

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

---

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Внутриобъектовая пожарная сигнализация и система автоматической передачи сигнала в пожарную часть</b>

УДК 654.924.5:614.841.41

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E2A	Потехина Анастасия Алексеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Королева Наталья Валентиновна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Общекультурные и общепрофессиональные компетенции</i>	
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности, знание вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, уметь применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; использовать современные технические средства и информационные технологии для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач, применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля; осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования; уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.
P6	Способность принимать участие в разработке инновационных инженерных проектов в области техносферной безопасности на предприятиях и в

	<p>организациях – потенциальных работодателях, разрабатывать и использовать графическую документацию, принимать участие в установке, эксплуатации и проведении технического обслуживания средств защиты, следовать корпоративной культуре работодателя.</p>
P7	<p>Способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники, использовать современные методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности.</p>
P8	<p>Способность принимать участие в работе научно-исследовательского коллектива по разработке новых перспективных систем жизнеобеспечения, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, эксперименты, обработку результатов и формулировку выводов.</p>
P9	<p>Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в ЧС на объектах экономики.</p>
P10	<p>Способность анализировать механизмы и характер воздействия опасностей на человека и природную среду с учетом их специфики; использовать методы определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий и проводить измерения уровней опасностей в среде обитания; составлять прогнозы возможного развития ситуации.</p>

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

---

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_ С.В. Романенко  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1E2A	Потехиной Анастасии Алексеевне

Тема работы:

Внутриобъектовая пожарная сигнализация и система автоматической передачи сигнала в пожарную часть

Утверждена приказом директора (дата, номер)

14.04.2016 № 2868/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

31.05.2016

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Современные технические системы, применяемые в области пожарной безопасности.  
Учебный корпус № 8 ТПУ.

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сделать обзор литературы по системам пожарной сигнализации.</li> <li>2. Провести анализ применяемой системы ПАК «Стрелец-мониторинг».</li> <li>3. Провести сравнительный анализ проводных и беспроводных систем пожарной сигнализации.</li> <li>4. Произвести расчет пожарной сигнализации для установки на объекте.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p><b>Таблица «Сравнение проводных и беспроводных пожарных систем»</b></p>

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p><b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b></p>	<p><b>Королева Наталья Валентиновна</b></p>
<p><b>Социальная ответственность</b></p>	<p><b>Романцов Игорь Иванович</b></p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Литературный обзор</p>	
<p>ПАК «Стрелец-Мониторинг»</p>	
<p>Сравнение проводных и беспроводных пожарных систем</p>	
<p>Расчет пожарной сигнализации для установки на объекте ТПУ</p>	
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	
<p>«Социальная ответственность»</p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>01.03.2016</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2А	Потехина Анастасия Алексеевна		

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

Институт неразрушающего контроля  
 Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
 Уровень образования Бакалавриат  
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности  
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.10.15	<i>Введение</i>	5
25.11.15	<i>Обзор литературы</i>	10
20.02.16	<i>ПАК «Стрелец-мониторинг»</i>	15
10.03.16	<i>Сравнение проводных и беспроводных пожарных систем</i>	15
20.05.16	<i>Расчет пожарной сигнализации</i>	30
10.05.16	<i>Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</i>	10
26.04.16	<i>Раздел «Социальная ответственность»</i>	10
24.05.16	<i>Заключение</i>	5

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНИНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1E2A	Потехиной Анастасии Алексеевны

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭБЖ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Техносферная безопасность

### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, нормативно-правовых документах.
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
2. <i>Использованная система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ, QиаD-анализ, конкурентоспособность.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Оценка сравнительной эффективности исследования.

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей
2. Временные показатели проведения научного исследования
3. График проведения НИ
4. Материальные затраты
5. Расчет основной заработной платы
6. Отчисления во внебюджетные фонды
7. Бюджет НИ

### Дата выдачи задания по линейному графику

#### Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель	Королева Наталья Валентиновна			

#### Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1E2A	Потехина Анастасия Алексеевна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1E2A	Потехина Анастасия Алексеевна

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭБЖ</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Техносферная безопасность

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Рабочая зона – диспетчерская учебного корпуса № 8, оборудованная необходимой техникой.</p> <p>Исследование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (освещение, шум, микроклимат, вибрация)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (электрической и пожарной природы).</li> </ul>
---	---

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> </ul>	<p>При изучении места исследования (диспетчерская) должны быть рассмотрены следующие вредные и опасные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>– повышенный уровень электромагнитных излучений;</li> <li>– повышенная напряженность электрического поля;</li> <li>– показатели освещенности;</li> <li>– отклонение показателей микроклимата.</li> </ul>
--	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	Рассмотрение данного раздела нецелесообразно, так как нет воздействия на окружающую среду.
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	Возникновение пожара при замыкании в проводе пожарной сигнализации.
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>При написании ВКР были изучены нормативные документы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ФЗ № 123 от 22.07.2008</li> <li>– СП 5.13130.2009</li> <li>– СП 3.13130.2009</li> <li>– ГОСТ-Р 53325</li> </ul>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2016
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2А	Потехина Анастасия Алексеевна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 80 с., 4 рис., 25 табл., 36 источников, 1 прил.

Ключевые слова: пожарная сигнализация, проводные и беспроводные системы, радиоканал, ПАК «Стрелец-Мониторинг», автоматический вызов.

Объектом исследования является (ются) современные технические системы, применяемые в области пожаробезопасности.

Цель работы – анализ и расчет оборудования и средств внутриобъектовой пожарной сигнализации 8 учебного корпуса ТПУ с возможностью сопряжения данного оборудования с автоматической передачей сигнала в пожарную часть.

В процессе исследования проводились аналитический обзор информации, знакомство с правовыми нормами и требованиями к системам пожарной сигнализации, расчет пожарной сигнализации для объекта.

В результате исследования были рассчитаны затраты на установку более современного оборудования систем пожарной сигнализации для объекта ТПУ.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: общая площадь объекта = 13453 м<sup>2</sup>, необходимое количество пожарных дымовых извещателей = 560 штук.

Степень внедрения: возможна при заинтересованности собственника объекта

Область применения: объекты экономики

Экономическая эффективность/значимость работы сокращения материального ущерба и человеческих жизней при возникновении ЧС.

В будущем планируется внедрение на объект при заинтересованности собственника объекта

## Сокращения

ПАК – программно-аппаратный комплекс;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

РСЧС – единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

ППК – прибор приемно-контрольный;

ПСП – первичные средства пожаротушения;

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;

ЕДДС – единая дежурно-диспетчерская служба;

ИСБ – интегрированная система безопасности;

КСГ – контроллер сегмента;

КС – контроллер сети;

ОПС – охранно-пожарная сигнализация.

## Оглавление

Введение.....	13
1 Обзор литературы .....	14
1.1 Способы уменьшения негативного влияния пожара .....	14
1.1.1 Инструктажи и учения по пожарной безопасности .....	15
1.1.2 Система пожарной сигнализации.....	16
1.1.3 Первичные средства пожаротушения.....	20
1.1.4 Мониторинговые системы .....	21
1.1.5 Системы оповещения .....	22
1.2 Разновидности каналов связи .....	23
1.3 Изменения в нормативно-правовой базе в области пожарной безопасности .....	24
1.4 История пожарного мониторинга в России .....	27
2 ПАК «Стрелец-Мониторинг» .....	30
3 Сравнение проводных и беспроводных пожарных систем .....	33
4 Расчет пожарной сигнализации для установки на объекте ТПУ .....	36
5 Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	42
6 Раздел «Социальная ответственность».....	61
Заключение .....	73
Список публикаций.....	74
Список использованных источников .....	75
Приложение А .....	79

## **Введение**

Каждый день наш мир сталкивается с пожарами. Горят машины, квартиры, социальные объекты и другие. Пожар может нанести огромный ущерб человеческим жизням, материальным и культурным ценностям.

Совсем недавно люди начали понимать, что лучше предупредить аварию, локализовать её источник на начальном этапе, чем ликвидировать последствия.

Один из способов снизить число жертв и уменьшить материальный ущерб – это быстрое оповещение о возникшей ситуации людей, находящихся на объекте, а также пожарной части для более оперативного выезда пожарного экипажа на объект.

Для обеспечения безопасности на объектах экономики необходимо устанавливать системы пожарной сигнализации, способные обнаружить пожар на начальной стадии.

Целью данной работы является анализ и расчет оборудования и средств внутриобъектовой пожарной сигнализации 8 учебного корпуса ТПУ с возможностью сопряжения данного оборудования с автоматической передачей сигнала в пожарную часть.

Задачи исследования:

1. Сделать обзор литературы по системам пожарной сигнализации.
2. Провести анализ применяемой системы ПАК «Стрелец-мониторинг».
3. Провести сравнительный анализ проводных и беспроводных систем пожарной сигнализации.
4. Произвести расчет пожарной сигнализации для установки на объекте.

## **1 Обзор литературы**

### **1.1 Способы уменьшения негативного влияния пожара**

Пожарная безопасность объекта защиты – состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара. [1]

Пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной, если:

1) в полном объеме выполнены обязательные требования пожарной безопасности, установленные федеральными законами о технических регламентах;

2) пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом.

Пожарная безопасность объектов защиты, для которых федеральными законами о технических регламентах не установлены требования пожарной безопасности, считается обеспеченной, если пожарный риск не превышает соответствующих допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом. [1]

Для минимизации ущерба от пожаров разрабатываются различные способы, позволяющие обнаружить возгорание на начальном этапе, ликвидировать его и правильно действовать во время распространения огня.

К таким способам можно отнести:

1. Инструктажи и учения персонала;
2. Установка системы пожарной сигнализации;
3. Обеспечение объекта экономики первичными средствами пожаротушения;
4. Использование мониторинговых систем;
5. Оснащение системами оповещения.

### **1.1.1 Инструктажи и учения по пожарной безопасности**

Абсолютно во всех организациях работники обязаны проходить инструктаж по пожарной безопасности. Сроки его прохождения и периодичность устанавливается приказом руководителя.

Инструктаж по пожарной безопасности проводят по программе, которая разрабатывается отделом или инженером охраны труда организации, учитывая требования стандартов, правил, норм и инструкций о мерах пожарной безопасности, а также особенности производства. Разработанная программа инструктажа утверждается руководителем либо главным инженером организации по согласованию с руководителем подразделения государственной противопожарной службы. В большинстве случаев инструктаж по пожарной безопасности проводится одновременно с инструктажем по технике безопасности.

Приказом МЧС РФ от 12 декабря 2007 г. № 645 «Об утверждении норм пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» определены следующие виды противопожарного инструктажа:

- вводный;
- первичный на рабочем месте;
- повторный;
- внеплановый;
- целевой.

При проведении любого вида противопожарного инструктажа делается запись в журнале регистрации инструктажа по пожарной безопасности, где инструктируемый и инструктирующий обязательно должны поставить свои подписи.

Практический показ способов использования средств пожаротушения, имеющихся на объекте, необходим при проведении противопожарного инструктажа. [2]

Наиболее действенным методом подготовки объекта экономики, его руководящего состава, органов управления, формирований гражданской обороны и рабочих к действиям в чрезвычайных ситуациях (ЧС) являются учения.

С помощью данного способа подготовки к ЧС все мероприятия единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) и гражданской обороны отрабатываются практически, учитывая специфику объекта, его территориальное размещение и другие факторы, влияющие на работу по ликвидации последствий ЧС.

Местность, на которой проводятся учения, включает территорию объекта с имеющимися на ней зданиями, сооружениями, средствами связи и оповещения, пунктом управления, коммунально-энергетическими сетями, автоматическими системами управления производством, защитными сооружениями.

