

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
Тактика тушения пожара на радиационно опасных объектах при помощи робототехнических средств

УДК 614.842.6:621.865.8:621.039

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E11	Данилов Артем Юрьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин Александр Иванович	д.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Хаперская Алена Васильевна			

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., профессор		

Томск-2016г.

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения
Общекультурные компетенции	
P1	Организовать свою работу ради достижения поставленных целей с использованием эмоциональных и волевых особенностей психологии личности, готовности к сотрудничеству, расовой, национальной, религиозной терпимости, умения погашать конфликты, способностью к социальной адаптации, коммуникативностью, толерантностью
P2	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать личную ответственность за результаты работы.
P3	Использовать основные программные средства, глобальные информационные ресурсы и владение современными средствами телекоммуникаций, для решения профессиональных задач
P4	Использовать профессионально-ориентированную риторику, владеть методами создания понятных текстов, способностью осуществлять социальное взаимодействие на одном из иностранных языков
Общепрофессиональные компетенции	
P5	Применять глубокие знания в области техносферной безопасности в деятельности по организации защиты человека в чрезвычайных ситуациях, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях
P 6	Применять глубокие знания в области техносферной безопасности в деятельности по прогнозированию, измерению и профилактике негативных воздействий на человека и природную среду, а также деятельности по контролю технического состояния и применения используемых средств защиты.
P7	Организовывать и проводить установку, эксплуатацию и техническое обслуживание средств защиты, а также обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей.
P8	Использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники.
P9	Решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива в области анализа опасностей техносферы, исследования воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на население и промышленные объекты, разработки методов и средств защиты в чрезвычайных ситуациях.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) техносферная безопасность
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) С.В. Романенко
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E11	Данилову Артему Юрьевичу

Тема работы:

Тактика тушения пожара на радиационно опасных объектах при помощи робототехнических средств	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	14.04.2016 №2869/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2016
--	------------

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 материала изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделий в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ т.д.)	<i>Основной вид деятельности предприятия – АО «Сибирский химический комбинат»: расположен в Томской области, ЗАТО Северск. СХК занимается обеспечением потребностей атомных электростанций в уране для ядерного топлива. Входит в состав Топливной компании «ТВЭЛ» Госкорпорации «Росатом». А так же утилизацией жидких радиоактивных отходов.</i>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<i>– изучение аналитики пожарной и радиационной опасности технологического процесса как одного из заводов, так и СХК в целом); – прогнозирование последствий аварийных ситуаций в на РОО; – актуальность применения РТС при тушении пожаров на РОО;</i>

<i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью достижений мировой науки техники в рассмотрении области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i>	<i>– расчет сил и средств при условном пожаре на РОО; сделать выводы.</i>
Перечень графического материала	<i>Презентация на PowerPoint на 12 слайдах; План – схема расстановки сил и средств при тушении пожара без применения РТС в здании №1 завода «А»; План – схема расстановки сил и средств при тушении пожара с применением РТС в здании №1 завода «А»; План – схема расстановки сил и средств при тушении пожара с применением РТС в помещениях здания №1 завода «А».</i>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Старший преподаватель Хаперская Алёна Васильевна
Раздел «Социальная ответственность»	к.т.н., старший преподаватель Романцов Игорь Иванович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат на русском языке	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2016
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е11	Данилов Артем Юрьевич		

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

Выполнения выпускной квалификационной работы

<u>Срок сдачи студентом выполняемой работы:</u>	01.06.2016
---	------------

Дата контроля	Название раздела модуля)/ вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Введение	8
	1. Обзор литературы	10
	2. Объект и методы исследования	10
	3. Натурное обследование предприятия	10
	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
	5. Социальная ответственность	10
	6. Заключение	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

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

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E11	Данилов Артем Юрьевич

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ).материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение.</i>
<i>7. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>Использованная система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведение НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований</i>
<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета</i>
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Оценка сравнительной эффективности проекта</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)*.	
<i>Оценка конкурентоспособности технических решений Матрица SWOT</i>	
<i>График проведения и бюджет НИ</i>	
<i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>	

Дата выдачи задания по линейному графику	01.03.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Хаперская Алена Васильевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E11	Данилов Артем Юрьевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E11	Данилов Артем Юрьевич

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
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><i>Основной вид деятельности предприятия – АО «Сибирский химический комбинат»: обеспечение потребностей атомных электростанций в уране для ядерного топлива, а так же утилизация жидких радиоактивных отходов. При пожаре на СХК могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека. Оказывается негативное воздействие на природу. Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера.</i></p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты) 	<p><i>Вредные факторы:</i></p> <p><i>Физические:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны</i> 2. <i>повышенная или пониженная влажность воздуха;</i> 3. <i>отсутствие или недостаток естественного света.</i> 4. <i>повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;</i> 5. <i>недостаточная освещенность рабочей зоны.</i> <p><i>Химические:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Мутагенные;</i> 2. <i>влияющие на репродуктивную функцию.</i> <p><i>Психофизиологические:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Эмоциональные перегрузки.</i> <p><i>Опасные факторы</i></p> <p><i>Физические:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Разрушающиеся конструкции;</i> 2. <i>повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;</i> 3. <i>расположение рабочего места на значительной высоте относительно земли (пола).</i> <p><i>Химические:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Токсические.</i>
---	---

<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p><i>Тушении пожара на радиационно опасном объекте сопровождается:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - загрязнением атмосферного воздуха; - нарушением гидрогеологического режима; - загрязнением подземных вод; - повреждением почвенно-растительного покрова; - изъятием земель;
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p><i>Возможные ЧС на объекте:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - выброс радиационно опасных и вредных химических веществ в окружающую среду; - разрушение зданий и сооружений при возможных взрывах резервуаров и оборудования, находящихся по давлению; - возгорание материалов, аварийно опасных химических веществ, радиационно опасных веществ.
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)</i> - <i>«Методические рекомендации по организации и проведению работ по локализации и тушению пожаров, поиску и спасению людей личным составом подразделений ФПС при радиационной аварии на АЭС в зоне повышенного облучения» № 24-2-11-8360 от 28.09.2010 г.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	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
З-1Е11	Данилов Артем Юрьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 129 страницах, содержит 26 рисунков, 24 таблицы, имеет 39 источников.

Ключевые слова: пожарная безопасность, радиационно опасный объект, авария, пожар, расчет сил и средств, робототехнические средства.

Объектом исследования является завод «А» акционерного общества «Сибирский химический комбинат».

Цель работы – расчетно-практическое обоснование мероприятий по совершенствованию тактико-технических приемов обеспечения пожарной безопасности на радиационно опасных при помощи робототехнических средств.

Задачи исследования:

1. Провести анализ применения пожарных робототехнических средств при тушении пожаров с наличием радиоактивности.
2. Обосновать необходимость внедрения пожарных робототехнических средств на ядерном объекте.
3. Провести расчет сил и средств для тушения пожара в помещении с наличием радиоактивных веществ (РВ).
4. Обосновать социальную ответственность и экономическую целесообразность принятых проектных решений.

В результате работы были произведены расчеты сил и средств при тушении пожара в помещении «Б» (газоочистка) находящегося в здании № 1 завода «А» ЗАТО Северска. Проведен анализ объекта. При проведении анализов возможных аварий на радиационно опасном объекте (РОО), было доказано эффективное применение робототехнических средств. Предложена разработка карточек и планов пожаротушения с применением РТС.

Область применения: пожарная безопасность.

Экономическая эффективность/значимость работы высокая.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Определения

В данной работе приведены следующие термины с определениями:

Газгольдер — тальное сооружение для выдержки газообразных радиоактивных отходов.

Дозиметрическая сигнализация — автоматическая сигнализация, срабатывающая при изменении радиационной обстановки.

Экстракция — обработка растворителями с целью извлечения растворимых веществ.

Экстрагенты — вещества, способные избирательно извлекать отдельные компоненты из твердых материалов или жидких смесях.

Обозначения и сокращения

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации;

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения;

АЭС – атомная электростанция;

ВНИИЭФ – Всероссийский Научно-исследовательский институт экспериментальной физики;

ГЖ – горючая жидкость;

ГВ – горючее вещество;

ЖРО – жидкие радиоактивные отходы;

ЗАТО – закрытое административно-территориальное образование;

ИМР – инженерная машина разграждения;

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость;

МРК – мобильный робототехнический комплекс;

ПАВ – поверхностно - активные вещества;

ПГ – пожарный гидрант;

ПО «Маяк» – производственное объединение «Маяк»;

ПСЧ – пункт связи части;

ПТВ – пожарно-техническое вооружение;
ПУЭ – правила устройства электроустановок;
РВ – радиоактивные вещества;
РОО – радиационно опасный объект;
РР – робот-разведчик;
РТП – руководитель тушения пожара;
РТС – робототехническое средство;
СИЭ – старший инженер - энергетик;
СПСЧ – специальная пожарно-спасательная часть;
СТР - специальный транспортный робот;
ЧС – чрезвычайная ситуация.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ Р22.0.05–94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.

