

В качестве исполнительных устройств звукового и светового оповещения предусмотрены: оповещатель охранно-пожарный световой «Маяк-12-С»; прибор речевого оповещения «Рупор»; оповещатель речевой настенный «Соната-М»; оповещатель охранно-пожарный световой «Молния-12».

Оповещатель световой «Маяк-12-С» (рис. 4) предназначен для выдачи светового сигнала на объектах, оснащенных охранно-пожарной сигнализацией. Технические характеристики оповещателя приведены в табл. 7.

Таблица 7 – Технические характеристики «Маяк-12-С»

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	10,8–13,2
Потребляемый ток, мА	18–22
Диапазон рабочих температур	От минус 40 до плюс 55°С
Степень защиты оболочки	IP 55
Габаритные размеры, мм	D80×30
Масса, не более, кг	0,03



Рисунок 4 – Оповещатель световой «Маяк-12-С»

Прибор речевого оповещения «Рупор» (рис. 5, а) предназначен для трансляции речевой информации о действиях, направленных на обеспечение безопасности при возникновении пожара и других ЧС.



а



б

Рисунок 5 – Приборы речевого оповещения:

а – «Рупор»; б – «Соната-М»

Технические характеристики прибора приведены в табл. 8.

Таблица 8 – Технические характеристики прибора «Рупор»

Параметр	Значение
Количество зон оповещения	1
Параметры линии оповещения: - выходов управления речевым оповещением - выходная мощность канала, Вт	2 20 (при нагрузке 8 Ом)
Кол-во шлейфов сигнализации	4
Напряжение питания, В	220
Ток потребления, мА: - в дежурном режиме - в режиме «ОПОВЕЩЕНИЕ»	300 не более 2000
Диапазон рабочих температур	От 0 до плюс 55°С
Габаритные размеры, мм	310×255×95
Масса, не более, кг	8

Оповещатель речевой настенный «Соната-М» (рис. 5, б) предназначен для работы в составе систем пожарного оповещения для речевого оповещения о пожарной тревоге. В табл. 9 приведены технические характеристики прибора «Соната-М».

Таблица 9 – Технические характеристики прибора «Соната-М»

Параметр	Значение
Номинальная выходная звуковая мощность, Вт	3
Длительность полного сообщения, с	8
Диапазон воспроизводимых частот, Гц	200–5000
Напряжение питания, В	12
Уровень звукового давления, дБ	70–110
Выходное сопротивление линейного выхода, кОм	2
Ток потребления в рабочем режиме, не более, А	0,25
Диапазон рабочих температур	От плюс 5 до плюс 45 °С
Габаритные размеры, мм	165×102×56
Масса прибора, кг	0,5

Оповещатель световой «Молния-12» (рис. 6) предназначен для обозначения эвакуационных путей при возникновении опасности, а также в качестве информационного табло. В табл. 10 приведены основные технические характеристики прибора «Молния-12».

Таблица 10 – Технические характеристики прибора «Молния-12»

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	9–13,8
Ток потребления, мА	26
Диапазон рабочих температур	От минус 30 до плюс 55 °С
Габаритные размеры, мм	304×103×19
Масса, кг	0,22

Световые табло «ВЫХОД» устанавливаются по путям эвакуации и у эвакуационных выходов, для обнаружения места выхода из здания. Световое, речевое и звуковое оповещение включается автоматически при сигнале тревоги

«Пожар», табло «Выход» предусмотрено постоянно горящим, при сигнале «Пожар» начинает прерывисто мигать.



Рисунок 6 – Оповещатель световой «Молния-12»

По результатам проверки работоспособности системы оповещения и управления эвакуации людей при пожаре выявлено, что уровень громкости недостаточный.

2.2.6 Первичные средства пожаротушения

Номенклатура, количество и места размещения первичных средств пожаротушения в здании определены в зависимости от вида горючего материала, объемно-планировочных решений здания, параметров окружающей среды. Места расположения первичных средств пожаротушения указаны на поэтажных планах эвакуации (рис. 7).

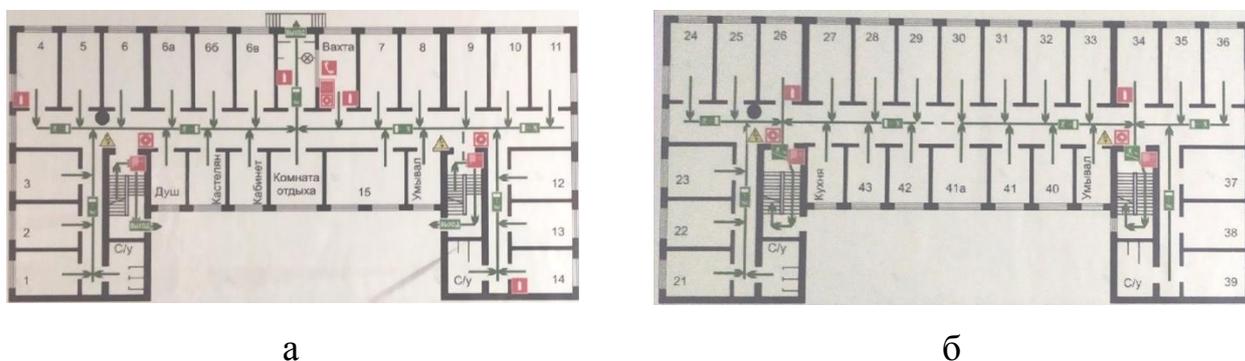


Рисунок 7 – Планы эвакуации:

а – первый этаж; б – второй этаж

В общежитии ЮТИ ТПУ находятся следующие первичные средства пожаротушения: огнетушители порошковые ОП-4 (7 шт.), ящик с песком, внутренние противопожарные краны (6 шт.). Огнетушители промаркированы. На каждый огнетушитель оформляется паспорт. Заведены журналы учета наличия, проверки и состояния первичных средств пожаротушения. Локальным приказом назначен ответственный за приобретение, ремонт, сохранность и готовность к действию первичных средств пожаротушения. Места размещения

первичных средств обозначены знаками пожарной безопасности. Пожарный щит в общежитии отсутствует.

2.3 Выводы по главе 2

При анализе пожарной безопасности студенческого общежития ЮТИ ТПУ установлено, что в целом противопожарная защита в удовлетворительном состоянии, но имеется ряд недостатков, подлежащих устранению.

По результатам акта проверки работоспособности автоматической установки пожарной сигнализации, системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре выявлено, что уровень громкости недостаточный, поэтому предлагается проект СОУЭ 3 типа, соответствующей действующим нормативным требованиям.

3 Расчёты и аналитика

3.1 Выбор сценария пожара

Сценарий пожара представляет собой вариант развития пожара с учетом места его возникновения и характера развития. Сценарий пожара определяется на основе данных об объемно-планировочных решениях, о размещении горючей нагрузки и людей на объекте при реализации наихудших условий для обеспечения безопасности людей [17]. В качестве сценариев с наихудшими условиями пожара следует рассматривать сценарии, характеризующиеся наиболее затрудненными условиями эвакуации людей и (или) наиболее высокой динамикой нарастания опасных факторов пожара (ОФП). В нашем случае следует рассмотреть сценарии пожара:

- в помещениях, рассчитанных на одновременное присутствие 50 и более человек;

- в системах помещений, в которых из-за распространения ОФП возможно быстрое блокирование путей эвакуации (коридоров, эвакуационных выходов и т.д.). При этом очаг пожара выбирается в помещении малого объема вблизи от одного из эвакуационных выходов, либо в помещении с большим количеством горючей нагрузки, характеризующейся высокой скоростью распространения пламени;

- в системах помещений, в которых из-за недостаточной пропускной способности путей эвакуации возможно возникновение продолжительных скоплений людских потоков [17].

На рассматриваемом объекте был произведён выбор сценария пожара, при котором ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании людей: учитывалось количество горючей нагрузки, её свойства и расположение, вероятность возникновения пожара, возможная динамика его развития, расположение эвакуационных путей и выходов, в результате чего был

выбран сценарий пожара – пожар в кухне, при этом в наихудших условиях могли оказаться проживающие в комнате № 21.

3.2 Расчёт времени эвакуации при пожаре из здания общежития ЮТИ ТПУ

Эвакуация – организованный процесс движения людей наружу из здания или помещения, в котором имеется возможность воздействия на людей опасных факторов пожара, непосредственно в безопасную зону [21]. Путь эвакуации – последовательность коммуникационных участков, ведущих от мест пребывания людей в безопасную зону. Такой путь должен быть защищен требуемым нормами комплексом объемно-планировочных, эргономических, конструктивных и инженерно-технических решений, а также организационных мероприятий. Эвакуационный выход – выход на путь эвакуации, ведущий в безопасную при пожаре зону и отвечающий требованиям безопасности.

Расчет времени эвакуации производится согласно «Методике определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности», утверждённой Приказом МЧС России от 30.06.2009 N 382 [17]. Время эвакуации определяется по времени выхода из него последнего человека, при этом люди не подвергаются воздействию негативных факторов, оказывающих вредное влияние на их здоровье. Для расчёта времени эвакуации используют схему эвакуационных путей, разделяя их на эвакуационные участки длиной a и шириной b (Приложение А). Длина и ширина каждого участка пути эвакуации определяется по фактическому положению, длина пути по лестничным маршам измеряется по длине марша, длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Эвакуационные участки могут быть горизонтальные и вертикальные (лестницы, пандусы).

Время начала эвакуации согласно Приложению 5 методики [17] принимаем равным 2 мин (120 с). Расчетное время эвакуации людей следует

определять, как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути по формуле:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n, \quad (3.1)$$

где t_1 – время движения людского потока на первом (начальном) участке, мин;

t_2, t_3, \dots, t_n – время движения людского потока на каждом из следующих после первого участка пути, мин.

Время движения людского потока по первому участку пути t_1 определяется по формуле:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}, \quad (3.2)$$

где l_1 – длина первого участка пути, м;

v_1 – скорость движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, м/мин (определяется по таблице П2.1 в зависимости от плотности потока D).

Плотность однородного людского потока на первом участке пути D_1 определяется по формуле:

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot b_1}, \quad (3.3)$$

где N_n – число людей на участке пути, чел;

f – площадь горизонтальной проекции человека, m^2 , принимаемая равной 0,125 согласно П5.3 (взрослый человек в зимней одежде);

b_l – ширина участка пути, м.