От качества исполнения подготовительных мер и правильной организации в решающей степени зависят достижение целей учения, получение нового практического опыта и отработка нескольких вариантов действий при различных ЧС.

Ответственность за подготовку учений и их организацию берет на себя руководитель учения. Он определяет объем и содержание учений, сроки и последовательность их выполнения. [3]

### **1.1.2 Система пожарной сигнализации**

Для предотвращения развития пожара, воздействия его опасных факторов на людей, объекты оборудуют системами пожарной сигнализации.

Система пожарной сигнализации – это совокупность установок пожарной сигнализации, смонтированных на одном объекте и контролируемых с общего пожарного поста. В состав данной системы включается:

- Извещатели пожарные.

- Извещатели пожарные ручные (кнопка для принудительного включения режима «Пожарная тревога»).
- Прибор приемно-контрольный (ППК).
- Объектовое оконечное устройство – по необходимости.
- Релейный блок – по необходимости.
- Резервированный блок питания – необходим, если приборы не имеют встроенных блоков питания.
- Световые и звуковые пожарные оповещатели (сирены и сигнальные лампочки).
- Речевой пожарный оповещатель – по необходимости.
- Вспомогательные элементы пожарных шлейфов – по необходимости.
- Вспомогательные устройства канала передачи сообщений (повторители, преобразователи и др.) – по необходимости.
- Аппаратура и оборудование автоматической системы пожаротушения – по необходимости.
- Таблички «Выход» с подсветкой, питаемые от резервированного источника. [4]

В данном подразделе будут подробно рассмотрены пожарные извещатели, их виды, так как они играют важную роль в системе пожарной сигнализации. Именно они обнаруживают изменение окружающей обстановки, улавливают появление первичных факторов пожара.

Пожарный извещатель – это устройство, предназначенное для обнаружения факторов пожара и формирования сигнала о пожаре или о текущем значении его факторов.

Пожарные извещатели делятся на:

- Ручные – устройства, предназначенные для ручного включения сигнала пожарной тревоги в системах пожарной сигнализации и пожаротушения.

– Дымовые – это пожарные извещатели, реагирующие на частицы твердых или жидких продуктов горения и (или) пиролиза в атмосфере.

Дымовые пожарные извещатели подразделяются на:

а) дымовой оптический пожарный извещатель – это пожарный извещатель, реагирующий на продукты горения, способные воздействовать на поглощающую или рассеивающую способность излучения в инфракрасном, ультрафиолетовом или видимом диапазонах спектра.

Оптический дымовой пожарный извещатель, в свою очередь, делится на:

1) линейный пожарный извещатель (дымовой, тепловой) – это пожарный извещатель, реагирующий на факторы пожара в протяженной, линейной зоне.

2) точечный пожарный извещатель (дымовой, тепловой) – это пожарный извещатель, реагирующий на факторы пожара в компактной зоне. [5]

3) пожарный аспирационный извещатель – это пожарный извещатель, использующий принудительный отбор воздуха из защищаемого объема с мониторингом ультрачувствительными лазерными или оптическими дымовыми извещателями. [6]

4) автономный пожарный извещатель – это пожарный извещатель, реагирующий на определенный уровень концентрации аэрозольных продуктов горения (пиролиза) веществ и материалов и, возможно, других факторов пожара, в корпусе которого конструктивно объединены автономный источник питания и все компоненты, необходимые для обнаружения пожара и непосредственного оповещения о нем.

б) дымовой ионизационный (радиоизотопный) пожарный извещатель – это пожарный извещатель, принцип действия которого основан на регистрации изменений ионизационного тока, возникающих в результате воздействия на него продуктов горения.

– Тепловые – это пожарные извещатели, реагирующие на определенное значение температуры и (или) скорости ее нарастания.

К тепловым извещателям относятся:

а) дифференциальный тепловой пожарный извещатель – это пожарный извещатель, формирующий извещение о пожаре при превышении скоростью нарастания температуры окружающей среды установленного порогового значения.

б) максимальный тепловой пожарный извещатель – это пожарный извещатель, формирующий извещение о пожаре при превышении температурой окружающей среды установленного порогового значения - температуры срабатывания извещателя.

в) максимально-дифференциальный тепловой пожарный извещатель – пожарный извещатель, совмещающий функции максимального и дифференциального тепловых пожарных извещателей.

– Пламени – приборы, реагирующие на электромагнитное излучение пламени или тлеющего очага.

– Газовые – это пожарные извещатели, реагирующие на газы, выделяющиеся при тлении или горении материалов.

– Комбинированные – пожарные извещатели, реагирующие на два или более фактора пожара. [5]

На настоящий момент можно выделить три основных типа систем автоматической пожарной сигнализации: пороговая, адресная опросная и адресно-аналоговая.

В пороговой (неадресной) сигнализации каждый пожарный извещатель (датчик), имеет прошитый еще на заводе-изготовителе, порог срабатывания. Например, в тепловом извещателе при достижении определенной пороговой температуры окружающей среды датчик подает сигнал на контрольную панель пожарной сигнализации. Второе отличие этих систем – радиальная топология построения шлейфов сигнализации. Т.е. от контрольной панели в разные стороны идут кабели пожарных шлейфов, часто их называют лучами. В каждый такой луч включают обычно около 20-30 датчиков, и при сработке одного из

них контрольная панель отображает только номер шлейфа (луча) в котором сработал пожарный извещатель.

В адресно-опросной системе контрольная панель пожарной сигнализации периодически опрашивает подключенные к ней пожарные извещатели с целью выяснения их состояния. Также в подобных системах каждый датчик имеет свой адрес, поэтому при сработке сигнализации можно точно определить место возникновения пожара.

Адресно-аналоговые системы пожарной сигнализации являются на настоящий момент самыми передовыми. Главное отличие таких систем от предыдущих, это то, что решение о состоянии на объекте принимает контрольная панель, а не датчик. Сама контрольная панель является сложным вычислительным прибором, который производит непрерывный динамический опрос подключенных датчиков, анализирует значения, полученные от них и по результатам обработки этих данных принимает окончательное решение. Подобная схема работы позволяет выявлять очаги возгорания на ранних стадиях его развития и своевременно предотвратить возможные потери. [7]

### **1.1.3 Первичные средства пожаротушения**

Первичные средства пожаротушения (ПСП) – это инструменты и материалы, применяемые для огнетушения, действенные в начальной стадии возгорания. Эти средства могут быть использованы людьми, не обладающими профессиональными знаниями борьбы с огнем, до прибытия на объект пожарной бригады.

К видам ПСП относят огнетушащие вещества (вода, песок и земля) и материалы, пожарный ручной инструмент и инвентарь, пожарное оборудование.

Вода – самое популярное средство борьбы с огнем. Когда вода подается на очаг возгорания, часть не испарившейся жидкости впитывается и снижает температуру горящего объекта. Растекаясь по полу, вода препятствует

возгоранию не охваченных пламенем частей интерьера. Песок и земля – вещества, эффективно борющиеся с воспламенением горючих жидкостей (бензин, масла, смолы, керосин и др.).

К огнетушащим материалам относятся: кошма, металлические мелкоячеистые сетки, асбестовые полотна. Они предназначены для того, чтобы оградить очаг возгорания от доступа кислорода. Это достаточно эффективно, если очаг возгорания имеет небольшую площадь.

На пожарных стендах и пожарных щитах располагается пожарный инструмент: ломы, лопаты, багры, крюки, топоры и другое. Пожарный инструмент используется для транспортировки огнетушащих веществ в зону возгорания, а также для разбора тлеющих конструкций, вскрытия дверей.

Пожарный кран и огнетушитель являются пожарным оборудованием.

Кран пожарный применяется в комплекте с пожарным стволом и пожарным рукавом на внутреннем противопожарном водоснабжении. Может использоваться как для тушения небольшого пожара, так и для серьезного противостояния огню в качестве дополнительного средства пожаротушения.

Огнетушитель – стационарное или ручное устройство, предназначенное для пожаротушения путем выброса запасенного огнетушащего состава. [8]

#### **1.1.4 Мониторинговые системы**

Для наблюдения за состоянием объекта проводят мониторинг этого объекта.

Предотвратить гибель людей и минимизировать материальный ущерб от пожаров позволяет внедрение технологии раннего предупреждения о пожарах – пожарного мониторинга. С помощью этой системы происходит контроль за ситуацией на объекте экономики круглосуточно, и если обнаруживается какая-либо неисправность или начинается возгорание, дежурный диспетчер сразу увидит это на экране монитора. [9]

Мониторинг – процесс инструментального автоматизированного круглосуточного наблюдения за отдельными параметрами объектов. Целью мониторинга является предупреждение чрезвычайных ситуаций. [10]

Основными целями и задачами системы пожарного мониторинга являются:

- автоматизированный вызов сил подразделений Федеральной противопожарной службы на объекты;
- контроль за распространением пожара и передача актуальных сведений о развитии ситуации на объекте в пожарную часть;
- указание направлений распространения опасных факторов пожара на плане объекта с точностью до извещателя;
- своевременное определение путей эвакуации и планирование первоочередных мер по ликвидации пожаров;
- сбор, хранение и передача информации о состоянии работы систем пожарной сигнализации в зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей. [9]

### **1.1.5 Системы оповещения**

Когда пожар обнаружен, необходимо оповестить людей о возникшей ситуации.

«Система оповещения – это организационно-техническое объединение сил, средств связи и оповещения, сетей вещания, каналов сети связи общего пользования, обеспечивающих доведение информации и сигналов оповещения до органов управления, сил РСЧС и населения».

Системы оповещения создаются на:

- федеральном уровне (территория Российской Федерации);
- межрегиональном уровне (территория федерального округа);
- региональном уровне (территория субъекта РФ);

- муниципальном уровне (территории муниципального образования);
- объектовом уровне (район размещения потенциально опасного объекта). [11]

Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) – комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара, необходимости эвакуироваться, путях и очередности эвакуации. [12]

## **1.2 Разновидности каналов связи**

Информация о состоянии объекта от объектовой станции к пультовой может передаваться по различным каналам связи.

Канал связи – система технических средств и среда распространения сигналов для передачи сообщений (не только данных) от источника к получателю (и наоборот). [13]

Для передачи сообщений могут использоваться следующие каналы связи:

- Телефонные проводные сети;
- Каналы сотовой связи GSM;
- Каналы сотовой связи GPRS;
- IP-сети (Ethernet/Internet);
- Радиоканал.

Проводная телефонная связь – телефонное соединение между пользователями телефонной связи, посредством проводных соединений. [14]

GSM (Global System for Mobile Communications) – глобальный стандарт цифровой мобильной сотовой связи, с разделением каналов по времени и частоте. [15]

GPRS (General Packet Radio Service) – надстройка над технологией мобильной связи GSM, выполняющая пакетную передачу данных. С помощью GPRS пользователь сети сотовой связи может производить обмен данными с другими устройствами в сети GSM, а также с внешними сетями, в том числе Интернет. [16]

IP-сети – это вид сети связи, использующий для передачи пакетов данных IP-протокол в качестве протокола сетевого уровня. [17]

Радиоканал – это полоса частот установленной ширины, отводимая для радиопередачи данного вида. [18]

### **1.3 Изменения в нормативно-правовой базе в области пожарной безопасности**

В 2013 году уже видны результаты внедрения системы автоматического вызова пожарной охраны: с 2009 по 2012 гг. – снижение числа пожаров и погибших более, чем в 7 раз.