ГОСТ 12.0.003–74: Классификация опасных и вредных производственных факторов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	15
1 Обзор литературы	19
1.1 Краткая история робототехники, применяемой для тушения пожаров и ликвидации ЧС в России	19
1.1.1 Хронология событий в г. Саров	21
1.1.2 Новые робототехнические средства	27
1.1.3 Вывод по разделу	31
1.2 Статистика пожаров и ликвидации ЧС на радиационно опасных объектах в Российской Федерации и СССР	32
1.2.1 Краткая информация самых крупных аварий и катастроф в Российской Федерации	33
1.2.2 Вывод по разделу	39
1.3 Статистика пожаров и ликвидации ЧС на радиационноопасных объектах в России с применением робототехники	40
1.3.1 Применение РТС при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС	40
1.3.2 Применение РТС при ликвидации радиационной аварии в г. Саров	43
1.3.3 Применение РТС при ликвидации радиационного источника в Чеченской республике	45
1.3.4 Вывод по разделу	46
1.4 Статистика пожаров и ликвидации ЧС на радиационно опасных объектах АО «СХК» ЗАТО Северск	47
1.4.1 Авария на СХК 6 апреля 1993 года	50
1.4.2 Вывод по разделу	54
2 Объект и методы исследования	55
2.1 АО «СХК» ЗАТО Северск как представитель радиационно-опасного объекта	55
2.2 Силы и средства гарнизона пожарной охраны ЗАТО Северск, привлекаемые для тушения пожаров на АО «СХК»	57
2.2.1 Пожарные автомобили гарнизона пожарной охраны ЗАТО Северск привлекаемые для тушения пожаров и ликвидации ЧС на объектах АО «СХК»	58
2.2.2 Средства индивидуальной защиты личного состава гарнизона пожарной охраны ЗАТО Северск при тушении пожаров и ликвидации ЧС на объектах АО «СХК»	64
2.3 Охрана труда и меры безопасности в ходе тушения пожаров и ликвидации ЧС на объектах АО «СХК» при наличии РВ	64
2.3.1 Радиационная безопасность при тушении пожаров на объектах АО «СХК»	66
2.4 Оперативно-тактическая характеристика завода «А»	68
2.4.1 Назначение, общая характеристика технологического процесса и готовой продукции	68
2.4.2 Пожароопасность веществ и материалов, применяемых в технологическом процессе	68

2.4.3	Въезд и выезд на территорию	69
2.4.4	Наличие и характер средств связи	69
2.4.5	Характеристика противопожарного водоснабжения	69
3	Расчет сил и средств для тушения пожара в помещении с наличием радиоактивных веществ на заводе «А»	71
3.1	Оперативно – тактическая характеристика здания № 1	71
3.1.1	Внешние размеры	71
3.1.2	Строительная часть	71
3.1.3	Инженерные коммуникации	71
3.1.4	Основные помещения представляющие пожарную опасность по применяемым в технологическом процессе веществам и материалам	72
3.1.5	Наличие автоматических средств обнаружения и извещения о пожаре	72
3.1.6	Наличие стационарных установок пожаротушения	72
3.1.7	Противопожарное водоснабжение здания	73
3.2	Оперативно – тактическая характеристика помещения № «Б»	74
3.2.1	Размещение в здании № 1	74
3.2.2	Назначение	74
3.2.3	Внутренняя планировка и размещение производственного оборудования	74
3.2.4	Строительная часть	74
3.2.5	Оборудование, вещества и материалы, представляющие пожарную опасность	74
3.2.6	Возможность аварийной ситуации	75
3.3	Действия обслуживающего персонала и администрации завода при ликвидации пожара, аварии или взрыва	75
3.3.1	Наличие, состояние и возможность использования местных средств извещения	76
3.3.2	Наличие и характеристика местных средств тушения, состояние и порядок приведения в действие	76
3.4	Противопожарное водоснабжение	77
3.5	Тактический замысел	78
3.6	Расчет сил и средств на тушение пожара в помещении «Б» (газоочистка) здания 1	78
3.6.1	Вывод по разделу	82
3.7	Сосредоточение сил и средств на здание 1	82
3.7.1	Вывод по разделу	83
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	85
4.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	85
4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	85
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений	86
4.1.3	Технология QuaD	87
4.1.4	SWOT-анализ	89
4.2	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	92
4.3	Планирование научно-исследовательских работ	93

4.3.1	Структура работ в рамках научного исследования	93
4.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ	94
4.3.3	Разработка графика проведения научного исследования	95
4.3.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	99
4.3.4.1	Расчет материальных затрат НТИ	99
4.3.4.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	100
4.3.4.3	Основная заработная плата исполнителей темы	100
4.3.4.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	103
4.3.4.5	Расчет затрат на научные и производственные командировки	104
4.3.4.6	Накладные расходы	104
4.3.4.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	104
4.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	105
5	Социальная ответственность	108
5.1	Производственная безопасность	108
5.1.1	Вредные факторы	109
5.1.1.1	Физические	109
5.1.1.2	Химические	110
5.1.1.3	Психофизиологические	112
5.1.2	Опасные факторы	112
5.1.2.1	Физические	112
5.1.2.2	Химические	114
5.2	Экологическая безопасность	117
5.3	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	120
	Заключение	121
	Список литературы	123
	Приложение А План – схема растановки сил и средств при тушении пожара без применения РТС в здании №1 завода «А»	127
	Приложение Б План – схема растановки сил и средств при тушении пожара с применением РТС в здании №1 завода «А»	128
	Приложение В План – схема растановки сил и средств при тушении пожара с применением РТС в помещениях здания №1 завода «А»	129

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время практически в любой отрасли хозяйства и науки используются радиоактивные вещества и источники ионизирующих излучений. Особенно высокими темпами развивается ядерная энергетика. Атомная наука и техника таит в себе огромные возможности, но вместе с тем и большую опасность для людей и окружающей среды, о чем свидетельствуют аварии на атомных производствах в США, Англии, Франции, Японии и России. Атомные технологии нашли свое применение в транспортной, оборонной промышленности, энергетике и других отраслях. Ядерные материалы (радиоактивные вещества) транспортируются, хранятся, перерабатываются, все эти операции соответственно производятся на радиационных опасных объектах [1].

Радиационный опасный объект – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют радиоактивные вещества при аварии, на котором или его разрушении может произойти облучение ионизирующим излучением или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных и растений, объектов народного хозяйства, а также окружающей природной среды [2].

К радиационно-опасным объектам относятся:

- научные;
- народно-хозяйственные (промышленные или оборонные объекты);
- железная дорога;
- трубопроводный транспорт [2].

Крайне опасным последствием аварии на радиационно-опасном объекте является выход радиоактивных продуктов или ионизирующего излучения в окружающую среду в размерах выше допустимых норм, что может привести к массовому облучению людей, животных и растений.

К типовым радиационно-опасным объектам относятся:

- атомные станции;
- предприятия по переработке отработанного ядерного топлива и захоронению радиоактивных отходов;
- предприятия по изготовлению ядерного топлива;
- научно-исследовательские и проектные организации, имеющие ядерные установки и стенды;
- транспортные ядерные энергетические установки;
- военные объекты [2].

Потенциальная опасность радиационно опасных объектов определяется количеством радиоактивных веществ, которое может поступить в окружающую среду в результате аварии на радиационно опасных объектах, а это в свою очередь зависит от мощности ядерной установки (радиоактивных материалов и веществ) [3].

Исходя из прогноза центра стратегических исследований гражданской защиты, в последние десятилетия в Российской Федерации в результате крупных радиационных аварий, деятельности ядерных полигонов, нарушений нормативных актов при использовании и захоронении радиоактивных веществ сложилась неблагоприятная обстановка. Зонами экологического бедствия названы особо загрязненные в результате Чернобыльской катастрофы и производственной деятельности НПО «Маяк» регионы Европейской части России и Южного Урала [3].

Ввод в действие и модернизация производственных мощностей, повышение уровня применяемой техники и технологий привели к быстрому росту энерговооруженности и потребления энергии в различных областях промышленности. Совершенствование современного производства немислимо без кардинального улучшения структуры топливно-энергетического баланса в направлении интенсивного развития атомной энергетики. Применение в них большого количества сгораемых веществ и материалов, а также наличие высоких температур и повышенных давлений в технологическом режиме обуславливает высокую степень пожароопасности радиационно опасных

объектов. Проблема безопасности радиационно опасных объектов стала особенно острой после ряда крупных пожаров и аварий, происшедших как за рубежом, так и в нашей стране. Радиоактивность не меняет характеристик металлов, вступающих в реакцию горения, но утечка радиации может подвергать опасности жизнь персонала, влиять на использование техники, создать угрозу для безопасности населения. Пожар на объекте ядерной энергетики может обернуться катастрофой для человека и окружающей среды при сравнительно небольшом ущербе от самого пожара. Любой пожар вызывает проблемы, и верно сказано, что нет двух одинаковых пожаров. На радиационно опасных объектах пожары имеют свои особенности. Здесь необходимо тщательно изучить их особенности и иметь хорошо отлаженную систему организации пожаротушения. Причины возникновения пожаров на радиационно опасных объектах практически те же самые, что и на других крупных энергетических предприятиях. Однако характерной особенностью при этом является то, что пожар на радиационно-опасном объекте, если он быстро и умело, не ликвидирован, может привести к чрезвычайно катастрофическим последствиям. По расчетам специалистов разрушение, например, одной АЭС мощностью в млн. киловатт-часов было бы сопоставимо с радиоактивным заражением при взрыве ядерной бомбы в одну мегатонну [3].

Очень немногие из пожаров на радиационно опасных объектах могут повлиять на безопасность лиц, не находящихся в помещениях, в которых возник пожар, а именно на личный состав подразделений пожарной охраны, осуществляющий их тушение. В то же время пожар на радиационно-опасном объекте, приводящий к выбросу радиоактивных частиц или газов в атмосферу, может повлиять на большое число людей, находящихся вблизи него [1].