Участок 1 с числом проживающих 8 чел. имеет площадь 20 m^2 , следовательно:

$$D_1 = \frac{8 \cdot 0,125}{20} = 0,05 \text{ м}^2 / \text{м}^2.$$

По таблице П.2.1 скорость движения составляет 100 м/мин, интенсивность движения 5 м/мин, т.о. время движения по первому участку:

$$t_1 = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ мин.}$$

Интенсивность движения в дверном проеме при плотности потока 0,9 и более, равная 8,5 м/мин, установлена для дверного проема шириной 1,6 м и более, а при дверном проеме меньшей ширины интенсивность движения следует определять по формуле:

$$q_i = 2,5 + 3,75 \cdot d \quad (3.4)$$

Длина дверного проема принимается равной нулю. Наибольшая возможная интенсивность движения в проеме в нормальных условиях согласно Приложения 2 составляет 19,6 м/мин, интенсивность движения в проеме шириной 1,1 м рассчитывается по формуле (3.4):

$$q = 2,5 + 3,5 \cdot 1,1 = 6,35 \text{ м / мин.}$$

Рассчитанная интенсивность меньше наибольшей, поэтому движение через проем проходит беспрепятственно. Время движения в проеме определяется по формуле:

$$t = \frac{8 \cdot 0,125}{6,35 \cdot 1,1} = 0,14 \text{ мин.}$$

В левом крыле проживает 28 чел., плотность людского потока на участке 2 (второго этажа) составит:

$$D_2 = \frac{28 \cdot 0,125}{12 \cdot 1,7} = 0,18 \text{ м}^2 / \text{м}^2.$$

Экстраполяцией определяем: скорость движения составляет 74 м/мин, интенсивность движения 8,8 м/мин, т.о. время движения по второму участку (из коридора на лестницу):

$$t_2 = \frac{12}{74} = 0,16 \text{ мин.}$$

Скорость v_1 движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимают в зависимости от интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которая определяется для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле:

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_i}, \quad (3.5)$$

где b_i, b_{i-1} – ширина рассматриваемого i -го и предшествующего ему участка пути, м;

q_i, q_{i-1} – интенсивности движения людского потока по рассматриваемому i -му и предшествующему участкам пути, м/мин.

Если значение q_i определяемое по формуле (3.5), меньше q_{\max} , то время движения по участку пути t_i , мин, равно:

$$t_i = \frac{l_i}{v_i} \quad (3.6)$$

Для определения скорости движения по лестнице рассчитывается интенсивность движения на третьем участке по формуле (3.5):

$$q_3 = \frac{8,8 \cdot 1,65}{1,3} = 11,2 \text{ м / мин.}$$

Экстраполяцией определяем, что на лестнице вниз скорость людского потока снижается до 68 м/мин. Время движения по лестнице вниз (3-й участок):

$$t_3 = \frac{12}{68} = 0,18 \text{ мин.}$$

При переходе на первый этаж происходит смешивание с потоком людей, двигающихся по первому этажу (38 чел.). При условии использования центрального выхода в качестве эвакуационного пути плотность людского потока для первого этажа:

$$D_4 = \frac{38 \cdot 0,125}{12 \cdot 3} = 0,13 \text{ м}^2 / \text{м}^2.$$

При этом интенсивность движения составит 9,2 м/мин.

При переходе на четвёртый участок происходит слияние людских потоков, поэтому интенсивность движения определяется по формуле П2.7:

$$q_4 = \frac{11,2 \cdot 1,3 + 9,2 \cdot 3}{3} = 14,0 \text{ м / мин.}$$

По таблице П2.1 скорость движения равняется 47 м/мин, поэтому время движения по коридору первого этажа:

$$t_4 = \frac{16}{47} = 0,34 \text{ мин.}$$

Тамбур при выходе на улицу имеет длину 5 м, на этом участке образуется максимальная плотность людского потока:

$$D_5 = \frac{66 \cdot 0,125}{5 \cdot 3} = 0,55 \text{ м}^2 / \text{м}^2.$$

Поэтому согласно данным приложения скорость падает до 30 м/мин, а время движения по тамбуру составит:

$$t_5 = \frac{5}{30} = 0,17 \text{ мин.}$$

При максимальной плотности людского потока интенсивность движения через дверной проем на улицу шириной более 1,6 м – 8,5 м/мин, время движения через него:

$$t_d = \frac{66 \cdot 0,125}{8,5 \cdot 2} = 0,5 \text{ мин.}$$

Расчетное время эвакуации рассчитывается по формуле (3.1):

$$t_p = 0,05 + 0,14 + 0,16 + 0,18 + 0,34 + 0,17 + 0,5 = 1,54 \text{ мин.}$$

3.3 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара

Для выбора модели, которая позволяет рассчитать время блокирования путей эвакуации, необходимо учитывать определенные характеристики объектов. В данном случае необходимо использовать интегральный метод, который применяется для:

- зданий, содержащих развитую систему помещений малого объема простой геометрической конфигурации;
- для помещений, где характерный размер очага пожара соизмерим с характерными размерами помещения и размеры помещения соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз).

Порядок проведения расчета определен в соответствии с методикой определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [17]. Для

выбранного сценария пожара, при котором ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании людей рассчитывается время достижения каждым из опасных факторов пожара предельно допустимого значения на путях эвакуации. Критическое время по каждому из опасных факторов пожара определяется как время достижения этим фактором предельно допустимого значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола. Предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара составляют:

- по повышенной температуре – 70 °С;
- по тепловому потоку – 1400 Вт/м² ;
- по потере видимости – 20 м;
- по пониженному содержанию кислорода – 0,226 кг/м³;
- по каждому из токсичных газообразных продуктов горения (СО₂ – 0,11 кг/м³; СО – 1,16·10⁻³ кг/м³; НСl – 23·10⁻⁶ кг/м³).

Время блокирования $t_{\text{бл}}$ определяется по формуле:

$$t_{\text{бл}} = \min\{t_{\text{кр}}^{\text{п.в.}}, t_{\text{кр}}^{\text{Т}}, t_{\text{кр}}^{\text{т.п.}}, t_{\text{кр}}^{\text{т.г.}}, t_{\text{кр}}^{\text{O}_2}\} \quad (3.7)$$

где $t_{\text{кр}}^{\text{п.в.}}$ – время достижения значения опасного фактора – потеря видимости;
 $t_{\text{кр}}^{\text{Т}}$ – время достижения опасного фактора – температура;
 $t_{\text{кр}}^{\text{т.п.}}$ – время достижения опасного фактора – теплового потока;
 $t_{\text{кр}}^{\text{т.г.}}$ – время достижения значения опасного фактора – токсичные продукты горения (СО₂, СО, НСl);

$t_{\text{кр}}^{\text{O}_2}$ – время достижения значения опасного фактора – потребление кислорода.

Для одиночного помещения высотой не более 6 м, удовлетворяющего условиям применения интегральной модели, при отсутствии систем противопожарной защиты, влияющих на развитие пожара (в нашем случае это системы автоматического пожаротушения), допускается определять критические времена по каждому из опасных факторов пожара с помощью аналитических соотношений:

- по повышенной температуре

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 + \frac{70-t_0}{(273+t_0) \cdot z} \right] \right\}^{1/n}; \quad (3.8)$$

- по потере видимости

$$t_{кр}^{п.в.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln \cdot (1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{пр} \cdot B \cdot D_m \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}; \quad (3.9)$$

- по пониженному содержанию кислорода

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}; \quad (3.10)$$

- по каждому из газообразных продуктов горения

$$t_{кр}^{т.г} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}; \quad (3.11)$$

где $B = \frac{353 \cdot c_p \cdot V}{(1-\varphi) \cdot \eta \cdot Q_H}$ – размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг;

$X_{ox,a}$ – начальная концентрация кислорода в помещении очага пожара;

t_0 – начальная температура воздуха в помещении, °С;

n – показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени;

A – размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара, кг/сⁿ;

Z – безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения;

Q_H – низшая теплота сгорания материала, МДж/кг;

c_p – удельная изобарная теплоемкость газа, МДж/кг;

φ – коэффициент теплопотерь (принимается по данным справочной литературы, при отсутствии данных может быть принят равным 0,3);

η – коэффициент полноты горения (определяется по формуле 1.6);

V – свободный объем помещения, м³;

α – коэффициент отражения предметов на путях эвакуации;

E – начальная освещенность, лк;

$l_{пр}$ – предельная дальность видимости в дыму, м;

D_m – дымообразующая способность горящего материала, Нп·м²/кг;

L – удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала, кг/кг;
 X – предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении, кг·м⁻³ ($X_{CO_2} = 0,11$ кг/м³; $X_{CO} = 1,16 \cdot 10^{-3}$ кг/м³; $X_{HCl} = 23 \cdot 10^{-6}$ кг/м³);

L_{O_2} – удельный расход кислорода, кг/кг.

η_a – коэффициент полноты горения в режиме пожара, регулируемым горючей нагрузкой:

$$\eta_a = 0,63 + 0,2 \cdot X_{ox,a} + 1500 \cdot X_{ox,a}^6 \quad (3.12)$$

Если под знаком логарифма получается отрицательное число, то данный ОФП не представляет опасности.

Параметр z вычисляют по формуле:

$$z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right), \text{ при } H \leq 6 \text{ м;} \quad (3.13)$$

где h – высота рабочей зоны, м;

H – высота помещения, м.

Определяется высота рабочей зоны по формуле:

$$h = h_{пл} + 1,7 - 0,5 \cdot \delta; \quad (3.14)$$

где $h_{пл}$ – высота площадки, на которой находятся люди, над полом помещения, м;

δ – разность высот пола, равная нулю при горизонтальном его расположении, м.

Параметры A и n вычисляют так:

- для случая горения жидкости с установившейся скоростью:

$$A = \psi_{уд} \cdot F, n = 1; \quad (3.15)$$

где $\psi_{уд}$ – удельная массовая скорость выгорания жидкости, кг/(м²·с);

- для кругового распространения пожара:

$$A = 1,05 \cdot \psi_{уд} \cdot V^2, n = 3; \quad (3.16)$$

где V – линейная скорость распространения пламени, м/с;

- для вертикальной или горизонтальной поверхности горения в виде прямоугольника, одна из сторон которого увеличивается в двух направлениях:

$$A = \psi_{уд} \cdot V \cdot b, n = 3; \quad (3.17)$$

где b – перпендикулярный к направлению движения пламени размер зоны горения, м.

При отсутствии специальных требований значения a и E принимаются равными 0,3 и 50 лк соответственно, а значение $l_{пр} = 20$ м.

Данные для расчета:

- ширина помещения = 4 м;
- длина помещения = 5 м;
- высота помещения = 3 м;
- высота площадки, на которой находятся люди, над полом помещения,

$h_{пл} = 0$ м;

- разность высот пола, $\delta = 0$ м.
- начальная температура воздуха в помещении $t_0 = 20$ °С.

Общественное здание, мебель+линолеум ПВХ (0,9+0,1).

Для расчета времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара в соответствии с [24], применены следующие данные справочной литературы, не зависящие от типа помещения, представленные в табл. 11.