На сегодняшний день Федеральный закон № 123-ФЗ и другие нормативные документы, перечисленные ниже, определяют, что для:

- детских дошкольных образовательных учреждений,
- специализированных домов престарелых и инвалидов,
- больниц,
- спальных корпусов образовательных учреждений интернатного типа,
- общеобразовательных учреждений,
- общеобразовательных учреждений начального профессионального и среднего профессионального образования,
- объектов, на которых отсутствует персонал, ведущий круглосуточное дежурство

передача извещения о пожаре в подразделении пожарной охраны по выделенному в установленном порядке радиоканалу или другим линиям связи в автоматическом режиме будет проходить без участия персонала объектов и других организаций, является обязательным к исполнению требованиям. [1]

Положения нормативных документов.

Свод Правил СП 5.13130.2009:

«14.4...На объектах класса функциональной опасности Ф1.1 и Ф4.1 извещения о пожаре должны передаваться в подразделения пожарной охраны по выделенному и установленному в установленном порядке радиоканалу и другим линиям связи в автоматическом режиме без участия персонала объектов и любых организаций, транслирующие эти сигналы... При отсутствии на объекте персонала, ведущего круглосуточное дежурство, извещение о пожаре должны передаваться в подразделения пожарной охраны по выделенному в установленном порядке радиоканалу или другим линиям связи в автоматическом режиме». [5]

Строительные нормы и правила СНиП 31-06-2009 «Общественные здания и сооружения»:

«3.16 ... Здания дошкольных образовательных учреждений, школ, домов-интернатов для инвалидов и престарелых, домов для детей инвалидов должны быть оборудованы каналом передачи информации автоматической пожарной сигнализации в пожарную часть...». [19]

В федеральном законе от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» обозначены технические требования к объектовым системам противопожарной защиты. [1]

Одно из требований № 123-ФЗ говорит о сохранении работоспособности линий связи до полной эвакуации людей на безопасную территорию.

Статья 82. Требование пожарной безопасности к электроустановкам зданий, сооружений и строений:

«Кабельные линии и электропроводка систем противопожарной защиты, средств обеспечения деятельности подразделений пожарной охраны, система

обнаружения пожара, оповещение и управление эвакуации людей при пожаре, аварийного оповещения на путях эвакуации, аварийной вентиляции и противодымной защиты, автоматического пожаротушения, внутреннего противопожарного водопровода, лифтов для подразделения пожарной охраны в зданиях и сооружениях должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для выполнения их функций и эвакуации людей в безопасную зону». [1]

Статья 103. Требования к автоматическим установкам пожарной сигнализации «Линии связи между техническими средствами автоматических установок пожарной сигнализации должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для выполнения их функций и эвакуации людей в безопасную зону». [1]

1.6 Реализация требований ФЗ при применении беспроводных систем противопожарной защиты

Одним из возможных вариантов реализации требований Технического регламента по живучести и электромагнитной устойчивости является применение профессиональных беспроводных адресно-аналоговых систем пожарной сигнализации с двухсторонним протоколом обмена.

В ГОСТ-Р 53325 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний»

«Пункт 3.34: линия связи: Провода, кабели, оптическое волокно, радиоканал или другие средства передачи сигналов, обеспечивающие взаимодействие и обмен информацией между компонентами системы пожарной сигнализации». [20]

Пункт 7.2.11 «Приборы, их компоненты, а также иные технические средства противопожарной защиты, взаимосвязь с которыми осуществляется по радиоканальным линиям связи, должны быть адресными и обеспечивать между собой двухсторонний обмен данными. Достоверность передачи информации по радиоканальным линиям связи должна быть обеспечена техническими решениями, определяемыми производителем». [20]

К техническим решениям можно отнести возможности перехода на резервные частотные каналы, использование специальных протоколов обмена и другие способы повышения достоверности и надежности системы связи.

В своде правил СП 5.13130.2009:

«Пункт 13.15.1: в качестве шлейфов пожарной сигнализации и соединительных линий связи могут применяться как проводные, так и не проводные каналы связи». [5]

Свод правил СП 3.13130.2009:

«Пункт 2.6: соединительные линии: Проводные и не проводные линии связи, обеспечивающие соединения между средствами пожарной автоматики»

«Пункт 3.4: Радиоканальные соединительные линии, а так же соединительные линии в СОУЭ с речевым оповещением должны быть обеспечены, кроме того, системой автоматического контроля их работоспособности». [12]

#### **1.4 История пожарного мониторинга в России**

Пожары всегда преследуют окружающий наш мир. Ещё в древности люди начали думать, как бороться с пожарами. Прообразом пожарной охраны древней столицы была «пожарная повинность». Территория города разбивалась на участки (10 дворов) и осуществлялось круглосуточное посменное дежурство, с обязательным обходом территории в ночное время. Обязанность дежурного заключалась в оповещении соседей о пожаре, организации незамедлительного тушения очага возгораний и локализации распространения пламени.

Начало XIX века ознаменовано массовым строительством пожарных депо в России. Пожарная каланча, жилые помещения, конюшни, пожарное депо, со съезжим двором для конных обозов и инвентаря, располагались в комплексе зданий полицейского участка, в центре города. Смотровая площадка пожарной каланчи была самым высоким местом для панорамного осмотра

города и его окрестностей. На ней дежурный нес круглосуточную вахту. Заметив пожар, он звонил в тревожный колокол, сообщал брандмейстеру место и степень развития пожара (задымление или открытый огонь, тип и количество строений, охваченных пламенем). Днем, обыватели узнавали информацию о пожаре, по вывешенным на коромысле крестам и шарам из кожи. Ночью, при помощи блока, часовой поднимал наверх зажженные фонари, с белыми или красными стеклами. Шары, кресты и фонари обозначали место и категорию пожара. Красный цвет флажка днем (фонаря ночью), вывешенных на коромысле сбоку, означал высшую степень опасности пожара и сбор всех частей. [21]

После появления телефона получать информацию о пожаре стали по звонкам. Существующая на данный момент система вызова экстренных служб по телефонным номерам 01, 02, 03 и 04 сложилась в СССР в 30х годах XX века. И с этого времени вся информация о пожарах стала приходить на телефон. Человек, обнаруживая пожар, звонит по номеру «01» и сообщает пожарной охране о возникшей ситуации. После чего пожарная дружина выдвигается на тушение пожара. Данная система действует и по сегодняшний день.

Однако, статистика пожаров в больницах и домах престарелых за 2007–2009 гг. показала, насколько остро стоит проблема пожарной безопасности социальных объектов.

Трагические события выявили необходимость внедрения новых технологий для обеспечения пожарной безопасности. В первую очередь необходимо было принять меры для уменьшения времени реагирования сил пожаротушения, которые приезжали на объекты слишком поздно.

Академией государственной противопожарной службы МЧС России еще в 2007 г. был проведен анализ динамики развития пожара. Так, по усредненной статистике, пожар линейно развивается первые 20–25 мин., после чего начинаются процессы, связанные с разрушением самого здания. Время прибытия пожарных должно составлять не более 10 мин. в городе и 20 мин. за городом. Но из-за позднего поступления сигнала о возгорании спасатели

прибывают на 30-й минуте пожара, а в отдельных случаях и на 40-й, когда уже нечего тушить и никого не спасти.

Президентом и Правительством РФ перед МЧС была поставлена задача: исключить человеческий фактор, то есть создать систему автоматической передачи сигнала о пожаре с социальных объектов в пожарную часть.

Был объявлен открытый конкурс на выполнение опытно-конструкторской работы "Разработка автоматизированной системы мониторинга, обработки и передачи данных о параметрах возгорания, угрозах и рисках развития крупных пожаров в сложных зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей, в том числе в высотных зданиях (ОКР "АСМОП"), предусмотренной п. 2.6.3.20 ч. II "Единого тематического плана НИОКР МЧС России на 2008– 2010 гг.".

После оценки и сопоставления заявок на участие в конкурсе победителем был определен крупнейший в мире центр научных разработок в области пожарной безопасности, а также создания и внедрения технических средств пожарной охраны ФГБУ ВНИИПО МЧС России, выбравший соисполнителем ЗАО «АРГУС-СПЕКТР», имевшее большой опыт в разработке и производстве систем охранной и пожарной сигнализации.

После проведения опытной эксплуатации, доработки и государственных испытаний в установленном порядке был принят на снабжение в системе МЧС России разработанный программно-аппаратный комплекс. Приказ МЧС от 28.12.2009 № 743 определил минимальные технические требования к таким комплексам под условным обозначением ПАК "Стрелец-Мониторинг". [22]

В 2010-2012 годах были проведены открытые конкурсы на поставку ПАК «Стрелец-Мониторинг» в подразделения федеральной противопожарной службы. В 2012 году внесены изменения в федеральный закон № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», согласно которому все школы, больницы, детские сады и другие социально значимые объекты должны быть оснащены системами пожарного мониторинга.

## 2 ПАК «Стрелец-Мониторинг»

Каждый год происходит большое количество пожаров, которые приносят большой вред людям. В связи с гибелью людей при пожарах с 2007 по 2009 года на социальных объектах было принято решение внедрить новые технологии для спасения жизней. Была поставлена задача перед МЧС России: создать автоматическую систему передачи сигнала о пожаре с социальных объектов в пожарную часть для уменьшения времени реагирования пожарной бригады. Решением задачи стал разработанный программно-аппаратный комплекс «Стрелец-Мониторинг», принятый на снабжение приказом № 743 от 28.12.2009.

22 июля 2009 г. вступил в силу Федеральный закон Российской Федерации № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". 10 июля 2012 г. был принят Федеральный закон РФ № 117-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

Основная суть внесенных изменений – обеспечение передачи извещений о пожаре по прямому бесплатному радиоканалу МЧС России или другим линиям связи со всех социальных объектов в подразделения пожарной охраны в автоматическом режиме без участия человека. Указанное требование имеет под собой важную экономическую составляющую. Большинство социально значимых объектов финансируется за счет средств соответствующих бюджетов. Тревожные сообщения от пожарной сигнализации на программно-аппаратный комплекс передаются в автоматическом режиме, а прием и отработка сообщений о пожаре, то есть выезд на объект, является государственной функцией МЧС и осуществляется на безвозмездной основе. То есть объекты защиты, подключенные к ПАК "Стрелец-Мониторинг" по радиоканалу МЧС, не оплачивают услугу по передаче сигнала "Пожар" (вызову спасателей).

ПАК «Стрелец-Мониторинг» служит для:

- обеспечения автоматизированного вызова сил пожаротушения;

- обеспечения сил пожаротушения и управления эвакуацией актуальной информацией о ситуации на объекте, в т.ч. отображения распространения дыма и пожара на плане объекта с точностью до извещателя с целью своевременного определения правильных путей эвакуации;

- взаимодействия с внешними автоматизированными системами в рамках единой дежурно-диспетчерской службы ЕДДС «01(112)»;

- раннего обнаружения неисправностей аппаратуры пожарной сигнализации на объекте с целью своевременного принятия мер по их ликвидации;

- контроля состояния технологического оборудования промышленных предприятий, электростанций и т.п. для выявления аварийных и предаварийных ситуаций;

- сбора, хранения и передачи информации о состоянии систем пожарной сигнализации в зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей, включая высотные здания.

ПАК «Стрелец-Мониторинг» обеспечивает подключение приборов и систем пожарной сигнализации, расположенных на объектах, посредством аппаратуры передачи извещений различных типов, использующих возможные каналы связи:

- радиоканал;
- телефонные проводные сети;
- каналы сотовой связи стандарта GSM;
- каналы сотовой связи стандарта GSM/GPRS;
- локальные вычислительные сети (Ethernet).