Эффективность тушения пожаров на радиационно опасных объектах в определяющей степени зависит от многих факторов, одним из которых является выбор способов и приемов. В свою очередь выбор способов и приемов тушения очагов возгораний и пожаров зависит от конкретных условий и обстановки в зоне пожаров, наличия специальных подразделений

(формирований) и технических средств, которые можно использовать для тушения огня [1].

Следует отметить, что для повышения безопасности личного состава подразделений пожарной охраны осуществляющего тушение пожаров с наличием радиоактивных веществ (РВ), а также эффективности их тушения наиболее всего актуально применение инженерно-технических решений, приспособленных или изготовленных специально для этих целей, в том числе робототехнических средств [1].

Соответственно широкое внедрение пожарных робототехнических средств (РТС) является наиболее перспективным направлением в совершенствовании техники тушения пожаров на радиационно опасных объектах и обеспечения безопасности личного состава при тушении таких пожаров [1].

Для представления более точной картины, а именно актуальности применения РТС на радиационно опасных объектах, рассмотрим условный пожар в здании № 1 завода А, находящегося в районе выезда подразделений СУ ФПС № 8 МЧС России.

Задачами исследования являются:

- 1) Провести анализ применения пожарных робототехнических средств при тушении пожаров с наличием радиоактивных веществ.
- 2) Обосновать необходимость внедрения пожарных робототехнических средств на ядерном объекте.
- 3) Провести расчет сил и средств для тушения пожара в помещении с наличием радиоактивных веществ (РВ).
- 4) Обосновать социальную ответственность и экономическую целесообразность принятых проектных решений.

По результатам проведенных работ должны быть получены результаты, подтверждающие необходимость обеспечения безопасности личного состава при тушении пожара и ликвидации аварий в зонах с высокими уровнями радиоактивного заражения в качестве применения РТС.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Краткая история робототехники, применяемой для тушения пожаров и ликвидации ЧС в России

Робот (чеш. robot) - автоматическое устройство с антропоморфным действием, которое частично или полностью заменяет человека при выполнении работ в опасных для жизни условиях, при относительной недоступности объекта или для другого использования [3].

Робот может управляться оператором либо работать по заранее составленной программе. Использование роботов позволяет облегчить или вовсе заменить человеческий труд на производстве, в строительстве, при рутинной работе, при работе с тяжелыми грузами, вредными материалами, а также в других тяжелых или небезопасных для человека условиях [3].

Мобильный робототехнический комплекс для тушения пожаров - самоходная, управляемая дистанционно, платформа, в состав которой входит транспортное средство, имеющее гусеничную или колесную ходовую часть с изменяемой геометрией, манипулятор, бортовую часть системы управления, телевизионную систему, а также дополнительное оборудование, состав которого меняется в зависимости от типа выполняемой задачи [4].

Своеобразной точкой отсчета создания нового направления техники борьбы с пожарами стало сообщение ТАСС от 18 июня 1984г. в газете "Правда" о первом пожарном роботе, созданным специалистами из Карелии для защиты памятников деревянного зодчества музея "Кижы". Об этом писалось в журналах "Советский Союз" и "Наука в СССР". При государственной поддержке в Петрозаводске создана Лаборатория пожарных роботов, работающая в тесном контакте с УГПС Карелии, ВНИИ противопожарной обороны г. Москва и ГПИ "СевЗапСпецавтоматика" г. Ленинград [4].

Когда случилась Чернобыльская беда, то первый пожарный робот и еще два аналогичных экстренно изготовленных изделия по телеграмме

министра МВД СССР Власова А.В. были направлены на АЭС для ликвидации последствий аварии. В Чернобыле они в составе роботов из Бауманского МВТУ и ФРГ очистили значительную часть кровли на отметке 70,8 м от радиоактивных кусков и частей конструкций, спасли здоровье многих солдат химических войск, которым очистку приходилось делать вручную. В Отзыве руководства на Чернобыльской АЭС отмечена "глубокая перспективность" технических решений [5].

Из письма в правительство Заместителя главного инженера Чернобыльской АЭС В. Галушака:

«Гидромониторы использовались для смыва давлением струи воды до 12 атмосфер радиоактивных источников, находящихся на кровле 3-го блока Чернобыльской АЭС. Гидромониторы снабжены кабельной системой управления и телевизионного наблюдения. Монитор ПЛС С-20А был установлен на кровлю площадки "В" на отметке 70,8 м с помощью вертолета. При его использовании очищена значительная часть площадки. Разработанные гидромониторы позволили выполнить важный объем работ в условиях повышенной опасности. Считаю выбранные технические решения правильными и глубоко перспективными... Считаю, что для решения задач смыва радиоактивных отходов необходимо продолжить работу по доводке конструкций гидромониторов с целью создания установки, способной развить давление струи до 50 атм., снабженной системой автономного перемещения».

Особенно актуальным для АЭС стала необходимость замены пожарных ствольщиков в опасных зонах - ведь большая часть пожарных, защищавших машинный зал Чернобыльской АЭС, погибла. Статья Ю.И. Горбаня "Кого послать в огонь" в газете "Правда" обострила эту проблему. На состоявшемся по данной проблеме совещании в Госкомитете по атомной энергии было принято решение об объединении усилий Лаборатории пожарных роботов г. Петрозаводска, Института физико-технических проблем и ВНИИ противопожарной обороны г. Москва по исследованию, разработке и

созданию роботизированных пожарных комплексов для АЭС. И такой комплекс был создан на Ленинградской АЭС [5].

К сожалению, в 90-е годы эти работы были свернуты. Но удалось сохранить научно-техническую базу и специалистов, которые не только не прекратили работы по этой тематике, но и расширили разработки по более востребованным изделиям ствольной пожарной техники, которая, как известно, относится к основным техническим средствам тушения пожаров. От ее эффективности в значительной мере зависит уменьшение ущерба от пожаров [5].

Точкой отсчета по способам и приемам ведения работ с применением мобильных робототехнических средств можно назвать ликвидацию последствий радиационной аварии в г. Саров.

1.1.1 Хронология событий в г. Саров

17 июня 1997 года в 10 часов 50 минут в Лаборатории Всероссийского Научно-исследовательского института экспериментальной физики (ВНИИЭФ) при монтаже критической сборки на критическом стенде¹ вследствие нарушения регламента работ создались условия для возникновения самопроизвольной цепной реакции. Произошла ядерная вспышка с резким повышением температуры сборки и одновременным образованием мощного нейтронного излучения. Мощный поток нейтронов инициировал возникновение наведенного жесткого гамма-излучения. В результате реакции сборка стала работать как постоянный источник тепла и нейтронов. Сотрудник ядерного центра, проводивший эксперимент, получил смертельную дозу облучения [6].

Особенность сложившейся ситуации заключалась в том, что в боксе находились контейнеры с радиоактивными материалами. Повышение температуры критсборки могло привести к тепловому взрыву и возгоранию

¹ Критический стенд - комплекс, включающий ядерную критическую сборку и оборудование, необходимое для проведения экспериментов, управления критсборкой и радиационной безопасности и позволяющий осуществлять управляемую реакцию деления ядер в заданных условиях.

радиоактивных материалов с образованием аэрозоля, который при выбросе из помещения лаборатории вызвал бы сильное радиоактивное загрязнение воздуха и местности [6].

Удаление контейнеров из бокса и перевод сборки в подкритическое состояние “вручную” были невозможны, т.к. мощный нейтронный поток представлял собой смертельную опасность для людей. Поэтому основным средством ликвидации последствий аварии должны были стать дистанционно управляемые мобильные комплексы (роботы) [6].

К работам были привлечены все доступные на тот момент робототехнические средства, пригодные к действиям внутри помещения:



Рисунок 1 – МРК-25 Россия, предназначен для проведения взрывотехнических работ в составе соответствующих подразделений ФСБ и МЧС РФ. В 1997 г. МРК-25 являлся экспериментальным комплексом и не проходил полномасштабных испытаний.



Рисунок 2 – Мобильный робот “НОВО” фирмы Kentree (Ирландия) из состава криминалистической взрывотехнической лаборатории ФСБ России. Предназначен, в первую очередь, для применения в составе подразделений силовых структур при выполнении взрывотехнических работ и проведении антитеррористических операций. Возможно использование робота при борьбе с огнем, а также на предприятиях атомной энергетики и химической промышленности для работ с радиоактивными и ядовитыми веществами и отходами производства.



Рисунок.3 – Мобильный робот “RASCAL” фирмы Kentree (Ирландия) из состава криминалистической взрывотехнической лаборатории ФСБ России. Используется совместно с более тяжелыми машинами в составе взрывотехнических подразделений.



Рисунок 4 – МРК MV-4, фирма Telerob (ФРГ) принадлежащий аварийно-техническому центру ВНИИЭФ, предназначен главным образом для работы с опасными объектами на предприятиях атомной энергетики и химической промышленности.

Все работы по ликвидации выполнялись сводной оперативной группой, состоящей из специалистов центра ВНИИЭФ, Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС) России, МГТУ им. Н.Э. Баумана и Федеральной службы безопасности (ФСБ) России [6].

Срочное изготовление приспособлений, инструментов и навесного оборудования для мобильных роботов обеспечивал завод ВНИИЭФ, работавший круглосуточно.

Перед выполнением работ с помощью роботов были проведены:

1. Изучение места работы по схемам, фотографиям, материалам видеосъемок² и с помощью перископа, установленного в пультовой.
2. Установка дополнительных телекамер, облегчающих оператору наблюдение за выполняемыми операциями.

² После аварии через дверной проем цветной телекамерой американского производства на ПЗС-матрице был снят видеофильм. Телекамера проработала только 15 минут и вышла из строя из-за действия нейтронного излучения.