Таблица 11 – Данные для расчета, не зависящие от типа помещения

Наименование	Обозначение	Значение
Удельная изобарная теплоемкость газа (воздуха)	C_p	0,001 МДж/кг
Показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени	n	3
Коэффициент теплопотерь	φ	0,3
Начальная концентрация кислорода в помещении очага пожара	$X_{O_2,a}$	0,21
Коэффициент отражения предметов на путях эвакуации	α	0,3
Начальная освещенность	E	50 лк

Окончание табл. 11

Предельная дальность видимости в дыму	$I_{пр}$	20 м
Предельно допустимое содержание CO_2 в помещении, $кг\ м^{-3}$	X_{CO_2}	0,11 $кг/м^3$
Предельно допустимое содержание CO в помещении, $кг\ м^{-3}$	X_{CO}	$1,16 \cdot 10^{-3} кг/м^3$
Предельно допустимое содержание HCl в помещении, $кг\ м^{-3}$	X_{HCl}	$23 \cdot 10^{-6} кг/м^3$

Данные для расчета, зависящие от типа помещения, представлены в табл. 12.

Таблица 12 – Данные для расчета, зависящие от типа помещения

Наименование	Обозначение	Значение
Низшая теплота сгорания материала	Q_n , МДж/кг	14
Удельная массовая скорость выгорания горючего материала	$\Psi_{уд}$, $кг/с \cdot м^2$	0,01370
Линейная скорость распространения пламени	V , м/с	0,015
Дымообразующая способность горящего материала	$D_m, H_n \cdot м^2/кг$	47,7
Удельный выход CO_2 при сгорании 1 кг материала	L_{CO_2} , кг/кг	1,51
Удельный выход CO при сгорании 1 кг материала	L_{CO} , кг/кг -	0,024
Удельный выход HCl при сгорании 1 кг материала	L_{HCl} , кг/кг	0
Удельный расход кислорода	L_{O_2} , кг/кг	1,15

1. Рассчитываем высоту рабочей зоны (3.14):

$$h = 0 + 1,7 - 0,5 \cdot 0 = 1,7 \text{ м};$$

2. Параметр z (3.13):

$$z = \frac{1,7}{3} \cdot \exp(1,4 \cdot \frac{1,7}{3}) = 1,252;$$

3. Параметр А (3.16):

$$A = 1,05 \cdot 0,01370 \cdot 0,015^2 = 3,2 \cdot 10^{-6};$$

4. Коэффициент полноты горения (3.12):

$$\eta_a = 0,63 + 0,2 \cdot 0,21 + 1500 \cdot 0,21^6 = 0,8;$$

5. Свободный объем помещения:

$$V_{CB} = 0,8 \cdot V_{пом} = 0,8 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3 = 48 \text{ м}^3;$$

6. Параметр В:

$$B = \frac{353 \cdot c_p \cdot V}{(1-\varphi) \cdot \eta \cdot Q_n} = \frac{353 \cdot 0,001 \cdot 48}{(1-0,3) \cdot 0,8 \cdot 14} = 2,16;$$

7. Расчет критического времени по повышенной температуре (3.8):

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{2,16}{3,2 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[1 + \frac{70-20}{(273+20) \cdot 1,252} \right] \right\}^{1/3} = \{675382,65 \cdot 0,1275\}^{1/3} = 44,2 \text{ с.}$$

8. Расчет критического времени по потере видимости (3.9):

$$t_{кр}^{п.в.} = \left\{ \frac{2,16}{3,2 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[1 - \frac{48 \cdot \ln(1,05 \cdot 0,3 \cdot 50)}{20 \cdot 2,16 \cdot 47,7 \cdot 1,252} \right]^{-1} \right\}^{1/n} = \\ = \left\{ 675382,65 \cdot \ln \left[1 - \frac{48 \ln 15,75}{2579,92} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = \{67 \cdot \ln 1,054\}^{1/3} = 32,82 \text{ с.}$$

9. Расчет критического времени по пониженному содержанию кислорода (3.10):

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{2,16}{3,2 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{2,16 \cdot 1,15}{48} + 0,27 \right) \cdot 1,252} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = \\ = \left\{ 675382,65 \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{0,4} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = \{675382,65 \cdot \ln 1,124\}^{1/3} = 42,9 \text{ с.}$$

10. Расчет критического времени по каждому из газообразных токсичных продуктов горения (3.11).

10.1 По CO_2 :

$$t_{кр}^{т.г.} = \left\{ \frac{2,16}{3,2 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[1 - \frac{48 \cdot 0,11}{2,16 \cdot 1,51 \cdot 1,252} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = \\ = \left\{ 675382,65 \cdot \ln \left[1 - \frac{5,28}{4,084} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = \{675382,65 \cdot \ln(-3,44)\}^{1/3}.$$

Под знаком логарифма отрицательное число = -3,44, значит $t_{кр}^{CO_2}$ не представляет опасности.

10.2 По CO :

$$t_{кр}^{т.г.} = \left\{ \frac{2,16}{3,2 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[1 - \frac{48 \cdot 1,16 \cdot 10^{-3}}{2,16 \cdot 0,024 \cdot 1,252} \right]^{-1} \right\}^{1/3} =$$

$$= \left\{ 675382,65 \cdot \ln \left[1 - \frac{55,68 \cdot 10^{-3}}{0,065} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = \{ 675382,65 \cdot \ln(1 - 0,865)^{-1} \}^{1/3} =$$

$$= 109,4 \text{ с.}$$

10.3 По HCl:

$$t_{кр}^{т.г.} = \left\{ \frac{2,16}{3,2 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[1 - \frac{48 \cdot 23 \cdot 10^{-3}}{0,002 \cdot 0,1,252} \right]^{-1} \right\}^{1/3}$$

Под знаком логарифма недопустимая операция – деление на ноль, значит $t_{кр}^{HCl}$ не представляет опасности.

11. Определение времени блокирования $t_{бл}$ (3.7):

$$t_{бл} = \min \{ t_{кр}^{п.в.}, t_{кр}^T, t_{кр}^{т.г.}, t_{кр}^{O_2}, t_{кр}^{т.п} \} = 32,82 \text{ с.}$$

Минимальное время блокирования эвакуационных выходов: 32,82 с.

Протокол определения времени от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара по выбранному сценарию представлен в Приложении Б. Время блокирования путей эвакуации составит 33 с.

3.4 Расчёт величины пожарного риска

В соответствии с методикой [17] величина индивидуального пожарного риска $Q_с$ в здании рассчитывается по формуле (3.18):

$$Q_с = Q_n \cdot (1 - K_{ан}) \cdot P_{пр} \cdot (1 - P_э) \cdot (1 - K_{н.з.}) \quad (3.18)$$

где Q_n – частота возникновения пожара в здании в течение года;

$K_{ан}$ – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения (далее АУП);

$P_{пр}$ – вероятность присутствия людей в здании;

$P_э$ – вероятность эвакуации людей;

$K_{н.з.}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре. Исходные данные указаны в таблице 13.

Таблица 13 – Исходные данные

Q_n , год ⁻¹	$K_{ан}$	$t_{функц.}$, ч	t_p , мин	$t_{нэ}$, мин	$t_{бл}$, мин	$t_{ск}$, мин	$K_{обн}$	$K_{совэ}$	$K_{ПДЗ}$
$4 \cdot 10^{-2}$	0	16	1,54	2	33	0	0,8	0,8	0

Определяем вероятность присутствия людей в здании:

$$P_{пр} = t_{функц.} / 24 \quad (3.19)$$

$$P_{пр} = 16 / 24 = 0,67.$$

Вычисляем вероятность эвакуации людей:

$$P_э = \begin{cases} 0,999 \cdot \frac{0,8 \cdot t_{бл} - t_p}{t_{нэ}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{бл} < t_p + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases} \quad (3.20)$$

где $t_{функц.}$ – время нахождения людей в здании, час.;

t_p – расчетное время эвакуации людей, мин.;

$t_{нэ}$ – время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), мин.;

$t_{бл}$ – время блокирования путей эвакуации в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения, мин.;

$t_{ск}$ – время существования скоплений людей на участках пути.

$$\text{Так как } t_p < 0,8 \cdot t_{бл} < t_p + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин, то } P_э = \left| 0,999 \cdot \frac{0,8 \cdot 0,55 - 1,54}{2} \right| = 0,549.$$

Рассчитываем коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре по формуле (3.21):

$$K_{нз} = 1 - (1 - K_{обн} \cdot K_{СОУЭ}) \cdot (1 - K_{обн} \cdot K_{ПЗД}) \quad (3.21)$$

где $K_{обн}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации;

$K_{СОУЭ}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей;

$K_{ПЗД}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты.

$$K_{нз} = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0) = 0,93$$

Рассчитываем индивидуальный пожарный риск Q_6 в здании по формуле (3.18):

$$Q_6 = 0,04 \cdot (1 - 0) \cdot 0,67 \cdot (1 - 0,549) \cdot (1 - 0,93) = 0,00085 \text{ год}^{-1}$$

Полученное значение превышает нормативное значение индивидуального пожарного риска 10^{-6} год^{-1} . Исходя из результатов расчета индивидуального пожарного риска, необходимо повысить эффективность противопожарной защиты общежития ЮТИ ТПУ.

3.5 Проектирование системы оповещения и управления эвакуацией на объекте защиты

3.5.1 Компоненты системы оповещения и управления эвакуацией

В соответствии с СП 3.13130.2009 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях» [10] на объекте предусматривается оповещение людей о пожаре. В соответствии с СП 3.13130.2009 объект подлежит оборудованию СОУЭ 3 типа, предусматривающей речевой способ оповещения.

СОУЭ объекта включает:

- пульт контроля и управления «С2000-М»;
- прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «Сигнал-20М»;

- блок сигнально-пусковой адресный (релейный блок) «С2000-СП1».

В качестве исполнительных устройств звукового и светового оповещения предусмотрены:

- прибор речевого оповещения «Соната-К-ЛД»;

- оповещатель речевой «ВИСТЛ-М Н-100-3/1»;

- оповещатель охранно-пожарный комбинированный свето-звуковой «Маяк-12-КП»;

- оповещатель охранно-пожарный световой (табло) «Молния-12 Люкс».

Прибор речевого оповещения «Соната-К-ЛД» предназначен для трансляции речевых сообщений в системах пожарной сигнализации на объектах различной степени сложности. Технические характеристики прибора приведены в табл. 14.

Таблица 14 – Технические характеристики «Соната-К-ЛД»

Название	Параметры
Количество линий управления	2
Номинальная выходная мощность при активной нагрузке 2 Ом, Вт	24
Номин. вых. мощность при активной нагрузке 4 Ом, Вт	15
Диапазон воспроизводимых частот, Гц	200–5000
Количество сообщений	2
Длительность сообщений, сек	16
Встраиваемый аккумулятор	12В 7Ач
Диапазон рабочих температур	От минус 10 до плюс 40 °С
Напряжение питания, В	187–242
Напряжение питания от АКБ, В	11,4–13,6
Потребляемая мощность от сети переменного тока, Вт, не более	2,5
Габаритные размеры, мм	170×230×95
Масса, не более, кг	0,75

Оповещатель пожарный речевой «ВИСТЛ-М Н-100-3/1» предназначен для воспроизведения голосовых сообщений, специальных сигналов в системах пожарного оповещения, речевой информации в системах громкоговорящей связи, звукоусиления и трансляции. Технические характеристики приведены в табл. 15.