Каналы связи общего пользования, согласно нормам Минсвязи РФ, допускают до 5 % несостоявшихся вызовов из-за технических неисправностей или перегрузки сети связи.

В соответствии с "Концепцией построения комплексной радиоканальной системы адресного мониторинга безопасности объектов", утверждено МЧС России в 2008 году, использование каналов общего

пользования по вышеуказанной причине допускается только на территориях сельских поселений, имеющих низкую плотность объектов защиты. Поэтому радиоканал является основным каналом связи. Министерством обороны РФ Министерству по чрезвычайным ситуациям РФ выделена отдельная полоса радиочастот для радиосистемы «Стрелец-Мониторинг» на всей территории России.

Будучи двухсторонней радиоканальной системой, "Стрелец-Мониторинг" позволяет отследить, доставлен ли сигнал о пожаре с объекта защиты на пульт МЧС. При этом недостатки односторонних радиоканальных систем передачи извещений резко снижают надежность защиты объектов. В случае выхода из строя объектового оборудования (поломка или умышленное воздействие), задержка передачи сигнала будет составлять от нескольких часов до нескольких суток. В случае пожара это может привести к трагическим последствиям.

Радиосистема передачи извещений "Стрелец-Мониторинг" обладает следующими параметрами:

- Поддерживает до 8 тыс. приемопередающих станций в одной системе.
- Использует частотные диапазоны: 146-174 МГц, 403-470 МГц.
- Осуществляет контроль наличия связи со всеми элементами системы.
- Обеспечивает криптографическое закрытие передаваемой информации.
- Поддерживает динамическую маршрутизацию между всеми элементами системы.
- Дальность связи между станциями в открытом пространстве с радиомодемами "СМ146" на скорости 9.6 кбит/с: максимальная – 22 км, рабочая – 6-8 км (дальность связи с энергетическим запасом более 10 дБ). [23]

### 3 Сравнение проводных и беспроводных пожарных систем

Традиционные системы пожарной и охранно-пожарной автоматики состоят из технических средств, связанных между собой проводными линиями связи. Но вот уже несколько лет, и на отечественном, и на зарубежном рынках, активно внедряются радиоканальные системы пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Это такие системы, в которых взаимосвязь между всеми приборами в системе осуществляется по радиоканалу.

Рассмотрим преимущества и недостатки проводных и радиоканальных систем.

1. Проводные системы способны обеспечивать периферийные устройства электропитанием, в радиоканальных системах это не представляется возможным, так как источниками их питания являются основные и резервные литиевые батарейки, имеющиеся у каждого периферийного устройства.

2. И те и другие системы способны реализовывать двухсторонний обмен данными. В этом случае сигнал передается не только от главного устройства к дочерним, но и от дочерних к главному.

3. Проводные системы, по сравнению с радиоканальными, в меньшей степени, реагируют на внешние электромагнитные помехи, а также на ослабление сигнала, причиной которого могут быть строительные и иные конструкции, расположенные между приемно-контрольными приборами и периферийными техническими устройствами.

4. Времени, необходимого на монтаж оборудования, в радиоканальных системах затрачивается намного меньше, чем в проводных системах, т.к. там нужно ещё прокладывать линии связи.

5. Проводные системы больше подвержены механическому воздействию (возникновение короткого замыкания между проводами или их обрыв), в отличие от радиоканальных.

6. Наличие проводных линий связи может негативно отразиться на эстетичном виде помещения, так как провода могут ухудшать дизайн комнат (в

первую очередь это относится к дворцам, галереям, храмам). Что касается радиоканальных систем, они могут быть смонтированы с минимальным нарушением интерьеров объектов.

7. Проводные линии связи могут ограничивать расстояние между связываемыми техническими средствами, так как любой кабель имеет собственную погонную емкость и индуктивность. Значительное удлинение проводов приводит к ограничению максимально возможной передаваемой частоты электрического сигнала, снижению его уровня за счет воздействия собственной емкости и индуктивности и к искажению сигнала.

8. На работу проводных систем значительное влияние оказывает проведение реконструкции или капитального ремонта здания. В подобных ситуациях применение данных систем существенно снижает безопасность объекта. В большинстве случаев, системы пожарной сигнализации при проведении указанных работ демонтируют или отключают, это означает, что объект на время проведения работ остается незащищенным. При этом, во время ремонтных работ вероятность возникновения пожара возрастает, так как возникают склады строительного мусора, применяется электроинструмент. Использование же радиоканальных систем дает возможность их безостановочной работы либо, в крайнем случае, кратковременного отключения отдельных компонентов системы, а не всей сигнализации сразу.

9. Реконструкция зданий и сооружений предполагает коренную перестройку здания, например, укрепление стен, соединение двух помещений в одно, и наоборот, деление одной комнаты на несколько небольших. При такой перепланировке нужно в корне изменять структуру системы пожарной сигнализации. Не исключено, что помещение, ранее защищенное системой сигнализации, потребуется дополнительно оборудовать системой пожаротушения. При использовании радиоканальных систем данный вопрос решается весьма просто, а при применении проводных систем потребуется проведение достаточно серьезных мероприятий по замене кабельного хозяйства.

10. Радиоканальные системы стоят дороже проводных. [24]

11. Провода – это антенны для помех (грозы, сварка). Более 70 % ложных тревог происходят из-за наведенных помех на сигнальные провода от силовых проводов и кабелей. В беспроводных датчиках: нет проводов – нет помех.

12. Провода перегорают в начале пожара, а радиоканал устойчив к огню. Поэтому в радиоканальных системах есть контроль за распространением дыма.

13. Электромагнитная устойчивость систем противопожарной защиты: для большинства объектов требуется третья степень жесткости устойчивости к электромагнитным помехам, а для объектов тяжелой промышленности – четвертая. В большинстве случаев проводные системы едва обеспечивают вторую степень жесткости, а беспроводные системы могут обеспечить и третью, и четвертую степени.

14. В радиоканальных системах следует учитывать замену батареек, которые разрядятся через некоторое время.

Обобщим всё вышесказанное в сводной таблице А.1.

Проанализировав характеристики данных систем, можно сказать о том, что каждая система имеет свои преимущества и недостатки. При выборе системы для установки, в первую очередь, нужно исходить из характеристик самого объекта, так как на одном объекте будет лучше поставить беспроводную систему, а на другом – проводную.

#### **4 Расчет пожарной сигнализации для установки на объекте ТПУ**

Для повышения уровня безопасности на объекте нужно внедрять новое, усовершенствованное и более надежное оборудование. Внедрение внутриобъектовой пожарной сигнализации будет происходить в одном из учебных корпусов Томского политехнического университета, расположенного по адресу Усова, 7. Учебный корпус № 8 имеет 3 этажа и подвал.

В Своде правил СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» установлено, что для лекционных, читальных и конференц-залов, фойе, холлов, коридоров, гардеробных, книгохранилищ должны быть установлены дымовые датчики. [5]

В данной работе будут рассмотрены системы пожарной сигнализации двух производителей: «Аргус-Спектр» и «Болид».

ЗАО «Аргус-Спектр» – отечественный разработчик, производитель и экспортер инновационных беспроводных систем безопасности, широко реализуемых не только в России, но и за рубежом. Данная компания была основана в 1993 году. [25]

Компания «Болид» – это научно-внедренческое предприятие, основанное в 1991. Специализируется на производстве и поставке оборудования для систем безопасности, автоматизации и диспетчеризации. [26]

Компанией «Аргус-Спектр» была разработана интегрированная система безопасности (ИСБ) «Стрелец-Интеграл». Данное оборудование обеспечивает единообразный централизованный контроль радиоканальных и проводных (адресных и неадресных) извещателей и управление радиоканальными и проводными исполнительными устройствами.

Оборудование ИСБ разделяется на сегменты. Оборудование одного сегмента управляется контроллером сегмента (КСГ). В одном сегменте может функционировать до 127 устройств. Передача информации внутри сегмента

осуществляется по линиям связи интерфейса S2 в направлении к КСГ (информация об изменении состояния), либо обратно (команды управления).

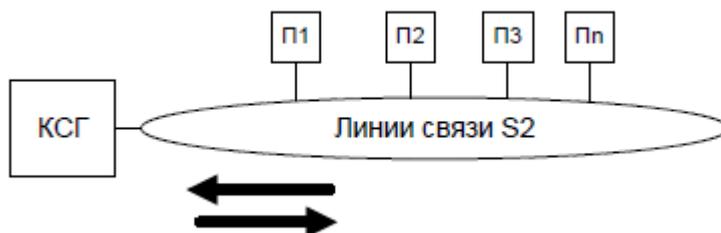


Рисунок 1 – Устройство сегментов в ИСБ «Стрелец-Интеграл»

В одной системе может функционировать до 254 сегментов. Оборудование различных сегментов управляется контроллером сети (КС), выполненным на базе персонального компьютера и ПО "Стрелец-Интеграл".

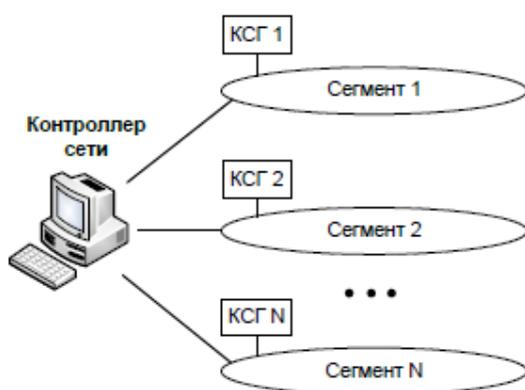


Рисунок 2 – Устройство контроллера сети в ИСБ «Стрелец-Интеграл»

Для установки внутриобъектовой пожарной сигнализации компании «Аргус-Спектр» потребуется следующее оборудование:

- Аврора-ДР: извещатель пожарный дымовой оптико-электронный радиоканальный адресно-аналоговый;
- ИПР-Р: извещатель пожарный ручной радиоканальный;
- РРОП-И: Контроллер радиоканальных устройств;
- РРОП-М2: прибор приемно-контрольный охранно-пожарный (радиорасширитель охранно-пожарный);
- БП-12/2А: блок бесперебойного питания;
- БПИ RS-И: блок преобразования интерфейсов;
- БУ32-И: блок управления.

В таблице 1 показано, сколько необходимо приборов для установки внутриобъектовой пожарной сигнализации компании «Аргус-Спектр» во всём учебном корпусе № 8 и их стоимость.

Таблица 1 – Оборудование ИСБ «Стрелец-Интеграл» для 8 корпуса

Прибор	Количество	Цена за шт.	Общая стоимость
АВРОРА-ДР	560	1850	1036000
ИПР-Р	30	2560	76800
РРОП-И	4	8650	34600
РРОП-М2	40	4316	172640
БП-12/2А	4	2436	9744
БПИ RS-И	4	3680	14720
БУ 32-И	1	6088	6088
		Всего	1350592

Охранно-пожарная сигнализация (ОПС) «Болид» включают в себя объемную номенклатуру элементов системы: пожарные датчики, контрольные панели, служащие для приема и обработки сигналов, поступающих с извещателей, расширители, источники бесперебойного питания, контроллеры доступа и иное оборудование.