3. Подготовка помещения, похожего по расположению оборудования на бокс с критстендом (помещение-аналог), для предварительной подготовки операторов и отработки отдельных операций.

4. Защита мобильных роботов от нейтронного излучения.

5. Отработка тактики движения робота.

После оценки обстановки был принят план ликвидации последствий аварии, включавший три этапа:

- эвакуацию контейнеров с радиоактивными материалами;
- навеску на крюк дистанционно управляемого электрического крана вакуумного захвата;
- снятие верхней части критсборки с помощью вакуумного захвата и прекращение самопроизвольной цепной реакции [6].

Для каждого этапа работ были определены: рабочий робот (выполняющий основные операции), страхующий робот (обеспечивающий эвакуацию рабочего робота в случае выхода его из строя и продолжающий выполнение незавершенных работ) и резервный робот. Назначение роботов определялось с учетом их технических возможностей и по результатам предварительной отработки операций в помещении-аналоге.



Рисунок 5 – Оснащение МРК-25 пожарными стволами для тушения возможного пожара.

В 1 час 15 минут 24.06.1997 года работы по ликвидации последствий аварии были закончены.

Ликвидация радиационной аварии в короткие сроки и без ущерба здоровью спасателей стала возможной благодаря использованию дистанционно управляемых мобильных комплексов (роботов) [6].

Полученный при применении бесценный опыт дал разработчикам и изготовителям множественные идеи в создании робототехнических средств для проведения различных видов работ. В настоящее время промышленностью России выпускаются изделия соответствующие современным достижениям этой области техники. Новизна технических решений подтверждена авторскими свидетельствами и патентами. Выпущенные изделия удостоены наград, как в самой Российской Федерации, так и на международных выставках. Например, Международный авиационно-космический салон МАКС, который заслуженно занимает ведущее место в ряду крупнейших мировых авиа-форумов. Главная цель проведения МАКС - демонстрация российских высоких технологий и открытости внутреннего рынка России. МАКС проводится под патронажем Председателя Правительства Российской Федерации, его традиционно открывает Президент России. Это является гарантией высокого уровня организации и представительности. МАКС дает исчерпывающее представление о приоритетах и достижениях предприятий авиационно-космического комплекса России [6].

МАКС-2009 представил последние модели робототехнических средств, выпускаемые заводами изготовителями России для целей тушения пожаров и ликви пожаров и ликвидации ЧС, которые описаны ниже.

1.1.2 Новые робототехнические средства



Рисунок 6 – Робот радиационной разведки РТК-05 – единственное устройство, которое принято на вооружение войск радиационной, химической и биологической разведки российской армии.

РТК-05 осуществляет разведку и поиск локальных источников гамма-излучения в труднодоступных условиях.

Способен в течение 2 часов работать в автономном режиме. При этом он может двигаться по разным поверхностям, включая лестницы, перемещаться в промышленных и жилых помещениях. У робота есть гамма-локатор, который с высокой точностью определяет источник ионизирующего излучения [7].



Рисунок 7 – Противопожарный робототехнический комплекс легкого класса для работы в условиях высокого уровня теплового воздействия и радиации МРК-РП

Назначение МРК-РП:

- ведение разведки внутри помещений и на участках местности с помощью телевизионной системы;
- обнаружение очагов возгорания;
- выполнение транспортных и технологических операций при тушении пожаров с целью локализации опасной зоны;
- тушение очагов возгорания с использованием устройств пожаротушения [7].



Рисунок 8 – Дистанционно-управляемая мобильная установка пожаротушения LUF-60

Назначение LUF-60:

- проведение пожаротушения на открытой местности и в замкнутых помещениях в дистанционном режиме управления в условиях, когда нахождение людей в зоне тушения представляется особо опасным;
- пожаротушение осуществляется компактной и распыленной струей воды или пены низкой кратности, пеной средней кратности;
- вентиляция помещений;
- осаждение дыма распыленной водой.



Рисунок 9 – Мобильный роботизированный комплекс среднего класса «ЕЛЬ-4»



Рисунок 10 – Мобильный роботизированный комплекс тяжелого класса ЕЛЬ-10

Назначение ЕЛЬ-4, ЕЛЬ-10:

- разведка и мониторинг местности в зоне возникновения ЧС;
- пожаротушение в условиях современных техногенных аварий, сопровождаемых повышенным уровнем радиации, наличием отравляющих и сильнодействующих веществ в зоне работ, осколочно-взрывным поражением, а также с использованием водопенных средств пожаротушения;
- проведение аварийно-спасательных работ на месте пожара и чрезвычайной ситуации;

– разборка завалов для доступа в зону горения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

– при соответствующем переоснащении возможно проведение пожаротушения с использованием порошков и сжиженных газов [8].



Рисунок 11 – Робототехнический комплекс МРК-27



Рисунок 12 – Робототехнический комплекс MF-4



Рисунок 13 – Робототехнический комплекс MF-3

1.1.3 Вывод по разделу

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что применение робототехнических средств позволяет оперативным подразделениям пожарной охраны производить действия по тушению пожаров на РОО, в местах, где нахождение человека нежелательно, с высоким уровнем безопасности и производительностью труда личного состава, задействованного в тушении таких пожаров.

Вообще, роботизированные системы решают основную задачу - эффективное пожаротушение с исключением человеческого фактора. Но для этого в свою очередь надо будет решить много других сложных и нестандартных задач, одной из которых является отсутствие в пожарной охране порядка организации, способы и приемы тушения пожаров и ликвидации ЧС с применением робототехнических средств. Решение этой задачи вошло в основу моего дипломного проекта.

1.2 Статистика пожаров и ликвидации ЧС на радиационно опасных объектах в Российской Федерации и СССР

В год в России происходит в среднем до 800 чрезвычайных ситуаций техногенного и природно-техногенного характера. Сейчас в России функционирует 1,5 тысячи радиационно опасных объектов. Большая часть этих объектов представляет потенциальную опасность для здоровья и жизни людей при возникновении на них аварий, а масштаб последствий может многократно усиливаться в случае возникновения катастрофических неблагоприятных явлений. В зонах возможного воздействия поражающих факторов при возникновении чрезвычайных ситуаций на этих объектах проживает миллионы жителей страны. Положение усугубляется значительным износом основных производственных фондов, снижением технологической дисциплины (в 70 процентах случаев виноват "человеческий фактор") [9].

Справедливости ради надо сказать, что в целом наблюдается тенденция к снижению аварий для большинства отраслей промышленности.

Информация о значительной части аварий, катастроф и крупных пожаров в атомной энергетике страны раньше не поступала в открытую печать, т.к. существовали значительные ограничения на содержание публикуемых материалов о крупных недостатках в функционировании народного хозяйства страны, в том числе и в атомной промышленности. Только после катастрофы на ЧАЭС такая информация по различным каналам стала проникать в открытую печать [9].

Сведения, предоставляемые МЧС РФ показывают учет общих данных обо всех пожарах, а также отдельно техногенных аварий произошедших в России. Начало сбора этих сведений начинается с 2003 года. Статистика же предоставляемая Росатомом освещает только крупные аварии на радиационно опасных объектах России.

В виду вышеуказанных обстоятельств привожу собранную мной из различных источников краткую информацию о самых крупных авариях, катастрофах на радиационно опасных объектах, произошедших в РФ.

1.2.1 Краткая информация самых крупных аварий и катастроф в Российской Федерации

Самые первые в истории крупные радиационные аварии произошли в ходе наработки ядерных материалов для первых атомных бомб.

В СССР первая серьезная радиационная авария произошла 19 июня 1948 года, на следующий же день после выхода атомного реактора по наработке оружейного плутония (объект «А» комбината «Маяк» в Челябинской области) на проектную мощность. В результате недостаточного охлаждения нескольких урановых блоков произошло их локальное сплавление с окружающим графитом. В течение девяти суток канал расчищался путем ручной рассверловки. В ходе ликвидации аварии облучению подвергся весь мужской персонал реактора, а также солдаты строительных батальонов, привлеченные к ликвидации аварии [10].

3 марта 1949 года в Челябинской области в результате массового сброса комбинатом «Маяк» в реку Теча высокоактивных жидких радиоактивных отходов облучению подверглись около 124 тысяч человек в 41 населенном пункте. Наибольшую дозу облучения получили 28 100 человек, проживавших в прибрежных населенных пунктах по реке Теча; средняя индивидуальная доза составила 210 мЗв, и у многих облученных были зарегистрированы случаи хронической лучевой болезни (по данным врачей-радиологов, говорить об остром лучевом поражении организма человека можно при получении радиоактивной дозы облучения свыше 500 мЗв; при дозах от 1000 до 2000 мЗв у пятой части пострадавших возможен летальный исход, а при дозах свыше 7000 мЗв процент выживающих равен нулю) [10].