Таблица 15 – Технические характеристики «ВИСТЛ-М Н-100-3/1»

Название	Параметры
Номинальная мощность, Вт	3/1
Номинальное входное напряжение, В	100
Диапазон воспроизводимых частот, Гц	100–15000
Линейный уровень чувствительности, дБ, не менее	91
Линейный номинальный уровень звукового давления, дБ, не менее	96
Степень защиты	IP41

Оповещатель «Маяк-12-КП» предназначен для светового и звукового оповещения о состоянии объекта. Технические характеристики приведены в табл. 16.

Таблица 16 – Технические характеристики «Маяк-12-КП»

Название	Параметры
Тип светового оповещателя	Постоянного свечения
Цвет свечения	Красный
Уровень звукового давления, дБ	105
Регулировка громкости	нет
Напряжение питания, В: - от внешнего источника питания	12
Ток потребления, мА: - светового оповещателя - звукового оповещателя	25 50
Степень защиты	IP55
Диапазон рабочих температур	От минус 30 до плюс 55 °С
Габаритные размеры, мм	100×80×42
Масса, не более, кг	0,06

Оповещатель охранно-пожарный световой (табло) «Молния-12 Люкс» предназначен для обозначения эвакуационных выходов, указания путей эвакуации людей при возникновении опасности, а так же в качестве информационных табло. Технические характеристики приведены в табл. 17.

Таблица 17 – Технические характеристики «Молния-12 Люкс»

Название	Параметры
Напряжение питания, В: - постоянного тока	9–13,8
Ток потребления, мА: - в дежурном режиме	26
Диапазон рабочих температур	От минус 30 до плюс 55 °С
Габаритные размеры, мм	300×105×18
Масса, не более	0,19 кг

Схемы размещения приборов АУПС и СОУЭ представлена в приложениях В (1 этаж) и Г (2 этаж).

3.5.2 Расчет сечения кабеля в линиях оповещения

Одним из элементов системы оповещения является кабель для соединения речевых оповещателей. Для выбора сечения кабеля необходимо использовать нормативную документацию в области пожарной безопасности [2], согласно которой падение напряжения в кабеле для речевого оповещения, соединяющем речевые оповещатели не должно превышать 5–10% от номинального напряжения в линии оповещения. Потери электрической энергии в линии оповещения приводят к уменьшению громкости звука передаваемых сообщений и обуславливаются сопротивлением проводов линии. Поэтому выбранное сечение проводов значительно влияет на характеристики СОУЭ. Для правильного выбора сечения проводов трансляционной линии необходимо

учитывать величину максимального потребляемого нагрузкой (речевыми оповещателями) тока.

Падение напряжения определяется следующим соотношением:

$$dU = I_n \cdot R_n \quad (3.22)$$

где dU – падение напряжения, В;

I_n – ток нагрузки, А;

R_n – сопротивление проводов линии, Ом.

Сопротивление провода вычисляется по формуле:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{s} \quad (3.23)$$

где ρ — удельное сопротивление материала провода, Ом·мм² (для меди 0,018 Ом·мм²);

l – длина провода, м;

s – площадь поперечного сечения провода, мм².

Преобразуем формулу и получим:

$$s = \frac{0,036 \cdot l \cdot I_n}{\Delta U} = \frac{0,036 \cdot l \cdot P_n}{\Delta U \cdot U} = \frac{0,36 \cdot l \cdot P_n}{U^2}, \quad (3.24)$$

где P_n – суммарная мощность всех речевых оповещателей в линии, Вт;

ΔU – допустимая потеря напряжения сети, % (надзорные органы допускают не более 10% падения напряжения в цепях, т.е. $\Delta U=10$ В).

$$s = \frac{0,36 \cdot 26 \cdot 8}{10^2} = 0,75 \text{ мм}^2.$$

В проекте предусмотрено использование кабеля с поперечным сечением 0,75 мм².

3.5.3 Электроакустический расчет

В соответствии с п.4.1 СП 3.13130.2009 [10] звуковые сигналы СОУЭ обеспечивают уровень звукового давления на расстоянии 3 м от оповещателя не менее 75дБ и не более 120 дБ в любой точке защищаемого помещения. Для обеспечения четкой слышимости звуковые сигналы СОУЭ обеспечивают

уровень звука не менее чем на 15 дБ выше допустимого уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении в соответствии с п. 4.2 СП 3.13130.2009 [10].

Измерение уровня звука должно проводиться на расстоянии 1,5 м от уровня пола. Уровень звука постоянного шума в помещениях, исходя из норм по СП 51.13330.2011 [24] в коридорах общежитий – максимальный уровень шума 75 дБ. Среднее значение 60 дБ. Расчет проводится для коридора, длина $D = 46$ м., ширина $Ш = 1,80$ м. Общая площадь $S = 82,8$ м². В помещении типа «Коридор» будут размещаться несколько оповещателей, равномерно расположенные по помещению. В воздушной среде звуковые волны затухают вследствие вязкости воздуха и молекулярного затухания. Звуковое давление ослабевает пропорционально логарифму расстояния (R) от оповещателя: $F(R) = 20 \lg (1/R)$. На рис. 8 показан график ослабления звукового давления в зависимости от расстояния до источника звука $F(R) = 20 \lg (1/R)$.

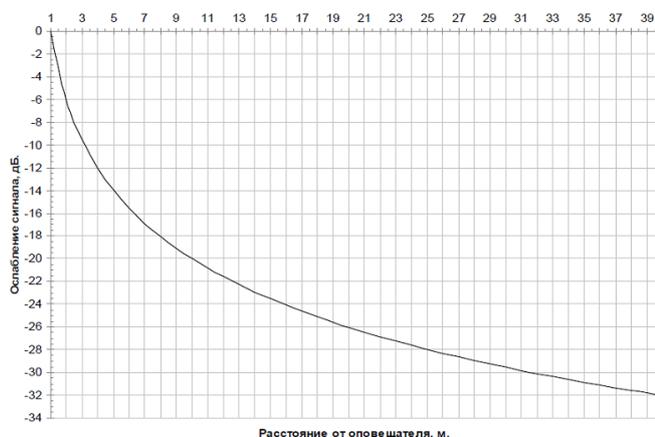


Рисунок 8 – График ослабления звукового давления в зависимости от расстояния до источника звука $F(R) = 20 \lg (1/R)$

Оповещатели размещаются на одной стене коридора с интервалом в четыре ширины. Первый размещаются на расстоянии ширины от входа. Общее количество оповещателей рассчитывается по формуле:

$$N = 1 + \frac{(D - 2 \cdot Ш)}{3 \cdot Ш}, \quad (3.25)$$

где D – длина коридора, $D=46$ м;

$Ш$ – ширина коридора, $Ш=1,80$ м.

$$N = 1 + \frac{(46 - 2 \cdot 1,80)}{3 \cdot 1,80} \approx 8 \text{ шт.}$$

Количество округляется до целого значения в большую сторону. Размещение оповещателей представлено на рис. 9.

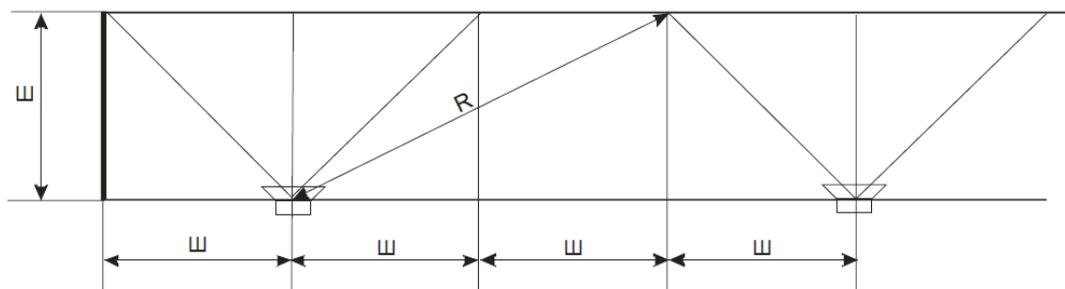


Рисунок 9 – Размещение оповещателей в помещении типа «Коридор» при ширине менее 3 м

Расчётная точка находится на противоположной стене на удалении в две ширины от оси оповещателя. Если оповещатели размещаются на рекомендованной высоте 2,3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до «расчётной точки» рассчитывается по формуле:

$$R = \sqrt{h_1^2 + 5 \cdot Ш^2}, \quad (3.26)$$

$$R = \sqrt{0,8^2 + 5 \cdot 1,80^2} = 4,1 \text{ м.}$$

Определяем уровень звукового давления в расчетной точке по формуле:

$$P = P_{об} + F(R) \quad (3.27)$$

где $P_{об}$ – звуковое давление громкоговорителя, согласно технической информации на оповещатель (для оповещателя ВИСТЛ-М Н-100-3/1 равно 96дБ);

$F(R)$ – зависимость звукового давления от расстояния, равна минус 12,2 дБ в соответствии с рисунком 8, когда $R=4,1$ м.

Определяем величину звукового давления, в соответствии с НПБ 104-03 (п.3.15):

$$P = 96 + (-12,2) = 83,8 \text{ дБ.}$$

Определяем величину звукового давления, в соответствии с НПБ 104-03 п.3.15 [13]:

$$P_{рт} = N + 3Д \quad (3.28)$$

где N – допустимый уровень звука постоянного шума, для общежитий равен 60 дБ;

$ZД$ – запас звукового давления, равный 15 дБ.

$$P_{pt} = 60 + 15 = 75 \text{ дБ.}$$

Проверка правильности расчета:

$$P=83,8 \text{ дБ} > P_{pt}=75 \text{ дБ (условие выполняется).}$$

Таким образом, в результате расчетов установлено, что выбранный тип оповещателя «ВИСТЛ-М Н-100-3/1» обеспечивает необходимое значение звукового давления, способствуя четкой слышимости звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

3.5.4 Электроснабжение системы оповещения и управления эвакуацией

Согласно ПУЭ [25] по степени обеспечения надежности электроснабжения электроприемники автоматической установки пожарной сигнализации относятся к первой категории. Обеспечение первой категории электроснабжения достигается от двух источников: сети 220 В и аккумуляторной батареи (АКБ) в соответствии с ПУЭ и СП 484.1311500.2020 [9]. Согласно требованиям СП 6.13130.2013 [27] емкость АКБ должна обеспечивать работу технических средств сигнализации в течение не менее 24 ч в дежурном режиме и в течение не менее 1 ч в режиме тревоги.

Исходные данные для расчета потребляемых токов приборами в дежурном и тревожном режимах и выбор резервированных источников питания (РИП) приведены в табл. 18.

Для расчета емкости аккумуляторной батареи применяют формулу:

$$C = K_{cm} \cdot I_{H_1} \cdot 24 + I_{H_2} \cdot 1 \quad (3.29)$$

где I_{H_1} – потребляемый ток установки сигнализации в дежурном режиме, мА;

I_{H_2} – потребляемый ток элемента установки сигнализации в режиме тревоги, мА;

$K_{ст} = 1,25$ – коэффициент старения аккумуляторной батареи.