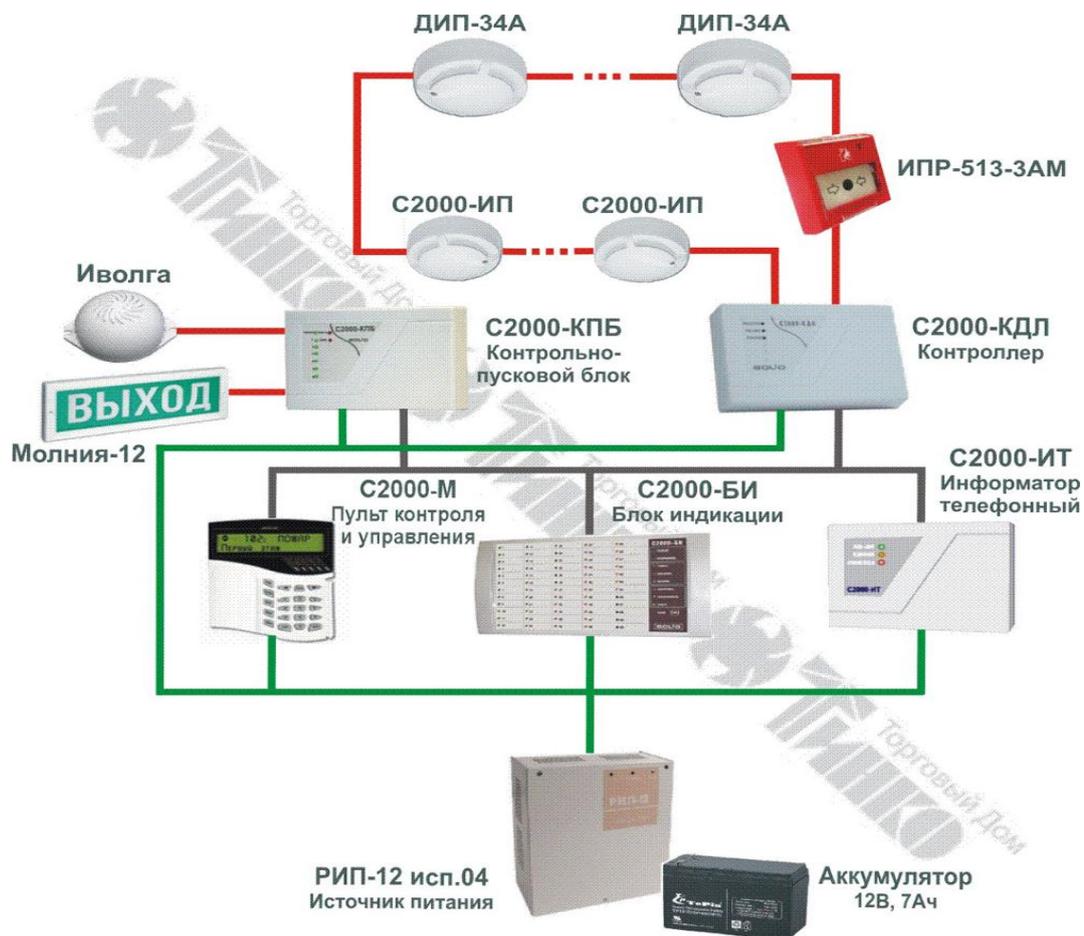


Рисунок 3 – Построение охранно-пожарной сигнализации «Болид» [28]

Для установки внутриобъектовой пожарной сигнализации компании «Болид» потребуется следующее оборудование:

- ДИП-34А: извещатель пожарный дымовой оптико-электронный адресно-аналоговый;
- ИПР 513-3АМ: извещатель пожарный ручной адресный;
- С2000-КДЛ: контроллер адресный двухпроводной линии связи;
- ИВЭПР 12/2 2x7: источник вторичного электропитания резервированный;
- С2000М: пульт контроля и управления охранно-пожарный;
- С2000-БКИ: блок индикации с клавиатурой.

В таблице 2 показано, сколько необходимо приборов для установки внутриобъектовой пожарной сигнализации компании «Болид» в учебном корпусе № 8 и их стоимость.

Таблица 2 – Оборудование компании «Болид» для 8 корпуса

Прибор	Количество, шт.	Цена за шт.	Общая стоимость
ДИП 34А	560	962	538720
ИПР 513-3АМ	30	720	21600
С 2000 КДЛ	8	2330	18640
ИВЭПР 12/2 2x7	4	1830	7320
пульт С2000М	1	6940	6940
С2000БКИ	1	4620	4620
		Всего	597840

Для того чтобы установить оборудование на объекте потребуется определенное количество кабелей и кабель-каналов.

При установке приборов ИСБ «Стрелец-Интеграл» потребуются кабели:

- КПСНГ(А)-FRLS для интерфейса устройств.
- КСВВНГ(А)-LS для питания устройств.

При установке приборов компании «Болид» потребуется провод КПСНГ(А)-FRLS, предназначенный для питания и интерфейса устройств.

Таблица 3 – Необходимое количество проводов и их стоимость

Провода	Длина, м		Цена за м		Общая стоимость	
	Стрелец	Болид	Стрелец	Болид	Стрелец	Болид
КПСНГ(А)-FRLS	50	7240	7,663	7,663	383,15	55480,12
КСВВНГ(А)-LS	1397,5	–	3,89	–	5436,275	–
Кабель-канал	820	5700	30	30	24600	171000
				Всего:	30419,425	226480,1

При установке внутриобъектовой пожарной необходимо учитывать стоимость работ монтажников и инженерно-технических работников на установку оборудования: монтаж, конфигурация.

Таблица 4 – Трудозатраты на установку пожарной сигнализации

	Чел час		стоимость одного часа		Общая стоимость	
	Стрелец	Болид	Стрелец	Болид	Стрелец	Болид
монтажники	260	1100	200	200	52000	220000
ИТР	40	40	300	300	12000	12000
					64000	232000

Рассчитанные параметры: стоимость самого оборудования, необходимое количество кабелей и стоимость работ, – обобщим в таблице 5.

Таблица 5 – Затраты на установку пожарной сигнализации

Сравнительные параметры	Стрелец	Болид
Оборудование	1350592	597840
Провода	30419,425	226480,1
Трудозатраты	64000	232000
Всего	1445011,425	1056320,12

Исходя из полученных расчетов, можно увидеть, что установка оборудования компании «Болид» обходится дешевле, чем «Стрелец-Интеграл» почти на 400 тыс. рублей. Это является преимуществом данной системы.

К преимуществам «Стрелец-Интеграл» можно отнести:

- скорость монтажа, т.е. можно не прерывать учебный процесс, чтобы установить приборы
- сохранение интерьера здания, это означает, что нет необходимости просверливать лишние дырки в стенах для прокладки проводов (а так как здание исторически ...) (работа реставраторов намного дороже, чем монтаж такой сигнализации)
- меньше пыли.
- при сопряжении сигнализации «Болид» со «Стрельцом-Мониторингом» не все датчики будут видны МЧС, а при использовании «Стрелец-Интеграл» и «Стрелец-Мониторинг» вместе все датчики будут видны МЧС.

## **5 Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

### **5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Суть выпускной квалификационной работы по теме: «Внутриобъектовая пожарная сигнализация и система автоматической передачи сигнала в пожарную часть» заключается в изучении разновидностей внутриобъектовых пожарных сигнализаций, расчете нескольких видов пожарной сигнализации в корпусе № 8 Томского политехнического университета.

Заинтересованными лицами в полученных данных и предложенных вариантах установления пожарной сигнализации будут являться сотрудники Томского политехнического университета, отвечающие за пожарную безопасность.

#### **5.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, приведенной в табл. 6.

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Двухсторонний обмен данными	0,09	5	5	1	0,45	0,45	0,09
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
3. Помехоустойчивость	0,07	3	4	4	0,21	0,28	0,28
4. Энергоэкономичность	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
5. Надежность	0,09	5	5	4	0,45	0,45	0,36
6. Безопасность	0,09	5	5	5	0,45	0,45	0,45
7. Монтаж	0,09	5	2	2	0,45	0,18	0,18
8. Количество выдаваемой информации	0,05	5	4	2	0,25	0,2	0,1
9. Устойчивость к огню	0,07	5	3	3	0,35	0,21	0,21
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	5	2	0,35	0,35	0,14
2. Уровень проникновения на рынок	0,03	5	5	3	0,15	0,15	0,09
3. Цена	0,09	2	4	5	0,18	0,36	0,45
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	4	3	0,28	0,28	0,21
5. Срок выхода на рынок	0,02	3	4	2	0,06	0,08	0,04
6. Наличие сертификации разработки	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
<b>Итого</b>	<b>1</b>						

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

### 5.1.3 Технология QuaD

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а

100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (табл. 7).

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Двухсторонний обмен данными	0,09	100	100	1	0,09
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	100	100	1	0,05
3. Помехоустойчивость	0,07	50	100	0,5	0,035
4. Энергоэкономичность	0,05	50	100	0,5	0,025
5. Надежность	0,09	100	100	1	0,09
6. Безопасность	0,09	100	100	1	0,09
7. Монтаж	0,09	100	100	1	0,09
8. Количество выдаваемой информации	0,05	100	100	1	0,05
9. Устойчивость к огню	0,07	100	100	1	0,07
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
10. Конкурентоспособность продукта	0,07	100	100	1	0,07
11. Уровень проникновения на рынок	0,03	100	100	1	0,03
12. Цена	0,09	35	100	0,35	0,0315
13. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	80	100	0,8	0,056
14. Срок выхода на рынок	0,02	50	100	0,5	0,01
15. Наличие сертификации разработки	0,07	100	100	1	0,07
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>0.86</b>

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, \quad (2)$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Таким образом,  $P_{cp} = 86$ . Исходя из полученного значения, можно сделать вывод о том, что разработка считается перспективной.

### 5.1.4 SWOT-анализ

**SWOT** – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

Рекомендуется результаты SWOT-анализа представлять в табличной форме (табл. 8).

Таблица 8 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>  С1. Привлечение опытного сотрудника.  С2. Актуальность проекта.  С3. Быстрое внедрение на рынок новой технологии.  С4. Подробное ознакомление с продукцией.  С5. Повышение уровня безопасности на объекте.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>  Сл1. Высокие цены на продукцию.  Сл2. Нехватка точных сведений об объекте подключения.  Сл3. Ограниченные финансовые возможности для реализации проекта.  Сл4. Отсутствие опыта в проектировании.  Сл5. Отсутствие прототипа научной разработки.</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Обширная область применения.  В2. Появление спроса на данную продукцию на зарубежных рынках.  В3. Поддержание проекта со стороны исполнительной власти Томской области.  В4. Финансирование проекта.</p>	<p>Актуальность проекта и быстрое внедрение данных технологий на рынок привлекает внимание предпринимателей не только в России, но и за рубежом. Поддержка в финансировании позволяет ещё быстрее продвигать продукцию на рынке.</p>	<p>Высокие цены могут уменьшить интерес покупателей к данной продукции. Недостаток опыта в расстановке оборудования.</p>

Продолжение таблицы 8

<p><b>Угрозы:</b>                  У1. Изменения в нормативно-правовой базе, касающихся данных разработок.                  У2. Развитая конкуренция технологий производства.                  У3. Большие затраты на реализацию проекта.                  У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции.</p>	<p>Изменения в НПБ могут уменьшить актуальность продукции. Проблема введения дополнительных требований к сертификации может значительно снизить скорость внедрения продукции на рынок.</p>	<p>Проблема финансирования проекта, так как на его реализацию уходит большое количество денег.</p>
---	--	--

Интерактивная матрица проекта помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Интерактивные матрицы данного проекта представлены в табл. 9, 10, 11, 12.

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	0	+	+	0	0
	B2	0	+	+	0	0
	B3	+	+	+	0	0
	B4	+	+	+	0	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1B2C2C3, B3C1C2C3, B4C1C2C3C5.