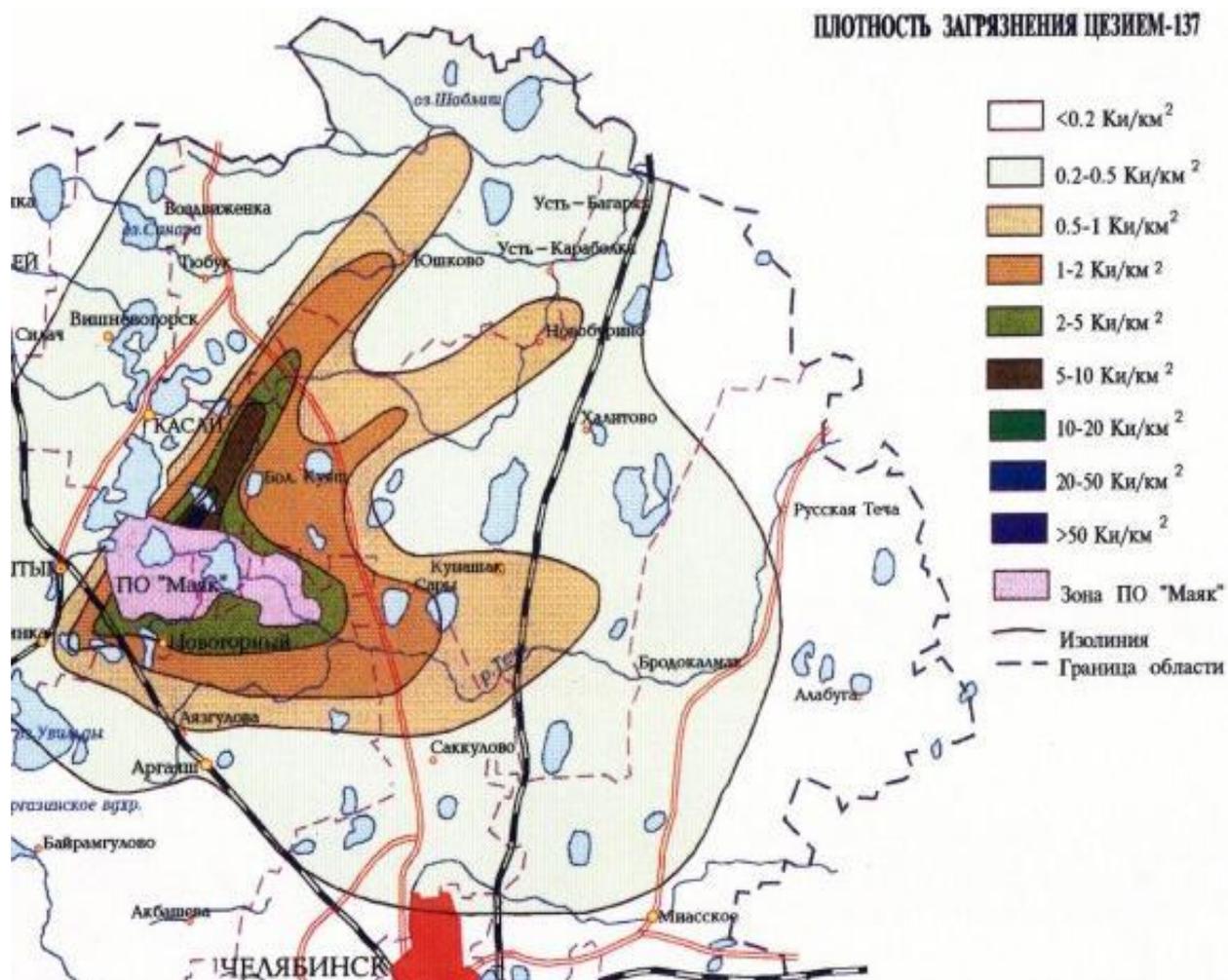


Рисунок 14 – Плотность загрязнения цезием.

29 сентября 1957 года произошла авария, получившая название «Кыштымская». В хранилище радиоактивных отходов ПО «Маяк» в Челябинской области взорвалась емкость, содержащая радиоактивные вещества. Специалисты оценили мощность взрыва в 70-100 тонн в тротиловом эквиваленте. Радиоактивное облако от взрыва прошло над Челябинской, Свердловской и Тюменской областями, образовав так называемый Восточно Уральский радиоактивный след площадью свыше 20 тысяч квадратных километров. По оценкам специалистов, с момента взрыва до эвакуации с промплощадки комбината разовому облучению до 100 рентген подверглись более пяти тысяч человек. В ликвидации последствий аварии в период с 1957 по 1959 год участвовали от 25 до 30 тысяч военнослужащих. В советское время сведения о катастрофе были засекречены [10].

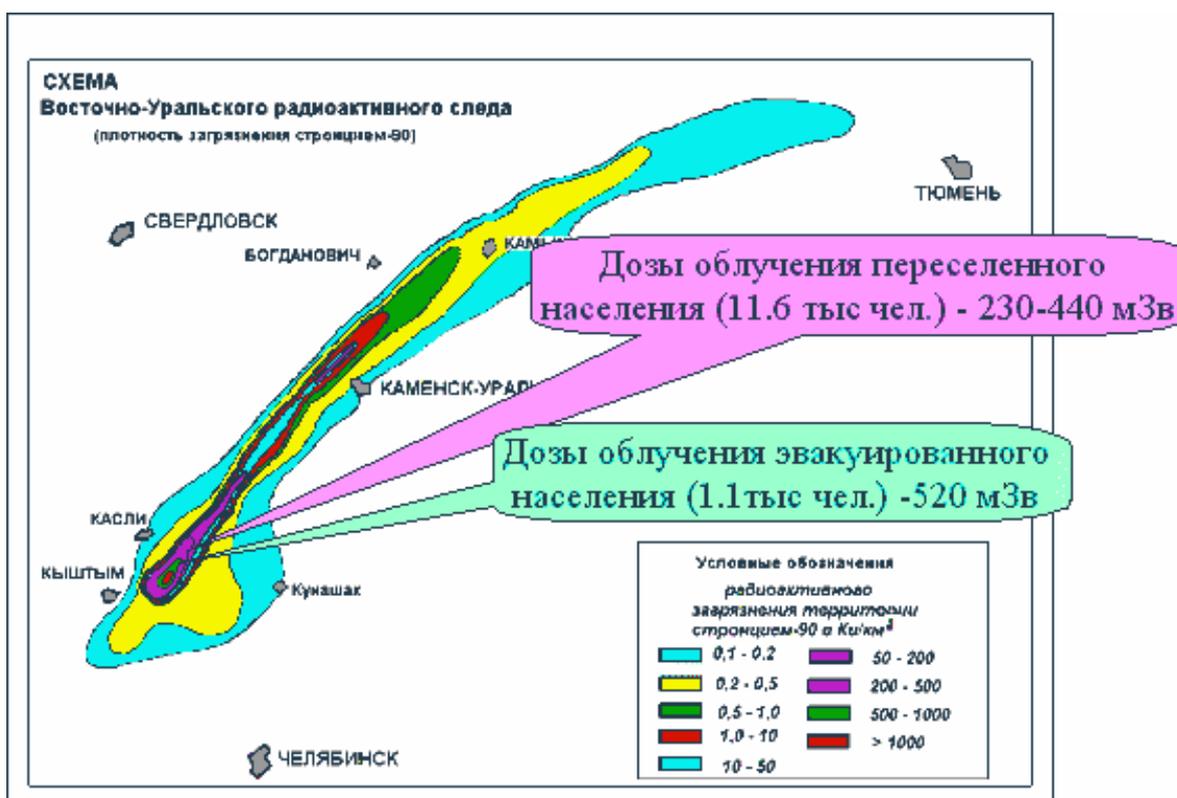


Рисунок 15 – Схема Восточно-Уральского радиоактивного следа.

В апреле 1967 года произошел очередной радиационный инцидент в ПО «Маяк». Озеро Карачай, которое ПО «Маяк» использовало для сброса жидких радиоактивных отходов, сильно обмелело; при этом оголилось 2/3 гектара прибрежной полосы и 2/3 гектара дна озера. Радиоактивную пыль из высохших донных отложений разнесло ветром далеко за пределы озера: была загрязнена территория площадью 1 тысячу 800 квадратных километров, на которой проживало около 40 тысяч человек [10].

В ночь с 25 на 26 апреля 1986 года на четвертом блоке Чернобыльской АЭС (Украина) произошла крупнейшая ядерная авария в мире - с частичным разрушением активной зоны реактора и выходом осколков деления за пределы зоны. По свидетельству специалистов авария произошла из-за попытки проделать эксперимент по снятию дополнительной энергии во время работы основного атомного реактора. В атмосферу было выброшено 190 тонн радиоактивных веществ. Восемь из 140 тонн радиоактивного топлива реактора оказались в воздухе. Другие опасные вещества попали в атмосферу в результате пожара, длившегося почти две недели. Люди в Чернобыле

подверглись облучению в 90 раз большему, чем при падении бомбы на Хиросиму. В результате аварии произошло радиоактивное заражение в радиусе 30 километров. Была загрязнена территория площадью 160 тысяч квадратных километров. Пострадали северная часть Украины, Беларусь и запад России. Радиационному загрязнению подверглись 19 российских регионов с территорией почти 60 тысяч квадратных километров и с населением 2,6 миллиона человек [11].



Рисунок 16 – Загрязнение территории.