Таблица 18 – Исходные данные для расчета емкости АКБ

Наименование прибора	Кол-во	Потребляемый ток в дежурном режиме, мА	Потребляемый ток в режиме тревоги, мА	Суммарный потребляемый ток в дежурном режиме, мА	Суммарный потребляемый ток в режиме тревоги, мА
Сигнал-20М	1	400	650	400	650
С2000-М	1	60	120	60	120
С2000-СП1	1	20	140	20	140
Соната-К-ЛД	1	35	35	35	35
ВИСТЛ-М Н-100-3/1	16	250	250	4000	4000
Маяк-12-КП	16	25	50	400	800
Молния-12 Люкс «Выход»	9	26	26	234	234
ДИП-34А	116	0,5	0,5	58	58
ИПР513-3А	4	0,5	3	2	12
Итого:	-	-	-	5209	6049

Рассчитываем емкость аккумуляторной батареи по формуле (3.29):

$$C = 1,25 \cdot 5209 \cdot 24 + 6049 \cdot 1 = 162319 \text{ мАч} \approx 162 \text{ Ач}$$

В качестве РИП выбираем аккумуляторную батарею емкостью 200 Ач типа «DELTA Battery DTM 12200 L».

3.6 Выводы по главе 3

Расчетная величина индивидуального пожарного риска в здании общежития ЮТИ ТПУ определяется согласно рассмотренному сценарию пожара и равна $8,5 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$. Полученное значение превышает нормативное значение индивидуального пожарного риска 10^{-6} год^{-1} . Исходя из результатов расчета индивидуального пожарного риска, необходимо повысить эффективность противопожарной защиты общежития ЮТИ ТПУ.

В качестве проектного решения выбрано усовершенствование системы оповещения и управления эвакуацией, которая построена на основе блока сигнально-пускового адресного «С2000-СП1», речевых оповещателей «ВИСТЛ-М Н-100-3/1» и световых табло Молния-12 Люкс «Выход». Световые табло «Выход» устанавливаются непосредственно над входной дверью. Речевые оповещатели располагаем на лестничной клетке второго этажа и в направлении двух отдельных зон на первом этаже основного здания. Сигнал о пожаре или неисправности оборудования будет передаваться на приемно-контрольный прибор «Сигнал-20М». Приемно-контрольный прибор оборудуем резервным источником питания типа «DELTA Battery DTM 12200 L», который включается в работу в случае потери питания от основного источника 220 В. Расчет тока потребления и времени резерва приемно-контрольного прибора показал, что эти величины лежат в допустимых пределах. Все оборудование, за исключением дымовых пожарных извещателей, устанавливаем на высоте 1,5 м от пола [9].

Приемно-контрольные приборы и пульт управления устанавливаем в соответствии с требованиями СП 484.1311500.2020 [9], рядом с кабинетом лица, ответственного за контроль соответствующих приборов, расположенного на первом этаже общежития.

Предложенные технические решения соответствуют требованиям экологических, санитарно-технических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации и обеспечивают безопасность для жизни и здоровья людей при соблюдении предусмотренных рабочими чертежами мероприятий.

4.1 Оценка прямого ущерба

Рассмотрим величину прямого и косвенного ущерба, а также расходы на его ликвидацию и восстановление помещения при моделировании ситуации – возникновении пожара на кухне общежития ЮТИ ТПУ в результате короткого замыкания неисправной электропроводки.

Оценка прямого ущерба представляет собой сумму ущерба, который наносится основным образовательным фондам (ОФ) и оборотным средствам (ОС).

Прямой ущерб будет определяться ($Y_{пр.}$):

- потерями учреждения в результате уничтожения основных фондов (зданий, сооружений, оборудования) ($П_{О.Ф.У.}$);
- потерями учреждения в результате уничтожения товарно-материальных ценностей (продукция, сырье) ($П_{Т.М.Ц.}$);
- потерями учреждения в результате повреждения при аварии основных производственных фондов ($П_{О.Ф.П.}$).

Полный ущерб, состоящий из прямого и косвенного ущербов рассчитывается по формуле:

$$P_y = Y_{np} + Y_{\kappa} \quad (4.1)$$

$$P_y = 59997,02 + 392230,92 = 452227,94 \text{ руб.}$$

Оценка прямого ущерба представляет собой сумму ущерба, который наносится основным производственным фондам и оборотным средствам:

$$Y_{np} = C_{онф} + C_{ос} \quad (4.2)$$

$$Y_{np} = 9997,02 + 50000 = 59997,02 \text{ руб.}$$

Основные фонды производственных учреждений – складывается из материальных и вещественных ценностей производственного и

непроизводственного назначения, необходимых для выполнения производственными предприятиями своих функций, в нашем случае это производственное, технологическое оборудование, коммунально-энергетические сети и производственное помещение, где произошел пожар.

Ущерб основных производственных фондов находим по формуле:

$$C_{онф} = C_{то} + C_{кэс} + C_з \quad (4.3)$$

$$C_{онф} = 0 + 196,02 + 9801 = 9997,02 \text{ руб.}$$

Ущерб, нанесенный технологическому оборудованию находим по формуле:

$$C_{то} = \sum G_{то} \cdot C_{то} \quad (4.4)$$

Определение относительной стоимости при пожарах, рассчитывается как отношение площади пожара к общей площади помещения объекта, т. е.:

$$G_{то} = \frac{F_n}{F_o} \quad (4.5)$$

где F_n – площадь пожара, м²;

F_o – площадь объекта, м².

$$G_{то} = \frac{44,1}{1337,2} = 0,033$$

$$C_{то.ост.} = n_{то} \cdot C_{то.б.} = \left(1 - \frac{H_{а.то.} \cdot T_{то.ф.}}{100} \right) \quad (4.6)$$

где $C_{то.ост.}$ – остаточная стоимость технологического оборудования, руб.;

$n_{то}$ – количество технологического оборудования, ед.;

$C_{то.б.}$ – балансовая стоимость технологического оборудования руб.;

$H_{а.то.}$ – норма амортизации технологического оборудования, %;

$T_{то.ф.}$ – фактический срок эксплуатации оборудования, год.

$$H_{а.то.} = \frac{1}{T_{то.ф.}} \cdot 100 \quad (4.7)$$

Ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям (КЭС) находим по формуле:

$$C_{кэс} = \sum G_{кэс} \cdot C_{кэс.ост.} \quad (4.8)$$

$$C_{кэс} = 0,033 \cdot 5940 = 196,02$$

Относительная величина ущерба при пожарах определяется, путем соотнесения площади пожара к общей площади помещения объекта, т. е.:

$$G_{кэс} = \frac{F_n}{F_o} \quad (4.9)$$

где F_n – площадь пожара, м²;

F_o – площадь объекта, м².

$$G_{кэс} = \frac{44,1}{1337,2} = 0,033$$

$$C_{кэс.ост.} = 2 \cdot 3000 \cdot \left(1 - \frac{0,125 \cdot 8}{100}\right) = 5940 \text{ руб.}$$

Где $C_{кэс.ост.}$ – остаточная стоимость коммунально-энергетических сетей, руб.;

$n_{щ}$ – количество эл. щитков подлежащих замене, ед;

$H_{а.кэс}$ – норма амортизации коммунально-энергетических сетей, %;

$T_{кэс.ф.}$ – фактический срок эксплуатации коммунально-энергетических сетей, год.

$$H_{а.кэс.} = \frac{1}{T_{кэс.ф.}} \cdot 100 \quad (4.10)$$

$$H_{а.кэс.} = \frac{1}{8} \cdot 100 = 12,5\%$$

Оборотные средства включают в себя товары, предназначенные для реализации:

$$C_{ос} = 50000 \text{ руб.}$$

где $C_{ос}$ – стоимость пострадавших оборотных средств.

Ущерб, нанесенный служебному помещению находится по формуле:

$$C_{з.ост.} = C_{з.б.} \cdot \left(1 - \frac{H_{а.з.} \cdot T_{з.ф.}}{100}\right) \quad (4.11)$$

где $C_{з.б.}$ – балансовая стоимость служебного помещения в здании, руб..

$$C_{з.ост.} = 300000 \cdot \left(1 - \frac{0,125 \cdot 8}{100}\right) = 297000 \text{ руб.}$$

$$H_{а.з.} = \frac{1}{T_{з.ф.}} \cdot 100 \quad (4.12)$$

$$H_{a.з.} = \frac{1}{8} \cdot 100 = 12,5\%$$

Относительная величина ущерба, причиненного служебному помещению:

$$G_з = \frac{F_n}{F_o} \quad (4.13)$$

где F_n – площадь пожара;

F_o – площадь объекта, м².

$$G_з = \frac{44,1}{1337,2} = 0,033$$

4.2 Оценка косвенного ущерба

4.2.1 Затраты на ликвидацию пожара

Оценка косвенного ущерба представляет собой сумму средств необходимых для ликвидации пожара и затраты, связанные с восстановлением учреждения для дальнейшего его функционирования. Сумму косвенного ущерба находим по формуле:

$$Y_k = C_{л.а} + C_в \quad (4.14)$$

где $C_{л.а}$ – средства, необходимые для ликвидации ЧС, руб.;

$C_в$ – затраты, связанные с восстановлением помещения, руб.

$$Y_k = 302930,92 + 89300 = 392230,92 \text{ руб.}$$

Средства, необходимые для ликвидации ЧС, зависят от ее характера и масштабов, определяющих объемы спасательных и других неотложных работ.

Основными видами работ, выполняемыми при ликвидации ЧС и определяющими затраты – является тушение пожара. Средства на ликвидацию аварии (пожара) определяем по формуле:

$$C_{л.а} = C_{о.с} + C_{т.о} + C_m \quad (4.15)$$

где $C_{о.с}$ – расход на огнетушащие средства, руб.;

C_t – расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной

техники, руб;

$C_{и.о}$ – расходы связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования, руб.

$$C_{л.а} = 185220 + 115450 + 2260,92 = 302930,92 \text{ руб.}$$

Расход на огнетушащие средства находим по формуле:

$$C_{о.с} = S_m \cdot L_{mp} \cdot Ц_{о.с} \cdot t \quad (4.16)$$

где t – время тушения пожара, 10 мин. = 600 сек;

$Ц_{о.с}$ – цена огнетушащего средства – (пенообразователь + вода), 35 руб./л;

$L_{тр}$ – интенсивность подачи огнетушащего средства (табличная величина принимается исходя из характеристики горючего материала), 0,2 л/(с×м²);

S_T – площадь тушения, 44,1 м².

$$C_{о.с} = 44,1 \cdot 0,2 \cdot 35 \cdot 600 = 185220 \text{ руб.}$$

Пожар за 5 мин распространяется по угловой форме, следовательно площадь тушения пожара определяем по формуле:

$$S_m = 3,14 \cdot \frac{R^2}{4} \quad (4.17)$$

где R – путь пройденный фронтом пламени за время свободного развития пожара (более 5 мин), следовательно:

$$S_m = 3,14 \cdot \frac{7,5^2}{4} = 44,1 \text{ м}^2$$

$$R_n = 0,5 \cdot V_{л} \cdot 5 + V_{л} \cdot (T_{св} - 5) \quad (4.18)$$

где $V_{л}$ – линейная скорость распространения пожара, принимаем 1,5 м/мин.

$$R_n = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 5 + 1,5 \cdot (7,5 - 5) = 7,5 \text{ м}$$

Время свободного развития пожара определяем по формуле:

$$T_{св} = T_{д.с} + T_{сб1} + T_{сл} + T_{бп1} \quad (4.19)$$

где $T_{д.с}$ – время сообщения диспетчеру о пожаре (для объектов, имеющих АУПС, принимается равным 3 мин);

$T_{сл}$ – время, сбора личного состава, 1 мин;

$T_{сб1}$ – время следования первого подразделения от пожарной части (ПЧ)

до места вызова, берется из расписания выездов пожарных, 1 мин.;

$T_{бр1}$ – время, затраченное на проведение боевого развертывания (в пределах 5 минут).

$$T_{св} = 3 + 1 + 1,5 + 2 = 7,5 \text{ мин.}$$

$$T_{сл} = \frac{60 \cdot L}{V_{сл}} \quad (4.20)$$

где L – длина пути следования подразделения от пожарного депо до места пожара, км.