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	0	-	0	-
	B3	-	0	+	0	+
	B4	-	0	+	0	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B3B4C3C5.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	0	-	-	+	0
	У2	0	+	+	0	+
	У3	0	0	-	0	+
	У4	0	-	-	0	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и угроз: У1С4, У2С2С3С5, У3У4С5.

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	0	0	0	0
	У2	+	0	-	0	-
	У3	+	-	+	-	0
	У4	+	0	+	0	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1У2Сл1, У3У4Сл1Сл3.

## 5.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 13.

Таблица 13 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
Практические исследования	9	Составление сравнительной таблицы	Инженер, студент
	10	Проведение расчетов по теме	
Оценка полученных результатов	12	Оценка и анализ полученных результатов	Студент
	13	Эффективность предложенных идей	Научный руководитель, студент, инженер

### 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (3)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### 5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика (диаграммы Ганта), длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Согласно производственному и налоговому календарю на 2016 год, количество календарных 366 дней, количество рабочих дней составляет 247 дней, количество выходных и праздничных 119 дней (количество предпраздничных дней – 15, количество выходных дней – 104), таким образом:  $k_{\text{кал}} = 1,48$ .

Все рассчитанные значения сведены в табл. 14.

На основе табл. 14 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе табл. 15 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 14 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ожл}$ , чел-дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
Составление и утверждение темы ВКР	1	2	2	3	5	5	2	3	3	Студент и научный руководитель	1	2	2	1	3	3
Анализ актуальности темы	1	1	1	2	2	2	1	2	2	Студент и научный руководитель	1	1	1	1	1	1
Постановка задач	1	1	1	3	2	2	2	2	2	Студент	2	2	2	3	3	3
Определение стадий, этапов и сроков написания ВКР	2	1	2	5	2	4	3	2	3	Студент, научный руководитель	2	1	2	3	1	3
Подбор литературы по тематике работы	4	6	7	6	8	10	5	7	8	Студент	5	7	8	7	10	12
Сбор материалов и анализ существующих методик	7	14	14	9	17	17	8	15	15	Студент	8	15	15	12	22	22
Анализ конкурентных методик	3	7	7	5	9	9	4	8	8	Студент	4	8	8	6	12	12
Проведение расчетов по теме	10	5	5	15	7	7	12	6	6	Студент, инженер	6	3	3	9	4	4
Оценка и анализ полученных результатов	3	2	3	6	4	3	4	2	3	Студент, инженер	2	1	2	3	1	3
Работа над выводами по проекту	5	1	2	8	3	4	6	2	3	Студент, научный руководитель	3	1	2	4	1	3
Итого														49	58	66

Таблица 15 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме «Внутриобъектовая пожарная сигнализация и система автоматической передачи сигнала в пожарную часть»

№ работ	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр.		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение темы ВКР	Студент и научный руководитель	3														
2	Анализ актуальности темы	Студент и научный руководитель	1														
3	Постановка задач	Студент	3														
4	Определение стадий, этапов и сроков написания ВКР	Студент, научный руководитель	3														
5	Подбор литературы по тематике работы	Студент	12														
6	Сбор материалов и анализ существующих методик	Студент	22														
7	Анализ конкурентных методик	Студент	12														
8	Проведение расчетов по теме	Студент, инженер	4														
9	Оценка и анализ полученных результатов	Студент, инженер	3														
10	Работа над выводами по проекту	Студент, научный руководитель	3														

– студент; – научный руководитель; – инженер.

## 5.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

### 5.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхи} , \quad (7)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхи}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 16.

Таблица 16 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Z <sub>м</sub> ), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Бумага	лист	200	150	120	2	2	2	400	300	240
Картридж	шт.	1	2	1	1000	1000	1000	1000	2000	1000
Дополнительная литература	шт.	2	1	1	400	350	370	800	350	370
Флешка USB	(Гб)	8	4	8	65	110	68	520	440	544
Итого								2720	3090	2154

### 5.2.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$C_{осн/зн} = \sum t_i \cdot C_{зн_i} \quad (8)$$

где  $t_i$  - затраты труда, необходимые для выполнения  $i$ -го вида работ, в рабочих днях,  $C_{зн_i}$  - среднедневная заработная плата работника, выполняющего  $i$ -ый вид работ, (руб./день).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$C_{зн_i} = \frac{D + D \cdot K}{F}, \quad (9)$$

где  $D$  - месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы),  $K$  - районный коэффициент (для Томска – 30%),  $F$  – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Расходы на основную заработную плату определяются как произведение трудоемкости работ каждого исполнителя на среднедневную заработную плату. Расчет затрат на основную заработную плату приведен в таблице 17.

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя заработная плата, руб./дн.	Трудоемкость, раб. дн.			Основная заработная плата, руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	16751,29	989,8	7	5	7	6928,6	4949	6928,6
Студент	6976,22	412,2	34	41	45	14014,8	16900,2	18549
Инженер	10261,35	606,35	8	4	5	4850,8	2425,4	3031,7
<b>ИТОГО</b>						25794,2	24274,6	28509,3

### 5.2.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	6928,6	4949	6928,6	0,15	1039,29	742,35	1039,29
Студент	14014,8	16900,2	18549		2102,22	2535,03	2782,35
Инженер	4850,8	2425,4	3031,7		727,62	363,81	454,75
<b>Итого</b>					<b>3869,1</b>	<b>3641,2</b>	<b>4276,4</b>

### 5.2.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (10)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%\*.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 19).

\* Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования»

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	6928,6	4949	6928,6	1039,29	742,35	1039,29
Студент-дипломник	14014,8	16900,2	18549	2102,22	2535,03	2782,35
Инженер	4850,8	2425,4	3031,7	727,62	363,81	454,75
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
<b>Итого</b>						
<b>Исполнение 1</b>	<b>8038,8</b>					
<b>Исполнение 2</b>	<b>7565,2</b>					
<b>Исполнение 3</b>	<b>8884,9</b>					

#### 5.2.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (11)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы, равен 0,5.

$$\text{Исполнение 1: } Z_{\text{накл}} = (2720 + 25794,2 + 3869,1 + 8038,8) \cdot 0,5 = 20211,1$$

$$\text{Исполнение 2: } Z_{\text{накл}} = (3090 + 24274,6 + 3641,2 + 7565,2) \cdot 0,5 = 19285,5$$

$$\text{Исполнение 3: } Z_{\text{накл}} = (2154 + 28509,3 + 4276,4 + 8884,9) \cdot 0,5 = 16520,2$$

#### 5.2.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	2720	3090	2154	Пункт 2.4.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	25794,2	24274,6	28509,3	Пункт2.4.2
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3869,1	3641,2	4276,4	Пункт 2.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	8038,8	7565,2	8884,9	Пункт 2.4.4
5. Накладные расходы	20211,1	19285,5	21912,3	50 % от суммы ст. 1-4
6. Бюджет затрат НТИ	60633,15	57856,5	65736,9	Сумма ст. 1-5

Исходя из данных таблицы 20, наиболее бюджетным вариантом является исполнение 2. Самым затратным является исполнение 3.

### 5.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (12)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{финр.1}^{исп.1} = \frac{60633,15}{65736,9} = 0,92; I_{финр.2}^{исп.2} = \frac{57856,5}{65736,9} = 0,88; I_{финр.3}^{исп.3} = \frac{65736,9}{65736,9} = 1;$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (13)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	2	3
3. Помехоустойчивость	0,15	5	3	4
4. Энергосбережение	0,20	4	5	3
5. Надежность	0,25	4	4	2
6. Материалоемкость	0,15	5	4	3
ИТОГО	1			

$$I_{p-исп1} = 5*0,1+4*0,15+5*0,15+4*0,2+4*0,25+5*0,15=4,4;$$

$$I_{p-исп2} = 3*0,1+2*0,15+3*0,15+5*0,2+4*0,25+4*0,15=3,65;$$

$$I_{p-исп3} = 3*0,1+3*0,15+4*0,15+3*0,2+2*0,25+3*0,15=2,9.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} \quad (14)$$

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{4,4}{0,92} = 4,8; \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}} = \frac{3,65}{0,88} = 4,1; \quad I_{исп.3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{финр}} = \frac{2,9}{1} = 2,9.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (15)$$

Таблица 22 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0.92	0,88	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	3,65	2,9
3	Интегральный показатель эффективности	4,8	4,1	2,9
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,85	0,6

Исходя из данных таблицы 22, наиболее эффективным является исполнение 1.

## **Вывод**

При выполнении данного раздела был проведен сравнительный анализ данной продукции с конкурентами. Были выявлены достоинства и недостатки каждого продукта по заданным критериям. Выполнен SWOT-анализ, в ходе которого были описаны сильные и слабые стороны проекта, его возможности и угрозы. Была посчитана перспективность разработки, она равна 86. Исходя из полученного значения, разработка считается перспективной.

Определена трудоемкость выполнения работ и разработан график проведения научного исследования.

Посчитана основная и дополнительная заработная плата всех исполнителей темы: руководителя, студента и инженера в 3х исполнениях.

Был сформирован бюджет затрат научно-исследовательского проекта. Наиболее бюджетным оказалось исполнение 2 = 57856,5 руб., а наиболее затратным исполнение 3 = 65736,9 руб., затраты на исполнение 1 = 60633, 15 руб. По окончании выполнения данного раздела была определена эффективность исследования.

По результатам расчетов наиболее эффективным вариантом стало исполнение 1, а наименее – исполнение 3. Эффективность исполнения 1 = 1, исполнения 2 = 0,85, исполнения 3 = 0,6.

## 6 Раздел «Социальная ответственность»

### Введение

В данном разделе выпускной квалификационной работы будут рассмотрены вредные и опасные производственные факторы.

В процессе работы на диспетчера учебного корпуса № 8 томского политехнического университета воздействуют следующие вредные и опасные факторы: пониженная и повышенная температура воздуха рабочей зоны, повышенный уровень статического электричества, электрический ток, недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны, нарушение правил пожарной безопасности, повышенный уровень шума на рабочем месте.

### 6.1 Производственная безопасность

Таблица 23 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ )		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Диспетчер в учебном корпусе № 8 ТПУ	Микроклимат Шум Освещение Электромагнитные поля	Пожар (замыкание в проводе пожарной сигнализации) Поражение электрическим током	СанПиН 2.2.4-548-96 ГОСТ 12.1.003-83 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 ГОСТ Р 12.1.019-2009

### 6.1.1 Микроклимат помещения

Для создания благоприятных условий работы санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения. Рабочая зона ограничивается высотой 2,2 м над уровнем пола, где находится рабочее место. При этом нормируются: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха (СанПиН 2.2.4.548 – 96). [29]

Нормы учитывают:

- 1) время года – холодный и переходный ( $+10^{\circ}\text{C}$  и ниже), теплый ( $+10^{\circ}\text{C}$  и выше) периоды;
- 2) категорию работ – легкая, средней тяжести и тяжелая;
- 3) характеристику помещения по тепловому облучению.

Указанные параметры микроклимата оказывают значительное влияние на работоспособность человека, его самочувствие и здоровье. При их определенных значениях человек испытывает состояние теплового комфорта, что способствует повышению производительности труда. И, наоборот, неблагоприятные значения микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производственных показателей в работе, привести к таким заболеваниям работающих как различные формы простуды, радикулит, хронический бронхит, тонзиллит и др.