Надо признать, что эти данные в значительной степени не полные. Ниже приведу ряд примеров радиационных инцидентов, локальных аварий на РОО России, которые гораздо меньше по объему и масштабу протекания, но не менее трагичны:

- 1964-1974 гг. - неоднократное разрушение тепловыделяющих сборок активной зоны реактора на 1-м блоке Белоярской АЭС;
- 1966 г. - авария на ядерном реакторе в г. Мелекесе. Получили облучение начальник смены и дозиметрист;
- 1970 г. - при строительстве атомной подводной лодки на заводе «Красное Сормово» (Нижний Новгород) неразрешенный запуск реактора. Шестеро пострадавших, трое из которых погибло через неделю от острой лучевой болезни. Работы по ликвидации аварии продолжались около года;
- 1974 г. - взрыв на 1-м блоке железобетонного газгольдера (стальное сооружение для выдержки газообразных радиоактивных отходов) Ленинградской АЭС;
- 1974 г. - разрыв промежуточного контура на 1-м блоке Ленинградской АЭС. Погибли три человека;
- 1975 г. - частичное разрушение активной зоны реактора на 1-м блоке Ленинградской АЭС. В окружающую среду было выброшено около 1,5 млн. Ки высокоактивных радионуклидов;
- 1977 г. - расплавление 50% тепловыделяющих сборок активной зоны реактора на 2-м блоке Белоярской АЭС. Ремонт, сопровождающийся переоблучением персонала, длился около года;
- 1978 г. - пожар на Белоярской АЭС, приведший к обрушению покрытия машинного зала на площади 960 м². Для его ликвидации потребовалось почти 10 часов. В тушении пожара участвовали 270 работников пожарной охраны;
- 1982 г. - пожар на Армянской АЭС. Пострадал машинный зал. Общий ущерб составил около 1 млн. руб. (в ценах 1982г.). Для ликвидации пожара потребовалось почти 7 часов. В тушении участвовали 110 работников пожарной охраны;
- 1982 г. - авария на 1-м блоке Чернобыльской АЭС с радиоактивным выбросом (в районе станции и г. Припять.);

- 1985 г. - авария на 1-м блоке Балаковской АЭС. Погибли 14 человек;
- 1984 г. - пожар на Запорожской АЭС. Огонь был потушен подразделениями пожарной охраны только через 17 часов. В его тушении приняли участие 115 пожарных. Прямой ущерб от пожара составил 1,5 млн. руб. (в ценах 1984 г.);
- 1993 г.- авария на СХК г. Северск, Томской обл. Разрушение технологического аппарата с выбросом радиоактивности. Загрязнение территории предприятия без переоблучения персонала и населения;
- 1993 г. - НИИАР, г.Димитровград Ульяновской обл. Работа с облученной мишенью на канале реактора. 1 пострадавший с лучевой травмой пальцев рук;
- 1995 г. - Смоленская АЭС. Установка выпавшего из дефектоскопа гамма-источника. 1 пострадавший с лучевым ожогом пальцев рук;
- 1997 г. - НЗХК г. Новосибирск. Самопроизвольная цепная реакция в технологической емкости;
- 1997 г. - ВНИИЭФ г. Саров. Самопроизвольная цепная реакция при работе на критсборке. Переоблучение с летальным исходом 1 человека;
- 1999 г. - СХК, г. Северск, Томской обл. Выброс облученных блоков из канала реактора. 2 пострадавших с переоблучением без медицинских последствий;
- 2003 г. - "СевРАО" г. Грехиха, Мурманской области. Работа с твердыми высокоактивными РВ извлеченными из реакторов. Десять пострадавших с переоблучением без медицинских последствий.

Последствия радиационных аварий и испытаний ядерного оружия до сих пор несут в себе негативные тенденции во многих регионах Российской Федерации и за ее пределами, а именно радиационное воздействие на население, переселение из радиоактивно загрязненных населенных пунктов в другие районы, изъятие земель из землепользования.

Таким образом, рассмотрев подробно вышеизложенный материал можно подвести следующий итог:

1. Высокая аварийность на ядерных объектах и переоблучение персонала в период становления и освоения технологий была обусловлена, во многом, сложностью и новизной решаемых задач, а также ограниченностью знаний персонала ряда физических явлений и особенностей технологий. Так же главными причинами большого числа жертв среди работников атомных производств, ликвидаторов аварий и проживающего вблизи населения были авральные методы работы, наличие чрезмерного режима секретности, заниженные показатели ценности человеческой жизни в СССР. Вредное влияние ядерных объектов на природную среду и население близлежащих населенных пунктов не рассматривалось вовсе. На тех же принципах основывалось и реагирование на аварийные ситуации: многие работы производились вручную, без соответствующих средств защиты, с превышением норм облучения.

2. По истечении времени на предприятиях Минатома России произошло явное снижение ядерных или радиационных аварий, как самих по себе, так и повлекших за собой гибель людей.

3. Радиационно опасные объекты являются опасными не только в момент или после аварии. Эти объекты являются источниками радиоактивного заражения, в результате несовершенства конструкций, на протяжении всего своего существования. Эта радиация незначительна, но в случае аварии она возрастает во много раз.

1.2.2 Вывод по разделу

Высокие уровни воздействия поражающих факторов радиации и других техногенных воздействий на человеческий организм обуславливает необходимость совершенствования имеющихся и разработки новых современных технических средств (в том числе РТС), а также технологий и тактики их применения для ликвидации ЧС и их последствий на объектах

повышенной опасности, а в случае представленной работы на радиационно-опасном объекте.

Все это обусловлено необходимостью обеспечения безопасности спасателей при ликвидации последствий аварий в зонах с высокими уровнями радиоактивного заражения.

Со временем, вследствие увеличения количества техногенных аварий и катастроф, область применения РТС расширилась. Появилась объективная необходимость применения РТС везде, где возникают ЧС с образованием зон (аварийных сред), пребывание людей в которых представляет большую опасность для их здоровья и жизни.

1.3 Статистика пожаров и ликвидации ЧС на радиационно опасных объектах в России с применением робототехники

Подробные сведения по количеству и датам применения робототехнических средств (далее РТС) при тушении пожаров, ликвидации чрезвычайных ситуаций, аварий, инцидентов на радиационно опасных объектах России не представляется возможным по причине отсутствия этих данных в СМИ, ведомственных документах МЧС и других силовых структур. Привожу наиболее яркие примеры применения РТС, взятые из различных источников.

1.3.1 Применение РТС при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС

Чернобыльская катастрофа стала своеобразным толчком к развитию отечественной экстремальной робототехники. Именно эта трагедия впервые остро поставила вопрос о необходимости иметь технику для выполнения работ в подобных чрезвычайных ситуациях.

Из отечественных РТС применялись:

- дистанционно-управляемый механизм с манипулятором «Белоярец» (ПО «Атомэнергоремонт»);
- МВТУ-2 (МВТУ им. Н.Э. Баумана);

- специализированный транспортный робот СТР-1 (ВНИИ Трансмаш);
- тяжелые гусеничные роботы ТРГ-3 (ТРГ-1, ТРГ-2) (ЦНИИ РТК);
- робототизированный комплекс «Клин»;
- мобильный робототехнический комплекс «Мобот-Ч-ХВ» и «Мобот-Ч-ХВ-2» (МВТУ им. Н.Э. Баумана);
- роботы-разведчики РР-4 и РРГ-1 (ЦНИИ РТК);
- дистанционно-управляемые устройства (для сухой дезактивации «Пылесос»), для газовой резки, для транспортировки контрольно-измерительных приборов «Тросоход».

Из зарубежных образцов применялись:

- манипулятор с радиотелевизионным управлением MF-2 (ФРГ);
- самоходный манипулятор MF-3 (ФРГ).

Всего на ЧАЭС было поставлено более 15 мобильных роботов различного назначения.

Первыми управляемыми аппаратами стали тракторы из Челябинска. Были также использованы роботы разведчики, задачей которых было добраться до необходимого места, осмотреть обломки, оценить радиационную обстановку. Роботы погибли из-за слишком высокого уровня радиации уже через сутки.

Комплекс РТС «Клин» состоял из двух тяжелых гусеничных машин (на базе Т-72):

- машина управления на базе танка с усиленной биозащитой (свинцовый каркас) водителя и оператора;
- инженерная машина разграждения (ИМР), оснащенная манипулятором и отвалом.

На машине управления – пульт радиоуправления с радиопередатчиком, телевизионные приемники для управления движением робота, манипулятором и отвалом. На ИМР были установлены телекамеры, телепередатчик, блок радиоуправления.

Комплекс «Клин», проработал в течение всего 1986 г. на расчистке территории в районе 4-го энергоблока и на других объектах. После выполнения миссии комплекс «Клин» был зарыт в могильнике.

Использовавшиеся РТС выполняли следующие виды работ:

- радиационная разведка в помещениях и на территории;
- регулярный контроль уровней излучения и состава аэрозольной фракции газа над аварийным реактором;
- очистка от высокоактивных отходов кровель энергоблоков;
- расчистка завалов, сбор и контейнирование высокоактивных отходов;
- дезактивация помещений энергоблоков;
- резка металлических элементов, закрытие задвижек на аварийном оборудовании.

Оснащенные радиометрической, телевизионной аппаратурой и рабочим оборудованием, наземные РТС выполняли технологические операции в чрезвычайно опасных, недоступных для человека аварийных зонах с высокими уровнями радиоактивного загрязнения, что сохранило жизнь и здоровье нескольких сотен человек.

На радиоуправляемые роботы возлагали большие надежды, однако, несмотря на достигнутые положительные результаты, опыт показал техническое несовершенство применяемых РТС.

Оба робота ФРГ (стоимостью более 2 млн. марок каждый) практически при первых же попытках их использования вышли из строя под действием ионизирующих излучений. Они были срочно сняты и закопаны. Японский робот (внешне похожий на человека) – не дойдя несколько метров до кучки радиоактивных обломков, остановился. Сразу же потерпел аварию робот МВТУ-2. Немного проработал робот «Белоярец». Только роботы СТР-1 выполняли определенный объем работ по очистке кровли еще и осенью 1986 года. Ограниченные технологические возможности для выполнения работ в условиях аварии на ЧАЭС (недостаточную управляемость, надежность,

радиационную стойкость элементов систем управления и контроля), обусловили необходимость создания РТС различных классов и типов для ликвидации как радиационных, так и других аварий [11].