$V_{сл}$ – средняя скорость движения пожарных автомобилей, 40 км/ч.

$$T_{сл} = \frac{60 \cdot 0,9}{40} = 1,5 \text{ мин.}$$

$$n = n_{э} \cdot n_{пм} \quad (4.21)$$

где n – число пожарных, участвующих в тушении пожара, чел.;

$n_{э}$ – численность экипажа пожарной машины, чел.;

$n_{пм}$ – количество пожарных машин, необходимых для тушения, ед.

$$n = 3 \cdot 1 = 3 \text{ чел.}$$

4.2.2 Расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования

Расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования, определяем по формуле:

$$C_{и.о.} = (K_{ан} \cdot Ц_{об.} \cdot T_{ан}) + (K_{ср} \cdot Ц_{об.} \cdot N_{ср}) + (K_{пр} \cdot Ц_{об.} \cdot N_{пр}) \quad (4.22)$$

где N – число единиц оборудования, шт.;

$N_{АП}$ – число единиц пожарного автомобиля, 1 ед.

$N_{СР}$ – число единиц ручных стволов, 1 шт.;

$N_{ПР}$ – число единиц пожарных рукавов, 3 шт.;

$Ц_{об}$ – стоимость единицы оборудования, руб./шт.;

$K_{АП}$ – норма амортизации пожарного автомобиля;

$K_{СР}$ – норма амортизации ручного ствола;

$K_{\text{ПР}}$ – норма амортизации пожарных рукавов.

$$C_{\text{и.о.}} = (0,03 \cdot 3800000 \cdot 1) + (0,05 \cdot 2000 \cdot 1) + (0,09 \cdot 1500 \cdot 10) = 115450 \text{ руб.}$$

4.2.3 Расходы на топливо для пожарной техники

Расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники находим по формуле:

$$C_m = P_m \cdot C_m \cdot L = P_m \cdot C_m \cdot \left(60 \cdot \frac{L}{V_{\text{сл}}}\right) \quad (4.23)$$

где C_m – цена за литр топлива, 45,40 руб/л;

P_m – расход топлива, 0,0415 л/мин;

L – весь путь, 900 м.

$$C_m = 0,0415 \cdot 45,40 \cdot \left(60 \cdot \frac{900}{45}\right) = 2260,92 \text{ руб.}$$

4.2.4 Затраты на восстановление производственного помещения

Т.к. при пожаре закоптится декоративное покрытие стен и бетонный пол на общей площади 44,1 м², и пострадают электрощиты в количестве 2 шт., а 40 м электропровода подлежит замене, следовательно:

$$C_e = C_{\text{в/э}} + C_{\text{в/щ}} + C_{\text{в/п}} \quad (4.24)$$

где $C_{\text{в/э}}$ – затраты, связанные с монтажом электропроводки;

$C_{\text{в/щ}}$ – затраты, связанные с монтажом электрощитов;

$C_{\text{в/п}}$ – затраты, по замене кафельной плитки.

$$C_e = 4300 + 9000 + 76000 = 89300 \text{ руб.}$$

4.2.5 Затраты на монтаж электропроводки и электрощитов

Затраты, связанные с монтажом электропроводки находим по формуле:

$$C_{\text{в/э}} = (C_э \cdot V_э) + (V_э \cdot R_э) \quad (4.25)$$

где $C_э$ – стоимость электропроводки, 57,50 руб./м;

$R_э$ – расценка за выполнение работ по замене электрической проводки,

50 руб./м;

$V_э$ – необходимый объем работ по замене электропроводки, 40 м.

$$C_{э/э} = (57,40 \cdot 40) + (40 \cdot 50) = 4300 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с монтажом электрощитов находим по формуле:

$$C_{э/щ} = (C_{щ} \cdot V_{щ}) + (V_{щ} \cdot R_{щ}) \quad (4.26)$$

где $C_{щ}$ – стоимость одного электрощита, 3000 руб/шт;

$R_{щ}$ – цена работ по замене электрощита, 1500 руб/шт.;

$V_{щ}$ – количество электрощитов, подлежащих замене, 2 шт.

$$C_{э/щ} = (3000 \cdot 2) + (2 \cdot 1500) = 9000 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с заменой декоративного покрытия находим по формуле:

$$C_{э/п} = (C_n \cdot V_n) + (V_n \cdot R_n) \quad (4.27)$$

где C_n – стоимость материальных ресурсов, необходимых для проведения работ, 1400 руб/м²;

R_n – расценка по замене 1 м² декоративного покрытия, 500 руб /м²;

V_n – объем работ по замене декоративного покрытия, 40 м².

$$C_{э/п} = (1400 \cdot 40) + (40 \cdot 500) = 76000 \text{ руб.}$$

Основные расчеты по разделу представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Итоговая таблица значений

Наименование	Стоимость, руб.
Полный ущерб	452227,94
Оценка прямого ущерба	59997,02
Оценка косвенного ущерба	392230,92
Средства, необходимые для ликвидации ЧС	302930,92
Затраты, связанные с восстановлением произв. помещения	89300

4.3 Выводы по главе 4

В ходе проделанной работы был рассчитан прямой (59997,02 руб.) и косвенный (392230,92 руб.) ущерб от возможного пожара в общежитии

ЮТИ ТПУ. Общая сумма ущерба составила 452227,94 руб.

На основе полученного результата можно сделать вывод, что пожары независимо от места и тяжести возгорания наносят значительные материальные убытки. Из расчетов видно, что в результате пожара потребуются значительные материальные затраты на ликвидацию последствий пожара и восстановительные работы.

Для повышения эффективности противопожарной защиты исследуемого помещения, администрации общежития ЮТИ ТПУ предлагается проектное решение: замена имеющейся СОУЭ на более современную СОУЭ 3 типа, соответствующую нормативным требованиям.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места сотрудника общежития

Объектом исследования является рабочее место заведующей общежитием ЮТИ ТПУ. Кабинет заведующей общежитием расположен на первом этаже, у входа в центральную дверь здания. Длина помещения – 5,5 м, ширина – 3,5 м, высота – 3 м. В рабочем помещении используется система общего освещения: естественное – за счёт одного окна, искусственное освещение, обеспечиваемое двумя потолочными люминесцентными двухламповыми светильниками. Мощность каждой лампы составляет 18 Вт.

В помещении имеется естественная вентиляция, осуществляемая при помощи форточек. Отопление осуществляется посредством системы центрального водяного отопления. Ежедневно в помещении проводится влажная уборка (моется пол, протирается оборудование).

Результаты специальной оценки условий труда на рабочем месте заведующей общежитием ЮТИ ТПУ представлены в табл. 20 (эффективность СИЗ не оценивалась, класс (подкласс) условий труда при эффективном использовании СИЗ не определялся).

Таблица 20 – Оценка условий труда по вредным (опасным) факторам

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда
Химический	-
Биологический	-
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	-
Параметры микроклимата	-
Параметры световой среды	2
Тяжесть трудового процесса	1
Напряжённость трудового процесса	-

Таким образом, согласно результатам специальной оценки условий труда, на рабочем месте заведующей общежитием ЮТИ ТПУ установлен 2 класс условий труда. В соответствии с Федеральным законом от 28.12.2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [29] допустимыми условиями труда (2 класс) являются условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых не превышают уровни, установленные нормативами.

Тем не менее, при изменении показателей можно отметить, что вредными факторами на рабочем месте заведующей общежитием ЮТИ ТПУ могут стать повышенный уровень электромагнитного излучения; ненормативные параметры микроклимата; недостаточная освещенность. В качестве возможных опасных факторов можно выделить опасность поражения электрическим током; пожарную опасность.

5.2 Анализ выявленных вредных факторов

5.2.1 Электромагнитное излучение

Все технические системы, генерирующие, передающие и использующие электромагнитную энергию, создают в окружающей среде электромагнитные поля (ЭМП). Основными источниками ЭМП в условиях рассматриваемого помещения являются персональный компьютер, стационарный телефон, принтер, мобильный телефон, Wi-Fi-роутер и электрическая проводка.

Длительное воздействие ЭМП приводит к расстройствам: головная боль, вялость, нарушения сна, снижение памяти, повышенная раздражительность, апатия, боли в области сердца. Допустимые уровни ЭМП, создаваемые ПЭВМ на рабочих местах, регламентированы ГОСТ Р 50949-2001 «Средства отображения информации индивидуального пользования. Методы измерения и оценки эргономических параметров и параметров безопасности» [30].

Нормирование ЭМП осуществляют по предельно допустимым уровням напряжённости магнитного и электрического полей в зависимости от времени пребывания в нём.

Учитывая результаты специальной оценки условий труда, считаем, что для повышения комфортности работы за компьютером и во избежание специфической нагрузки на органы зрения необходимо:

- правильно организовать рабочее место: располагать экран боком к окну на расстоянии 60–70 см до работника, на уровне глаз;

- устраивать перерывы каждые 30–45 мин для выполнения гимнастики для глаз.

5.2.2 Микроклимат

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 [31] параметрами, определяющими микроклимат производственных помещений, являются: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, температура поверхностей, интенсивность теплового излучения. От микроклимата рабочей зоны в значительной мере зависят самочувствие и работоспособность человека.

Нормирование параметров микроклимата осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [32]. СанПиН 1.2.3685-21 [31] устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих и периодов года. В соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 [31] работу заведующей общежитием можно отнести к категории I б (работы с интенсивностью энергозатрат 121–150 ккал/ч (140–174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой без переноса груза). Согласно нормативным документам в служебном помещении могут быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия (табл. 21).

Учитывая, что по результатам СОУТ параметры микроклимата не

требуют изменений, рекомендации по его улучшению не разрабатывались.