Таблица 24 – Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, $^{\circ}\text{C}$		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Оптим. значение	Допустим. значение	Оптим. значение	Допустим. значение	Оптим. значение	Допустим. значение
1	2	3	4	5	6	7	8
Холодный	1а	22-24	20-25	60-40	15-75	0,1	0,1
Теплый	1а	23-25	21-28	60-40	15-75	0,1	0,1-0,2

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия, например, системы местного кондиционирования воздуха, применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), регламент времени работы и т.д.

### **6.1.2 Шум**

На рабочем месте диспетчера есть вероятность возникновения непостоянного шума из-за работы персонального компьютера, строительных работ на улице и шума от оборудования, находящегося в помещении.

При повышенном уровне шума орган слуха вынужден приспосабливаться к таким условиям, и его чувствительность снижается. У людей, работающих в условиях воздействия интенсивного шума, чаще наблюдается гипертоническая болезнь сердца, коронардиосклероз, стенокардия, инфаркт миокарда. Жалобы на боли в сердце, сердцебиение и перебои обычно возникают не при физической нагрузке, а в покое и при нервно-эмоциональном напряжении. Шум является одной из основных причин изменений сосудов головного мозга. Воздействие шума приводит к росту заболеваемости, ослабление организма, подавление его защитных сил, создаются благоприятные условия для заражения инфекциями.

Работа в диспетчерской относится к работе, выполняемой с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами, работе, требующая постоянного слухового контроля, операторской работе по точному графику с инструкцией, диспетчерской работе, что представляет собою уровень звука и эквивалентные уровни звука, равному 60дБА (ГОСТ 12.1.003-83). [30]

Защита от шума должна обеспечиваться разработкой шумобезопасной техники, применением средств и методов коллективной защиты, проведением строительно-акустических работ, применением средств индивидуальной защиты.

### **6.1.3 Освещенность**

Светотехнические параметры дисплея, размеры монитора и символов, цветовые параметры, яркость дисплея, частота обновления кадров и общая освещенность в помещении влияют на состояние зрения. Низкая освещенность дисплея ухудшает восприятие информации, а слишком высокая приводит к уменьшению контраста изображения знаков, что вызывает усталость глаз. Основными осложнениями при длительной работе на компьютере являются утомление глаз, и возникновение головной боли.

Работа на близком расстоянии (менее 50 см) вызывает покраснение глаз, слезотечение, резь и ощущение инородного тела в глазах, что может привести к их сухости, светобоязни, плохой видимости в темноте (в некоторых случаях заболевание катарактой) из-за постоянных электромагнитных излучений дисплея.

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. [31]

В помещениях должно быть смешанное (естественное и искусственное) освещение. Естественное освещение в помещении осуществляется через световые проемы. При этом рекомендуется, чтобы оно было ориентировано на север и северо-восток. Осветительные установки размещают так, чтобы они обеспечивали равномерную рассеянность освещения. Светильники общего освещения следует располагать над рабочими поверхностями в равномерно прямоугольном порядке, чтобы величина искусственной освещенности составляла не менее 300 лк.

### **6.1.4 Электромагнитные поля**

Главной особенностью работы на персональном компьютере является длительное и значительное напряжение зрительных функций оператора,

обусловленное необходимостью различать объекты (символы, знаки и др.) при различных условиях (строчная структура экрана, мелькание изображений, недостаточная освещенность поля экрана).

Нервное и эмоциональное напряжение при работе на персональном компьютере возникает из-за дефицита времени, высокой плотности и большого объема информации, особенности диалогового режима при обращении человека с ЭВМ, ответственности за безошибочность информации. Электромагнитные излучения ухудшают работу сосудов головного мозга, что вызывает ослабление памяти, остроты зрения.

Использование искусственного освещения в помещениях, где предполагается эксплуатация персонального компьютера, надлежит осуществлять по системе равномерного освещения всей площади помещения. Следует в качестве источника света при искусственном освещении помещения применять в большей степени люминесцентные лампы с рассеивателями и экранирующими решетками. Не разрешается применять светильники, в которых отсутствуют рассеиватели и экранирующие решетки.

Оконные проемы следует оборудовать регулируемыми устройствами, такими как жалюзи, занавеси, внешние козырьки и т.д.

Площадь, предназначенная для одного рабочего места пользователя ЭВМ основанного на электронно-лучевой трубке должна быть более  $6\text{ м}^2$ , а объем производственного помещения для одного работающего более  $20\text{ м}^3$ . При эксплуатации персональных компьютеров на основе ЭЛТ (без каких-либо вспомогательных устройств, таких как принтер, сканер и др.), которые отвечают всем предписаниям международных стандартов по безопасности компьютеров, продолжительностью работы не более 4 часов в день разрешено допускать минимальную площадь в  $4,5\text{ м}^2$  на одно рабочее место.

В помещениях, где располагаются персональные компьютеры на базе жидкокристаллических или плазменных экранов, пространство, предназначенное для одного рабочего места, составляет не менее  $4,5\text{ м}^2$ .

Обязательным требованием к помещению, где размещены рабочие места с персональными компьютерами, является оборудование помещений защитным заземлением. В этих помещениях следует проводить ежедневную влажную уборку и после каждого часа работы на ЭВМ необходимо проводить систематическое проветривание помещения.

Для внутренней отделки интерьера помещений следует использовать материалы с матовой фактурой и светлых, пастельных тонов. Для отделки пола используются гладкие, нескользящие материалы, обладающие антистатическими свойствами.

Для обеспечения наиболее оптимальной работоспособности, а также сохранения здоровья пользователя, в течение рабочей смены должны быть установлены регламентированные перерывы.

При работе с компьютером допустимые уровни электромагнитных полей указаны в таблице. Они нормируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. [32]

Таблица 25 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Количественно величины уровней ЭМП измеряются приборами.

### 6.1.5 Электробезопасность

В процессе использования электроприборов и электрооборудования может возникнуть опасность поражения электрическим током. Большинство специалистов и исследователей в области электробезопасности указывают на

следующие действия, которые производит электрический ток, проходя через организм человека:

а) термическое действие – проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высоких температур внутренних тканей человека, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства;

б) электролитическое действие – проявляется в разложении органической жидкости, в том числе и крови, что вызывает значительные нарушения их физико-химического состава;

в) механическое действие – приводит к разрыву тканей и переломам костей;

г) биологическое действие – проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей в организме, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, присущих нормально действующему организму.

По опасности поражения током диспетчерская относится к помещениям без повышенной опасности, т.к. характеризуется отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность. Чтобы исключить опасность поражения необходимо соблюдать следующие правила электробезопасности:

- перед включением прибора в сеть должна быть визуально проверена его электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпус;

- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети устройство и устранить неисправность;

- запрещается при включенном устройстве одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление (например, радиаторы отопления, водопроводные краны и др.)

- запрещается эксплуатация оборудования в помещениях с повышенной опасностью;

- запрещается включать и выключать устройство при помощи штепсельной вилки. Штепсельную вилку включать и выключать из розетки можно только при выключенном устройстве. [33]

В соответствии с ГОСТ 12.1.002–84 [34] нормы допустимых уровней напряженности электрических полей зависят от времени пребывания человека в контролируемой зоне. Время допустимого пребывания в рабочей зоне в часах составляет  $T=50/E-2$ . Работа в условиях облучения электрическим полем с напряженностью 20–25 кВ/м продолжается не более 10 минут. При напряженности не выше 5 кВ/м присутствие людей в рабочей зоне разрешается в течение 8 часов.

Существуют следующие способы защиты от поражения током в электроустановках:

- предохранительные устройства;
- защитное заземление;
- применение устройств защитного отключения (УЗО);
- зануление.

Самый распространенный способ защиты от поражения током при эксплуатации измерительных приборов и устройств – защитное заземление, которое предназначено для превращения "замыкания электричества на корпус" в "замыкание тока на землю" для уменьшения напряжения прикосновения и напряжения шага до безопасных величин (выравнивание потенциала) [35].

## **6.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

При эксплуатации пожарной сигнализации в проводе может возникнуть короткое замыкание, которое может привести к возникновению пожара.

### **6.2.1 Пожарная безопасность**

Пожар – это неконтролируемое горение вне специально отведенного очага, приносящее материальный ущерб. В соответствии с положениями ГОСТ 12.1.033-81[36], термин пожарная безопасность обозначает такое состояние объекта, при котором с определенной вероятностью исключается вероятность

возникновения и развития бесконтрольного пламени и воздействия на людей опасных критериев пожара, и обеспечение сохранности материальных ценностей.

Пожарная безопасность объектов народного хозяйства, в том числе электрических установок, регламентируется ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», а также строительными нормами и правилами, межотраслевыми Типовыми правилами пожарной безопасности на отдельных объектах.

В соответствии с ФЗ РФ № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г. по оценке пожарной опасности производства, диспетчерская корпуса № 8 относится к категории Ф4.2 (здания образовательных учреждений высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования повышения квалификации специалистов).

В качестве возможных причин пожаров в исследуемом помещении можно указать следующие:

- короткое замыкание;
- перегрузка сетей, влекущая за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции;
- человеческий фактор.

Мероприятия, необходимые для предупреждения пожаров:

- проведение противопожарного инструктажа;
- соблюдение норм, правил при установке оборудования, освещения, направленных на предупреждение возникновения пожара;
- эксплуатация оборудования в соответствии с техническим паспортом; рациональное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования;

Для тушения пожаров используются воздушно-механическая пена, углекислый газ, а также галогидрированные углеводороды. Так как основная

опасность – неисправность электропроводки, то при пожаре необходимо немедленно обесточить электросеть в помещении. Главный рубильник должен находиться в легкодоступном месте. До момента выключения рубильника, очаг пожара можно тушить сухим песком или углекислотными огнетушителями. Одновременно с этим необходимо сбить пламя, охватившее горючие предметы, расположенные вблизи проводников.

Водой и химическими пенными огнетушителями горящую электропроводку следует тушить только тогда, когда она будет обесточена.

При возникновении пожара обязанности по его устранению должны быть четко распределены между работниками лаборатории.

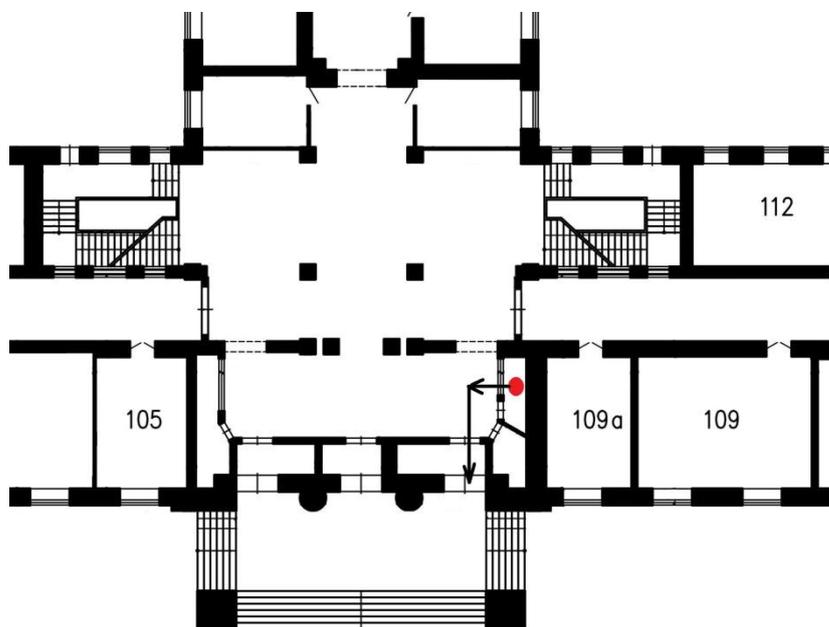


Рисунок 4 – План эвакуации из диспетчерской корпуса №8 ТПУ при возникновении пожара

### **6.3 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

При выполнении выпускной квалификационной работы на тему «Внутриобъектовая пожарная сигнализация и система автоматической передачи сигнала в пожарную часть» был изучен ряд нормативных документов.