1.3.2 Применение РТС при ликвидации радиационной аварии в г. Саров

17 июня 1997 года в Лаборатории Всероссийского Научно-исследовательского института экспериментальной физики (ВНИИЭФ) при монтаже оборудования на экспериментальной установке вследствие нарушения регламента работ создались условия для возникновения самопроизвольной цепной ядерной реакции. Произошла ядерная вспышка с резким повышением температуры и одновременным образованием мощного нейтронного излучения. Мощный поток нейтронов инициировал возникновение наведенного жесткого гамма-излучения. В результате реакции возник постоянный источник тепла и нейтронов. Сотрудник ядерного центра, проводивший эксперимент, получил смертельную дозу облучения. Повышение температуры могло привести к тепловому взрыву и возгоранию радиоактивных материалов с образованием аэрозоля, который при выбросе из помещения лаборатории вызвал бы сильное радиоактивное загрязнение воздуха и местности [7].

Удаление контейнеров из бокса и перевод установки в подкритическое состояние “вручную” были невозможны, т.к. мощный нейтронный поток представлял собой смертельную опасность для людей. Поэтому основным средством ликвидации последствий аварии должны были стать дистанционно управляемые мобильные комплексы (роботы) [7].

К работам были привлечены все доступные на тот момент робототехнические средства, пригодные к действиям внутри помещения:

- МРК-25, разработанный ОКБ Специальной Робототехники МГТУ им. Н.Э.Баумана;
- мобильные роботы “НОВО” и “RASCAL” из состава подвижной криминалистической взрывотехнической лаборатории ФСБ России;

– МРК MF-4, принадлежащий аварийно-техническому центру ВНИИЭФ.

Подготовительные работы перед ликвидацией аварии включали:

- изучение места работы по схемам, фотографиям, материалам видеосъемок и с помощью перископа, установленного в пультовой;
- защита электронных блоков и телекамер мобильных роботов MF-4, МРК-25 и «НОВО» от нейтронного излучения; радиационно-стойкими материалами с целью обеспечения их работоспособности более длительное время;
- размещение вспомогательных телекамер с использованием МРК «НОВО», «RASKAL» и MF-4 в аварийном и смежных помещениях с целью повышения надежности управления роботами;
- планирование и практическая отработка тактики движения робота МРК-25 с целью сокращения времени его пребывания в зоне действия нейтронного потока [5].

Тактика движения робота в боксе определялась, во-первых, необходимостью сокращения времени пребывания машины в зоне действия нейтронного потока и, во-вторых, требованием не подставлять под нейтронный поток слабозащищенные борта и объективы телекамер. Все движения робота выполнялись на максимально возможной скорости.

Для каждого этапа работ были определены:

- рабочий робот (выполняющий основные операции);
- страхующий робот (обеспечивающий эвакуацию рабочего робота в случае выхода его из строя под воздействием радиации и продолжающий выполнение незавершенных работ);
- резервный робот.

Назначение роботов определялось с учетом их технических возможностей и по результатам предварительной отработки операций в помещении-аналоге.

Практически операции по ликвидации радиационной аварии были проведены в следующем порядке:

1. Эвакуация пяти контейнеров с радиоактивным источником из аварийного помещения с помощью МРК –25 с предварительной опытной отработкой операции.
2. Отработка операции по переводу аварийного объекта в подкритическое состояние с помощью мобильного робота MF-4.
3. Ликвидация нештатной ситуации, возникшей при выполнении операции по переводу аварийного объекта в подкритическое состояние и эвакуация робота MF-4 с помощью МРК-25.
4. Анализ, разработка и экспериментальная отработка вариантов по переводу аварийного объекта в подкритическое состояние.
5. Вывод МРК-25 из аварийного помещения, дозиметрический контроль и дезактивация МРК-25 и MF-4 [5].

1.3.3 Применение РТС при ликвидации радиационного источника в Чеченской республике

На территории Чеченской Республики недалеко от г. Грозный в феврале 1998 года был зафиксирован радиоактивный источник ионизирующего излучения мощностью около 450 Р/ч.

Источник находился вблизи оживленной трассы, что представляло опасность для здоровья людей и возможность радиоактивного заражения местности.

Было принято решение о ликвидации радиационной аварии с применением робототехнических средств.

В состав технических средств для ликвидации ЧС входили:

- мобильный робототехнический комплекс легкого типа МРК-25;
- мобильный робототехнический комплекс МРК-Э производства НИИ «Геодезия»;
- вспомогательное оборудование.

Последовательность проведения работ по ликвидации источника радиации и технология их выполнения, отработанная на полигоне МЧС России, была следующей:

1. Сооружение биозащитной стенки в 50-70 м от источника в целях безопасности работы операторов.
2. Выдвижение МРК-25 и контейнеров в район нахождения источника, на 2-3 м от него.
3. Поиск роботом источника с помощью прибора радиационной разведки.
4. Оттаивание слоя снега и льда, покрывавших источник, с помощью специального обогревателя, удаление оттаявшего грунта с помощью МРК-25 и продолжение поиска.
5. Обнаружение источника, извлечение его из грунта, погрузка в контейнер и вывоз из района работ.
6. Контрольные замеры уровня радиации на территории после удаления источника.
7. Захоронение радиоактивного источника в хранилище радиоактивных отходов [12].

1.3.4 Вывод по разделу

Как следует из вышеописанных событий, применение робототехнических средств (комплексов) было единственно возможным средством при проведении действий по ликвидации ЧС с наличием РВ, представляющих реальную смертельную опасность для людей.

Исходя из анализа более чем двадцатилетнего опыта применения РТС различных классов, назначений и возможностей, в т.ч. и в упомянутых ЧС на ЧАЭС, в Сарове и Грозном, следует отметить, что робототехнические комплексы со средствами пожаротушения должны обладать способностью, выполнять свои функции в сходных условиях. Поэтому, ввиду отсутствия практического опыта применения робототехнических средств со средствами пожаротушения, необходимо внимательно относиться к изучению любой

отрицательной и позитивной информации относительно применения РТС при ликвидации ЧС и их последствий. Эти знания позволяют своевременно уточнять технические требования и совершенствовать тактику применения мобильных робототехнических комплексов при тушении пожаров и выполнения сопутствующих задач.

1.4 Статистика пожаров и ликвидации ЧС на радиационно опасных объектах АО «СХК» ЗАТО Северск

За сорокалетний период деятельности комбината произошло более 30 аварийных инцидентов, причем пять из них (включая 6 апреля 1993 г.) относятся к третьему уровню по международной шкале событий на атомных станциях и квалифицируются как серьезные происшествия [13].

Аварии и инциденты на СХК:

- 18 марта 1961 г. в результате автокаталитической реакции между органической жидкостью и концентрированной азотной кислотой произошел взрыв испарителя, предназначенного для упаривания водных растворов после экстракции. Два смертельных случая;
- 30 января 1963 г. – самоподдерживающаяся цепная реакция (СЦР) в течение 10 часов. Четыре человека из числа персонала были переоблучены;
- 13 декабря 1963 г. – СЦР в течение 18 часов;
- в 1963 г. на экспериментальном полигоне захоронения ЖРО имело место интенсивное газовыделение из наблюдательной скважины, повлекшее вынос радиоактивной газированной жидкости. При этом был загрязнен участок поверхности около 0,1 га. В большинстве скважин после закачки ЖРО наблюдалось значительное повышение температуры (максимально до 165оС). Для снижения температуры в скважины закачивается кислый раствор. В середине 1970-х гг. на площадке 18 были обнаружены взаимосвязь горизонтов III и IV (буферного) уровней и возникновение каналов фильтрации. Все нагнетательные скважины, пробуренные на этом участке, были законсервированы;
- 18 ноября 1967 г. – взрыв в сорбционной колонне;

– 24 марта 1977 г. – разрушение оборудования в реакторе производства реагентов;

– в июне 1977 г. на РХЗ при переработке облученных на реакторном заводе блоков в скомплектованную партию попали блоки с малой выдержкой, что привело к повышенному выбросу в атмосферу в течение двух недель I131 в объеме 22 Ки (превышение месячных предельно допустимых выбросов (ПДВ) – в 2,4 раза;

– 11 мая 1977 г. на РХЗ в результате образования свища на напорном трубопроводе у нагнетательной скважины С-31 при закачке радиоактивного сбросного раствора в скважину произошел разлив раствора в объеме 8–14 м³ на поверхностный грунт. Вылившийся раствор локализовался у бассейна Б-1. Загрязнение от него распространилось по западной стороне бассейна Б-1 в северном направлении. Протяженность загрязненной зоны составила 200–220 м, ширина 10–40 м. Гамма-фон в зоне загрязнения достигал 145 Р/час;

– на РХЗ было еще 3 инцидента (1976, 1969, 1978 гг.). На заводе разделения изотопов было 2 инцидента (1961 г.); на сублиматном заводе – 3 инцидента (два в 1963 г., один в 1978 г.);

– с 1959 по 1970 г. на разных реакторах СХК произошло 24 значимых инцидента. Все они были связаны с тяжелыми зависаниямиборок тепловыделяющих элементов в технологических каналах:

– на реакторе И-1: 26.07.1959 г. (1); 20.03.1960 г. (6); 14.09.1962 г. (1); 21.11.1962 г. (1); 19.04.1963 г. (1); 26.04.1963 г. (1); 11.11.1963 г. (1); 24.05.1964 г. (8); 17.10.1964 г. (1);

– на реакторе ЭИ-2: 05.02.1961 г. (1); 25.07.1961 г. (1); 05.11.1962 г. (1); 03.12.1962 г. (1); 01.06.1963 г. (1); 03.07.1964 г. (14); 20.07.1963 г. (1); 19.11.1964 г. (1); 16.01.1967 г. (1);

– на реакторе АДЭ-3: 14.05.1962 г. (1); 18.11.1963 г. (1); 28.07.1964 г. (1); 29.05.1966 г. (1); 21.01.1970 г.;

– на реакторе АДЭ-4: 28.12.1966 г. (1);

– в 1991 г. произошло аэрозольное загрязнение на складе готовой продукции;

– 6 апреля 1993 г. – разрушение технологического оборудования, сопровождающееся взрывом газа, разрушением нескольких производственных зданий и выбросом аэрозолей в окружающую среду.