Таблица 21 – Оптимальные и допустимые нормативы микроклимата

Период года	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая
Холодный	I б	21-23	20-24	40-60	75	0,1	Не более 0,2
Теплый	I б	22-24	21-28	40-60	60 (при 27°С)	0,2	0,1-0,3

5.2.3 Освещенность

5.2.3.1 Нормирование параметров освещенности

Недостаточная освещенность служебного помещения влияет на работоспособность, изменяет естественные реакции в сторону замедления, снижает общий тонус и может привести к созданию травмоопасной ситуации.

Нормирование естественного и искусственного освещения осуществляется в соответствии со СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [33]. Поскольку согласно результатам СОУТ по фактору освещенности установлен 2 класс условий труда (допустимые), порекомендуем заменить люминесцентные лампы на светодиодные, которые имеют больший срок службы и более экономичны.

5.2.3.2 Расчёт параметров освещенности

Произведём расчёт освещенности на рассматриваемом рабочем месте. Наиболее выгодное соотношение расстояния между светильниками и высотой подвеса светильника над рабочей поверхностью:

$$h = \frac{L}{H} \quad (5.1)$$

где L – расстояние между лампами;

H – высота подвеса лампы над рабочей поверхностью.

Высота подвеса лампы над полом равна 2,8 м. Величина H для светодиодных ламп будет составлять 1,2. Следовательно, расстояние между светильниками:

$$L = 1,2 \times 2,8 = 3,36 \text{ м.}$$

Исходя из размеров помещения (длина – 5,5 м, ширина – 3,5 м, высота – 3 м), размеров светильников с светодиодными лампами (0,595×0,595×0,025 м) и расстояния между ними, определяем, что в ряду должно быть размещено два светильника. Выбираем светильник светодиодный Армстронг SLG 30 ECO.

Для расчета общего равномерного искусственного освещения использовался метод светового потока. Световой поток Φ лампы, обеспечивающий требуемую освещенность, определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \times k \times S \times z}{n \times \eta} \quad (5.2)$$

где E = 300 лк – освещенность согласно СП 52.13330.2016 [33];

S – площадь помещения, м²;

k – коэффициент запаса (для светодиодных ламп –1,1);

n – число ламп в помещении;

z – коэффициент неравномерности освещения, зависящий от типа ламп (для светодиодных ламп –1,1);

η – коэффициент использования светового потока (показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, равен 0,39 [34].

Индекс помещения определяется из выражения:

$$i = \frac{S}{h \times (A + B)} \quad (5.3)$$

где A и B – длина и ширина помещения, м;

S – площадь помещения, м²;

h – расстояние от рабочей плоскости до светильника, м.

$$i = \frac{5,5 \cdot 3,5}{2,8 \times (5,5 + 3,5)} = 0,8.$$

Исходя из вычисленных параметров, получаем:

$$\Phi = \frac{300 \times 1,1 \times 19,25 \times 1,1}{8 \times 0,39} = 2240 \text{ лм.}$$

По СП 52.13330.2016 [33] выбираем ближайшую по мощности стандартную лампу. При напряжении 220 В выбираем лампы светодиодные мощностью 30 Вт со световым потоком $\Phi = 2300$ лм.

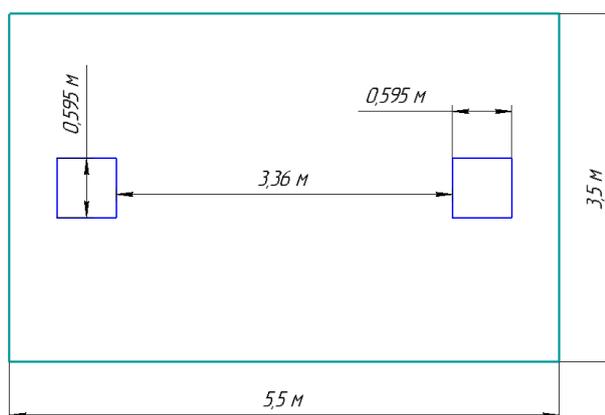


Рисунок 10 – Схема расположения светильников

Согласно проведённым расчётам система общего освещения рабочего места заведующего общежитием, представленная на рис. 10, должна состоять из 2 светильников Армстронг SLG 30 ECO с количеством ламп в одном светильнике 4 шт., мощностью 30 Вт каждая.

5.3 Анализ выявленных опасных факторов

5.3.1 Опасность поражения электрическим током

На рассматриваемом рабочем месте используются следующие электроприборы: компьютер и принтер. Напряжение электросетей 220 В. Источники постоянного тока на рабочем месте отсутствуют. Согласно ГОСТ 12.1.019-2017 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура

видов защиты» безопасность работников от поражения электрическим током обеспечивается организационно-техническими мероприятиями, конструктивными особенностями приборов, техническими способами и средствами защиты [35].

К организационно-техническим мероприятиям относятся своевременное профилактическое обслуживание (один раз в месяц согласно утверждённому плану) и ремонт действующих электроприборов (по необходимости), проводимые специализированной организацией, имеющей лицензию на данный вид деятельности. С целью защиты от поражения электрическим током на рабочем месте заведующей общежитием используемое электрооборудование заземлено согласно ПУЭ [36], в помещении использовано непроводящее половое покрытие. Проводятся инструктажи по электробезопасности, на которых работника знакомят с правилами работы с электрическими приборами.

5.3.2 Пожароопасность

Возгорание на рассматриваемом объекте может возникнуть вследствие нарушения правил техники безопасности, целостности электрической проводки, поломки электроприборов. Учитывая пожарную нагрузку, в помещении возможны классы пожара А (горение твёрдых веществ, сопровождающееся тлением) и Е (горение электрооборудования, находящегося под напряжением). С целью уменьшения риска возникновения пожара на объекте разработан ряд мероприятий. К организационным мероприятиям относятся: проведение инструктажей, обучение пожарно-техническому минимуму, издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности. К эксплуатационным мероприятиям относятся правильная эксплуатация электрооборудования, профилактические ремонты, осмотры и испытания оборудования и устройств, в том числе систем безопасности. К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных норм и правил при устройстве и установке систем безопасности, подвода электропроводки,

защитного заземления. К режимным мероприятиям относится запрещение курения в неустановленных местах.

Для уменьшения риска возникновения пожара по причине нарушения целостности электропроводки состояние электропроводки проверяется один раз в полгода согласно локальному приказу в соответствии с установленным графиком. Электропроводка выполнена кабелем с оболочкой из материала, не распространяющего горение. Имеется инструкция о порядке действий на случай возникновения пожара в дневное и ночное время, телефон, электрический фонарь, средство индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от токсичных продуктов горения (газодымозащитный противогаз «Шанс» с временем защиты от продуктов горения не менее 60 мин). В помещении имеется один порошковый огнетушитель марки ОП-3(з) (производитель – ООО «Ярпожинвест», г. Ярославль). Огнетушитель промаркирован, на него заведен паспорт, заведен журнал учета наличия, проверки и состояния первичных средств пожаротушения.

5.4 Охрана окружающей среды

На рабочем месте заведующей общежитием ЮТИ ТПУ образуется небольшое количество твёрдых бытовых отходов разных видов – пищевые, пластик, бумага, текстиль и др. Отходы принадлежат к IV–V классам опасности согласно Федеральному закону «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. N 89-ФЗ (с изменениями на 7 апреля 2020 года) [37]. Отходы накапливаются в контейнере и вывозятся на спецмашинах для захоронения на полигоне твёрдых бытовых отходов согласно договору с компанией «Чистый город». Общежитие присоединено к централизованной системе канализации, куда сливаются образующиеся жидкие бытовые отходы.

5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

К потенциальным чрезвычайным ситуациям (ЧС) природного характера, возможным в г. Юрга, относятся: землетрясения, ураганы, наводнения. ГУ МЧС России по Кемеровской области–Кузбассу своевременно информирует объекты о ЧС. На анализируемом объекте разработан план мероприятий по обеспечению безопасности сотрудников в условиях ЧС.

Кроме того, на рассматриваемом объекте могут возникнуть ЧС техногенного характера (внезапное обрушение здания, аварии на коммунальных системах снабжения). С целью защиты работников в ЮТИ ТПУ созданы нештатные аварийно-спасательные формирования в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.1994 N 68 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.1998 N 28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ N 804 от 26.11.2007 «Положения о гражданской обороне в Российской Федерации».

Для реализации мер по предотвращению обрушения здания создана комиссия, которая с периодичностью раз в полгода проводит осмотр здания и выносит предписания по необходимым мерам, а также следит за их выполнением.

5.6 Выводы по главе 5

Результаты проведенного анализа вредных и опасных производственных факторов свидетельствуют, что они в целом соответствуют нормативам. Согласно результатам специальной оценки условий труда, на рабочем месте заведующей общежитием ЮТИ ТПУ установлен 2 класс условий труда. Рекомендовано: контроль правильной организации рабочего места, выполнение гимнастики для глаз; модернизация системы освещения за счет использования более экономичных светодиодных светильников Армстронг SLG 30 ECO.

На объекте установлена автоматическая пожарная сигнализация, объект обеспечен первичными средствами пожаротушения согласно нормам. Анализируемый объект не оказывает значительного вредного воздействия на окружающую среду.

Заключение

Результаты выполненной работы показали, что посредством выполнения поставленных задач удалось достичь цели. Анализ статистических данных причин возникновения пожаров в общежитиях показал, что пожары в основном происходят по причине нарушения правил эксплуатации электрооборудования. Был проведён обзор литературы и источников по пожарной безопасности в общежитиях.

Изучена система пожарной безопасности объекта защиты. Анализ показал необходимость совершенствования противопожарной защиты. Для обоснования проектного решения выполнены расчёты времени эвакуации из здания согласно сценарию с наихудшими условиями при пожаре, а также времени блокирования эвакуационных выходов. Рассчитана величина индивидуального пожарного риска, которая составила $8,5 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹. Сопоставление с нормативным значением показало, что рассчитанная величина превышает нормативное значение.

Проект повышения безопасности общежития ЮТИ ТПУ основан на включении в существующую систему противопожарной защиты современной системы оповещения и управления эвакуацией, отвечающей требованиям действующей нормативной документации. В качестве обоснования выбора приборов оповещения выполнен акустический расчет, определено количество оповещателей. Рассчитано сечение кабеля в линиях оповещения. Проведен расчет емкости аккумуляторной батареи, определен ее тип.

Произведена оценка прямого и косвенного ущерба при пожаре в общежитии ЮТИ ТПУ, рассчитаны затраты на ликвидацию пожара и восстановление объекта.

Проанализированы вредные и опасные производственные факторы на рабочем месте заведующего общежитием ЮТИ ТПУ, рассмотрены вопросы охраны окружающей среды, защиты в чрезвычайных ситуациях.

Список использованных источников

1. Конституция РФ (с изменениями на 14.03.2020 г.) [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/9004937>. Дата обращения: 08.04.2021 г.