В основе работы лежит Федеральный закон № 123 от 22.07.2008 (ред. от 13.07.2015) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". [1]

В этом законе в статье 83 предъявляются требования к системе пожарной сигнализации: «Система пожарной сигнализации должны обеспечивать подачу светового и звукового сигналов о возникновении пожара на приемно-контрольное устройство в помещениях дежурного персонала или на специальных выносных устройствах оповещения, а в зданиях классов функциональной пожарной опасности Ф1.1;Ф1.2;Ф4.1;Ф4.2- с дублированием этих сигналов на пульт подразделения пожарной охраны без участия работников объекта или транслирующих этот сигнал организации».

Т.к. учебный корпус № 8 томского политехнического университета относится к категории Ф4.2 (здания образовательных учреждений высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) специалистов), то установка ПАК «Стрелец-Мониторинг» на данном объекте является обязательным требованием.

Одно из требований ФЗ № 123 говорит о сохранении работоспособности линий связи до полной эвакуации людей в безопасную зону.

При проектировании системы пожарной сигнализации за основу был взят Свод Правил СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования». [5] С его помощью были расставлены пожарные извещатели, приемно-контрольные приборы и другое оборудование.

Был изучен Свод правил СП 3.13130.2009 «Система противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности». В пункте 3.4 сказано: «Радиоканальные соединительные линии, а так же соединительные линии в СОУЭ с речевым оповещением должны быть обеспечены, кроме того, системой автоматического контроля их работоспособности». [12]

В ГОСТ-Р 53325 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний» в пункте 7.2.11 говорится о том, что «приборы, их компоненты, а также иные технические средства противопожарной защиты, взаимосвязь с которыми осуществляется по радиоканальным линиям связи, должны быть адресными и обеспечивать между собой двухсторонний обмен данными». [20]

## Заключение

В ходе работы проанализированы способы уменьшения негативного влияния факторов пожара на людей, окружающую среду, материальные и культурные ценности. Изучена история пожарного мониторинга в России, его развитие.

В проделанной работе показаны нормы и требования к современным системам пожарного мониторинга и оповещения населения о ЧС.

Была изучена принятая на снабжение приказом №743 система ПАК «Стрелец-мониторинг» и предложена для установки на одном из корпусов ТПУ.

Подробно были изучены беспроводные и проводные системы пожарной сигнализации, выявлены их преимущества и недостатки.

Был проведен расчет пожарной сигнализации для учебного корпуса № 8 ТПУ. Были взяты беспроводная система «Стрелец-Мониторинг» и проводная система «Болид». Посчитаны затраты на оборудование, провода, стоимость услуг. Рассмотрено сопряжение каждой системы с ПАК «Стрелец-Мониторинг» для более эффективной работы.

По подсчетам, проводная система, с экономической точки зрения, более выгодная. Что касается «Стрелец-Интеграл», то к его преимуществам можно отнести:

- скорость монтажа, т.е. можно не прерывать учебный процесс, чтобы установить приборы
- сохранение интерьера здания, это означает, что нет необходимости просверливать лишние дырки в стенах для прокладки кабелей
- меньше пыли.
- при сопряжении сигнализации «Болид» со «Стрельцом-Мониторингом» не все датчики будут видны МЧС, а при использовании «Стрелец-Интеграл» и «Стрелец-Мониторинг» вместе все датчики будут видны МЧС.

## Список публикаций

1. Сравнительный анализ проводных и беспроводных систем, использующихся при эксплуатации пожарной сигнализации/ Потехина А.А.// Безопасность – 2016: Материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 19-22 апреля 2016 года, г. Иркутск
2. Информирование населения в масштабных экстренных ситуациях с использованием кратких телефонных сообщений/ Потехина А.А., Романцов И.И.// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. – № 1 (часть 3) – С. 321-324
3. Автоматические системы оповещения на опасных производственных объектах/ Потехина А.А., Романцов И.И.// Энергетика: эффективность, надежность, безопасность: Материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции, 2-4 декабря 2015 года, г. Томск – Том 1 – С. 147 – 149.
4. Применение мобильной телефонии в системе оповещения/ Потехина А.А.// Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность: Сборник трудов V-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, 25-29 мая 2015 года, г. Томск – Том 2 – С. 312 –316.
5. Современные технологии при оповещении населения в ЧС/ Потехина А.А., Романцов И.И.// Безопасность – 2015: Сборник научных трудов XX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 21-24 апреля 2015 года, г. Иркутск. Изд-во ИрННТУ, 2015, С. 90 – 93.
6. Внедрение системы автоматического вызова пожарной службы в РФ/ Потехина А.А., Романцов И.И.// Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, 5-6 ноября 2015 года, г. Юрга – Том 2 – С. 344 –347.

## Список использованных источников

1. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Инструктажи по пожарной безопасности [Электронный ресурс]/ Уголок пожарной безопасности. URL: [http://www.evacoplan.ru/rf\\_3.html](http://www.evacoplan.ru/rf_3.html), свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 25.10.2015 г.
3. Организация и проведение учений и тренировок по ГО, защите от ЧС, пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах [Электронный ресурс]/ Компьютерное учебно-методическое пособие для подготовки специалистов организаций города Москвы по навыкам поведения в чрезвычайных ситуациях и чрезвычайных ситуациях военного времени. URL: <http://www.obzh.ru/learn/u1-031.html>, свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 03.11.2015 г.
4. Система пожарной сигнализации [Электронный ресурс]/ Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Система\\_пожарной\\_сигнализации](https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_пожарной_сигнализации), свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 3.11.15 г.
5. Свод правил 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».
6. Пожарный аспирационный извещатель [Электронный ресурс]/ Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Пожарный\\_аспирационный\\_извещатель](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пожарный_аспирационный_извещатель), свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 8.11.15 г.
7. Типы пожарной сигнализации [Электронный ресурс]/ sechome.ru. URL: [http://www.sechome.ru/fire/type\\_of\\_fire.html](http://www.sechome.ru/fire/type_of_fire.html), свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 8.11.15 г.
8. Первичные средства пожаротушения [Электронный ресурс]/ Мир пожарной безопасности. URL: <http://mpb01.ru/uslugi/psp.html>, свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 10.11.15 г.

9. Пожарный мониторинг [Электронный ресурс]/ Частное охранное предприятие «Дельта». URL: <http://deltarb.ru/pozharnyy-monitoring>, свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 15.11.15 г.

10. Мониторинг [Электронный ресурс]/ Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Мониторинг>, свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 15.11.15 г.

11. Приказ МЧС РФ, Министерства информационных технологий и связи РФ и Министерства культуры и массовых коммуникаций РФ от 25 июля 2006 г. № 422/90/376 «Положения о системах оповещения населения».

12. Свод правил 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».

13. Канал связи [Электронный ресурс]/ Академик. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/anticris/71878>, свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 15.11.15 г.

14. Проводная телефонная связь [Электронный ресурс]/ Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Проводная\\_телефонная\\_связь](https://ru.wikipedia.org/wiki/Проводная_телефонная_связь), свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 20.11.15 г.

15. GSM [Электронный ресурс]/ Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GSM>, свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 20.11.15 г.

16. GPRS [Электронный ресурс]/ Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPRS>, свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 20.11.15 г.

17. Услуги телефонии [Электронный ресурс]/ Википедия. URL: [http://www.roilcom.ru/press/other/telephony\\_services.php](http://www.roilcom.ru/press/other/telephony_services.php), свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 20.11.15 г.

18. Радиоканал [Электронный ресурс]/ Википедия. URL: <http://wikipedia-info.ru/tag/radiokanal-viki/>, свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 20.11.15 г.

19. Строительные нормы и правила СНиП 31-06-2009 «Общественные здания и сооружения»
20. ГОСТ Р 53325-2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний»
21. История развития пожарной охраны [Электронный ресурс]/ Энциклопедия безопасности. URL: <http://protivpzhara.ru/rabota/podgotovka/istoriya-pozharnoj-oxrany>, свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 15.02.16 г.
22. Пожарный мониторинг: взгляд МЧС России [Электронный ресурс]/ Международный форум технологии безопасности URL: <http://www.secuteck.ru/articles2/firesec/pozharnyy-monitoring-vzglyad-mchs-rossii>, свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 27.02.16 г.
23. Внедрение системы автоматического вызова пожарной службы в РФ/ Потехина А.А., Романцов И.И./ Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения»/ Юрга – Т.2 – 5-6 ноября 2016г. – С.344 – 347.
24. Преимущества и недостатки радиоканальных систем пожарной автоматики [Электронный ресурс]/ polyset системы безопасности. URL: <https://polyset.ru/article/st010.php>, свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 05.03.16 г.
25. Каталог «Заводы Деловой России», 2014.
26. О компании [Электронный ресурс]/ bolid системы безопасности. URL: <http://bolid.ru/about/> <https://polyset.ru/article/st010.php>, свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 05.05.16 г.
27. Интегрированная система безопасности Стрелец-Интеграл. Руководство по эксплуатации. Санкт-Петербург, 2015.
28. Пожарная сигнализация Болид: принцип работы и возможности [Электронный ресурс]/ Виджио: установка систем безопасности. URL:

<http://vidzhio.ru/signalizaciya/vidy/provodnaja/ohranno-pojarnaya-signalizaciya-bolid>, свободный, – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 16.05.16 г.

29. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

30. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

31. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

32. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

33. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергия, 1981. – 590 с.

34. ГОСТ 12.1.002-84. Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.

35. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

36. ГОСТ 12.1.033-81. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения.

## Приложение А

Таблица А.1 – Сравнение проводных и беспроводных систем

Проводные системы	Беспроводные системы
Двухсторонний обмен связи	Двухсторонний обмен связи
Обеспечивают периферийные устройства электропитанием	Не могут обеспечить периферийные устройства электропитанием
Длительное время монтажа	Небольшое количество времени на монтаж оборудования
Дешевле радиоканальных систем	Дороже проводных систем
На внешние электромагнитные помехи реагируют меньше радиоканальных	Сильно реагируют на электромагнитные помехи
Провода – это помехи. Также может быть механическое воздействие на провода (обрыв, короткое замыкание между проводами)	Нет помех от проводов
Провода не устойчивы к огню	Радиоканал устойчив к огню
Могут не обеспечить нужную степень жесткости	Обеспечивают любую степень жесткости
Может повредить эстетическому виду помещения	Не сказывается на эстетическом виде помещений
Снижена безопасность объекта при проведении капитального ремонта (так как системы пожарной сигнализации демонтируют или отключают, это означает, что объект на время проведения работ остается незащищенным. При этом, во время ремонтных работ вероятность возникновения пожара увеличивается, так как возникают склады строительного мусора, применяется электроинструмент)	При проведении капитального ремонта есть возможность отключения отдельных компонентов системы, а не всей сигнализации сразу

## Продолжение таблицы А.1

<p>Могут возникнуть сложности при проведении реконструкции здания (при таких работах несколько помещений могут объединять в одно или из одного помещения делать несколько. При подобных перепланировках возникает необходимость изменения структуры системы пожарной сигнализации, в результате потребуется проведение дополнительных мероприятий по замене кабельного хозяйства)</p>	<p>Нет проблем при реконструкции здания. Если несколько помещений объединили в одно, или наоборот, из одного сделали несколько маленьких, достаточно просто переставить датчики</p>
---	---