2. Российская Федерация. Федеральный закон. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ (с изменениями на 27.12.2018 г.): [принят Государственной Думой 4 июля 2008 года]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644>. Дата обращения: 08.04.2021 г. – Текст: электронный.

3. Приказ МЧС России от 16.03.2020 N 171 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по предоставлению государственной услуги по регистрации декларации пожарной безопасности и формы декларации пожарной безопасности» [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/564672837>. Дата обращения: 08.04.2021 г.

4. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 году» [Электронный ресурс] / МЧС России. – Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/4602>. Дата обращения: 08.04.2021 г.

5. ГОСТ Р 22.10.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций»: дата введения 2017-06-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136698>. (дата обращения: 08.03.2021). – Текст: электронный.

6. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 N 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [Электронный ресурс] / МЧС России. – Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/602>. Дата обращения: 08.04.2021 г.

7. Российская Федерация. Федеральный закон. О обеспечении пожарной безопасности: Закон Кемеровской области – Кузбасса от 06.10.1997 г. N 33-ОЗ (с изменениями на 24.12.2019 г.). URL: <http://docs.cntd.ru/document/990103017>. Дата обращения: 08.04.2021 г. – Текст: электронный.

8. СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения»: дата введения 2014-09-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200092705>. Дата обращения: 08.04.2021 г. – Текст: электронный.

9. СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования»: дата введения 2021-03-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686>. Дата обращения: 08.04.2021 г. – Текст: электронный.

10. СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре»: дата введения 2009-05-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071145>. Дата обращения: 08.04.2021 г. – Текст: электронный.

11. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности»: дата введения 2013-02-25. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200098833>. Дата обращения: 08.04.2021 г. – Текст: электронный.

12. Приказ МЧС РФ от 18.06.2003 г. N 315 «Об утверждении норм пожарной безопасности «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией» (НПБ 110-03)» [Электронный ресурс] / МЧС России. – Режим доступа:

<https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs-rossii/775/>. Дата обращения: 12.04.2021.

13. Приказ МЧС РФ от 20.06.2003 г. N 323 «Об утверждении норм пожарной безопасности «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» (НПБ 104-03)» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/120009768023>. Дата обращения: 08.04.2021 г. – Текст: электронный.

14. СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации»: дата введения 2009-05-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071152>. Дата обращения: 08.04.2021 г. – Текст: электронный.

15. Российская Федерация. Федеральный закон. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21 декабря 1994 года N 69-ФЗ: [принят Государственной Думой 18 ноября 1994 года]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/9028718>. (дата обращения: 08.03.2021). – Текст: электронный.

16. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 года N 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902150208>. Дата обращения: 08.03.2021.

17. Приказ МЧС России от 30 июня 2009 года N 382 «Об утверждении Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [Электронный ресурс] / КОДЕКС. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902167776>. Дата обращения: 08.03.2021.

18. Российская Федерация. Федеральный закон. О техническом регулировании: Федеральный закон от 27 декабря 2002 года N 184-ФЗ: [принят Государственной Думой 15 декабря 2002 года]. – URL:

<https://docs.cntd.ru/document/901836556/>. Дата обращения: 08.03.2021. – Текст: электронный.

19. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1): дата введения 1992-07-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/9051953>. Дата обращения: 08.03.2021. – Текст: электронный.

20. Пособие по определению пределов огнестойкости строительных конструкций, параметров пожарной опасности материалов. Порядок проектирования огнезащиты. Справочный материал. [Электронный ресурс] / КОДЕКС. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200114463>. Дата обращения: 08.03.2021. – Текст: электронный.

21. СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»: дата введения 2020-09-19. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248961>. Дата обращения: 15.03.2021. – Текст: электронный.

22. Методические рекомендации по разработке декларации пожарной безопасности [Электронный ресурс] / Законы, кодексы и нормативно-правовые акты РФ. – Режим доступа: <https://legalacts.ru/doc/metodicheskie-rekomendatsii-po-razrabotke-deklaratsii-pozharnoi-bezopasnosti/>. Дата обращения: 15.03.2021.

23. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»: дата введения 2009-05-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071156>. Дата обращения: 15.03.2021. – Текст: электронный.

24. СП 51.13330.2011 «Защита от шума»: дата введения 2011-05-20. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084097>. Дата обращения: 15.03.2021. – Текст: электронный.

25. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200030218>. Дата обращения: 08.04.2021. – Текст: электронный.

26. ГОСТ Р 50776-95 «Системы тревожной сигнализации»: дата введения 1996-01-01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005308>. Дата обращения: 08.04.2021. – Текст: электронный.

27. СП 6.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности»: дата введения 2013-01-25. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200100259>. Дата обращения: 08.04.2021. – Текст: электронный.

28. Пожарная безопасность. Учебное пособие. В 2 частях. Часть 1. В.А. Пучков, В.С. Артамонов, Ш.Ш. Дагиров, [и др.]. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2016. – 476 с. – ISBN 978-5-9229-0118-5.

29. Российская Федерация. Федеральный закон. О специальной оценке условий труда: Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ: [принят Государственной Думой 23 декабря 2013 года]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499067392>. Дата обращения: 08.04.2021. – Текст: электронный.

30. ГОСТ Р 50949-2001 «Средства отображения информации индивидуального пользования. Методы измерений и оценки эргономических параметров и параметров безопасности»: дата введения 2002-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200028905>. Дата обращения: 08.04.2021. – Текст: электронный.

31. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 года N 2 Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=6540IN>. Дата обращения: 08.04.2021. – Текст: электронный.

32. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с

Изменением N 1): дата введения 1989-01-01 – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608>. Дата обращения: 08.04.2021. – Текст: электронный.

33. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение: дата введения 2017-05-08. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197>. Дата обращения: 08.04.2021. – Текст: электронный.

34. Светорасчет и подбор светильников промышленного объекта / [Электронный ресурс] / Расчет освещенности. – Режим доступа: <https://99ds.ru/blog/osveshchenie-promyshlennogo-obekta-svetoraschet-i-podbor-svetilnikov/>. Дата обращения: 08.04.2021. – Текст: электронный.

35. ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»: дата введения 2019-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238>. Дата обращения: 08.04.2021. – Текст: электронный.

36. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200030218>. Дата обращения: 22.04.2021. – Текст: электронный.

37. Российская Федерация. Федеральный закон. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (с изменениями на 7 апреля 2020 года) [принят Государственной Думой 22 мая 1998 года]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901711591?marker>. Дата обращения: 22.04.2021. – Текст: электронный.

38. Тимофеева С.С. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / С.С.Тимофеева, В.В.Малов. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014. – 71 с.

39. Расчет необходимого времени эвакуации людей из помещений при пожаре: рекомендации. – М.: Изд-во ВНИИПО МВД СССР, 1989. – 59 с.

40. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования

электрического освещения / Г.М. Кнорринг, И.М. Фадин, В.Н. Сидоров. – СПб.: Энергоатомиздат, 2018. – 448 с. ISBN: 978-5-238-03463-8.

41. Попова Н.А. Расчёт фактического времени эвакуации из здания общежития технического университета / Н.А. Попова, И.В. Волчатова // Системы безопасности. – 2019. – № 2. – С. 18–24.

42. Расчет времени эвакуации людей при пожаре: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Производственная безопасность» / сост. О.О. Герасимова, Е.А. Герасимова. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2018. – 24 с.

43. Производственная безопасность: метод. рекомендации по выполнению расчетно-графической работы / сост. А.С. Сальников. – Ульяновск: УВАУ ГА(И), 2019. – 27 с.

44. Клычева А.-П.С. Декларация пожарной безопасности как показатель соответствия объекта требованиям пожарной безопасности /А.-П.С. Клычева, Ш.Р. Джаборов // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении. Сборник трудов XI Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи. – Томск: Изд-во ТПУ, 2020. – С. 104-107.

45. Сорокин В.А. Совершенствование нормативной правовой базы, регламентирующей порядок регистрации декларации пожарной безопасности / В.А. Сорокин, Е.В. Козырев, И.В. Костерин // Актуальные проблемы пожарной безопасности. Материалы XXXII Международной научно-практической конференции. – Москва: Изд-во ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2020. – С. 44-48.

46. Козлачков В.И. Противопожарные мероприятия по защите имущества, разрабатываемые в рамках декларации пожарной безопасности / В.И. Козлачков, А.А. Сурин, И.А. Уваров // Технологии техносферной безопасности. – 2017. – № 1 (71). – С. 48-52.

47. Карпенко Д.Г. Проблемы декларирования пожарной безопасности как формы оценки соответствия объекта требованиям / Д.Г. Карпенко, Б.В. Соколов //Материалы международной научно-технической конференции

«Системы безопасности». – 2014. – № 23. – С. 222-223.

48. Швырков С.А. О совершенствовании деклараций пожарной безопасности в России / С.А. Швырков, В.С. Клубань, Л.Т. Панасевич // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 3 (55). – С. 3.

49. Швырков С.А. О разработке деклараций пожарной безопасности в России / С.А. Швырков, В.С. Клубань // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2018. – № 2. – С. 55-60.

50. Уваров И.А. Алгоритм контроля качества декларации соответствия о требованиях пожарной безопасности / И.А. Уваров, Д.С. Пикуш, Д.А. Вечтомов // Материалы международной научно-технической конференции «Системы безопасности». – 2017. – № 26. – С. 392-396.

Приложение А

Расчётная схема эвакуации

Перв. примен.	ФЮРА 3-17Г60.001.000.				
Сград. №					
Подп. и дата	Инв. № дудл.	Взам. инв. №	ФЮРА 3-17Г60.001.000.		
Подп. и дата	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.
Инв. № подл.	Разраб.	Джабаров Ш.Р.			У
	Проб.	Деменкова Л.Г.			Лист
	Т.контр.				Листов
	Н.контр.				1
	Утв.				Расчётная схема эвакуации
					ЮТИ ТПУ гр. 3-17Г60
					Копировал Формат А4

Приложение Б

Протокол определения времени от начала пожара до блокирования эвакуационных выходов

Наименование параметра	Значение параметра
Удельная изобарная теплоемкость газа (C_p), МДж/(кг·К)	0,001
Коэффициент тепло потерь (φ)	0,3
Коэффициент полноты горения (η)	0,95
Начальная температура воздуха в помещении (t_0), °С	23,8
Коэффициент отражения предметов на путях эвакуации (α)	0,3
Начальная освещенность (Е), Лк	50
Предельная дальность видимости в дыму ($L_{пр}$), м	20
Высота площадки, на которой находятся люди, над полом помещения, м	0,1
Площадь помещения, м	20
Высота помещения, м	3
Перпендикулярный к направлению движения пламени размер зоны горения, м	0,38
Предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении (X_{CO_2}), кг/м ³	0,11
Предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении (X_{CO}), кг/м ³	$1,16 \cdot 10^{-3}$
Предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении (X_{HCl}), кг/м ³	$23 \cdot 10^{-6}$

Приложение Г

Схема размещения приборов АУПС и СОУЭ (2 этаж)