Индекс по шкале INEC – 3;

– 5 декабря 1994 г. на установке электронно-лучевого переплава опытного химико-металлургического завода СХК при заполнении аргоном рабочей камеры произошла разгерметизация в результате срыва камерных перчаток под воздействием аргона. В результате разгерметизации камеры произошло загрязнение помещения установки до уровня 20.7610-11 Ки/л по альфа-аэрозолям;

– 12 февраля 1996 г. на химико-металлургическом заводе альфа-датчиками стационарной системы дозиметрического контроля было зафиксировано загрязнение альфа-активными аэрозолями операторской зоны участка «Г» цеха № 11, что было квалифицировано как радиационный инцидент. Причиной инцидента был факт вскрытия оператором вне защитной камеры контейнера с находящимися в нем делящимися материалами. Выброс радиоактивных веществ в окружающую среду составил 0,0486103 мКи;

– на радиохимическом заводе СХК в 1997 г. в течение двух недель имел место сверхнормативный выброс в атмосферу радиоактивного йода-131 с превышением предельно допустимого выброса в 2,4 раза;

– 18 января 1997 г. произошла внеплановая остановка реактора АДЭ-5 в связи с ухудшением теплотехнических параметров одного из периферийных каналов, вызванным снижением расхода теплоносителя и зависанием топливного блочка в технологическом канале. В результате проведенного расследования установлено, что причиной нарушения явилось «распухание» топливного блочка;

– 14 июня 1999 г. в центральном зале промышленного урано-графитового реактора АДЭ-4 реакторного завода СХК при проведении

регламентных работ по загрузке блоков типа ДАВ-90 в технологический канал реактора в результате ошибки оператора был открыт загруженный блоками ДАВ-90 работающий канал, вследствие чего облученные блоки ДАВ-90 из-за пропуска обратного клапана технологического канала вышли на плитный настил. При этом два человека получили дозу облучения, равную 1,5 и 3 годовых ПДД;

– 4 апреля 2000 г. на ХМЗ СХК произошел срыв камерных перчаток на боксе 0892 установки 08 цеха № 1 при выполнении персоналом работ по проверке режима работы новой муфельной печи. Ядерные материалы в боксе отсутствовали. По данным измерений на установке СИЧ, повышенного поступления радионуклидов в организм персонала не зафиксировано. Выброса радионуклидов в атмосферу выше установленных норм не произошло. Данное событие классифицировано в соответствии с ПНАЭ Г-14-037–96 как аномалия – нарушение категории 1.

В общем, за время существования СХК произошло 36 аварийных ситуаций и инцидентов, в 5 случаях возникала самоподдерживающаяся цепная реакция, погибло 4 человека, 6 человек получили повышенные дозы облучения [13].

1.4.1 Авария на СХК 6 апреля 1993 года

Отдельно рассмотрим аварию на СХК, произошедшую 6 апреля 1993 г., которая явилась крупнейшей радиационной аварией за последние десятилетия. Авария была первым серьезным испытанием Российской системы предупреждения и действий при чрезвычайных ситуациях в условиях радиационной аварии [14].

6 апреля 1993 г. в 12 часов 58 минут по местному времени на РХЗ в здании 201 цеха №1 произошло взрывное разрушение одного из аппаратов первого цикла по экстракции урана [14].

Аппарат объемом 34,1 м³, изготовленный из нержавеющей стали, был расположен в защитном железобетонном, облицованном нержавеющей сталью

каньоне. В аппарате проводились технологические операции по подготовке к экстракции уранового раствора, бывшего ранее в контакте с органикой [14].

В аппарате произошло повышение давления сверх допустимого за счет химической реакции между органической фазой и азотной кислотой по причине несоблюдения режимов перемешивания растворов и сдувки газов. Разрушение аппарата сопровождалось взрывом газов с последующим разрушением части строительных конструкций здания (взрывной волной разрушило два этажа здания) и выбросом радиоактивных аэрозолей в окружающую среду. Технологический процесс на РХЗ был остановлен [14].

При разрушении аппарата и взрыве газов сработала дозиметрическая сигнализация. После взрыва газов и попадания их в аппаратный зал по громкоговорящей связи весь персонал здания был собран в чистом щитовом помещении и проинструктирован о дальнейших действиях. То же было сделано в других зданиях РХЗ. Руководством РХЗ было дано указание части персонала, не занятого первоочередными работами, покинуть территорию завода [15].

По схеме оповещения о случившемся было сообщено 6 апреля главному инженеру комбината в 13 ч. 20 мин., в горотдел МБ РФ в 13 ч. 55 мин., в аппарат Министерства и главам администраций г. Томска и Томской области - в 13 ч. 30 мин [15].

От взрыва газов произошло возгорание кровли здания на площади 3 м³, загорание было ликвидировано пожарными за 10 минут.

При взрыве и тушении загорания кровли здания жертв и пострадавших не было, большинство лиц, принимавших участие в ликвидации загорания, получили дозу 10-100 мбэр.

Основная часть радиоактивного раствора, по оценкам специалистов, осталась в аппарате и каньоне. В окружающую среду вышло 5% б-, у-активности.

Авария сопровождалась кратковременным, залповым выбросом РВ в аппаратное помещение здания и в окружающую среду, состояние аппарата

после аварии и характер выброса, по результатам замеров систем выброса радиационно-технологического контроля общую суммарную активность выброса установить не представляется возможным [15].

Выброс формировался при устойчивом ветре направлением 190 - 210°, скоростью 9-12 м/с, температуре воздуха - 3,2°С. В период с 15 ч. 05 мин. 6 апреля по 1 ч. 05 мин. 7 апреля в районе аварии выпали осадки в виде снега.

Общая численность персонала, облучение которого связано с аварией, составляла 1946 человек, в том числе:

- свидетели аварии - 160 человек, находившихся в момент аварийного разрушения в здании 201; 125 человек технического персонала РХЗ; 29 человек из строительной организации СХК и 6 человек военизированной охраны;

- пожарные - 20 человек, ликвидировавшие очаг загорания;

- участники ликвидации последствий аварии в период с 6 апреля по 1 августа 1993 г. - 1 920 человек, включая 154 человека свидетелей аварии, в том числе: РХЗ - 1 185 человек; РМЗ АО «СХК» - 139 человек; другие подразделения СХК - 388 человек; сторонние организации - 208 человек [15].

Основной дозовый предел для персонала, установленный нормами радиационной безопасности для нормальной деятельности (50 мЗв/год), превышен не был.

Пожарные, принимавшие участие в ликвидации последствий взрыва, получили дозу облучения, составившую до 2 мЗв.

Индивидуальная эквивалентная доза облучения персонала здания РХЗ и лиц, участвовавших в ликвидации пожара при аварии, составила максимально 0,6 бэр (3 чел.), что составляет 14 % годовой дозы для персонала (категория А). Проведенным обследованием их на установке СИЧ (счетчик излучения человека) содержание радиоактивных веществ в организме не зарегистрировано [15].

6 апреля 1993 г. к 15 ч. 30 мин. было сделано заключение об отсутствии каких-либо изменений радиационной обстановки в г. Томске-7 по сравнению с

обычным уровнем. Было организовано оперативное взаимное информирование о получаемых результатах выявления радиационной обстановки комиссиями по чрезвычайным ситуациям СХК г. Томска-7 и Томской области. Выявление радиационной обстановки осуществлялось в соответствии с требованиями нормативных актов, с использованием средств и методов, прошедших государственную проверку и аттестованных в соответствии с действующими требованиями [14].

6 апреля в здании мощность дозы гамма-излучения достигла на расстоянии ~ 1,5 м от аварийного аппарата 5 Р/ч, а на расстоянии 15-20 м от стен здания - от 0,25 до 43 мР/ч, на крыше здания в районе аварийного аппарата - до 650 мР/ч. Загрязненность по а-частицам в 10-15 м от здания находилась в диапазоне от 50 до 20 000 частиц/ (мин.см²). По ходу следа на территории завода мощность дозы у-излучения составляла от 0,06 до 3,4 мР/ч.

Концентрация активности ²³⁹Pu в обработанных на 12 апреля пробах со следа на территории промплощадки комбината не превышает 0,02 Ки/км².

В зоне наблюдения по результатам наземной и воздушной разведок, проведенных 7 апреля, определены границы зон загрязнения с мощностью доз гамма-излучения выше 15 мкР/ч, и в ее пределах зона загрязнения выше 60 мкР/ч [14].

Протяженность следа с уровнями мощностей дозы у-излучения более 60 мкР/ч - 15 км, наибольшая ширина - 6 км, площадь зоны загрязнения - 123 км².

Загрязнения носят неравномерный характер. В отдельных точках мощность у-излучения достигает 400 мкР/ч.

В нежилом поселке Георгиевка, находящемся на окончании следа радиоактивного загрязнения (16 км от объекта аварии), мощность дозы у-излучения составляет от 18 до 45 мкР/ч.

Радиоактивный след пересек северную автомобильную дорогу Томского района на протяжении 3 км (28 - 31 км от г. Томска). Мощность дозы у-излучения на загрязненном участке дороги по состоянию на 6 апреля

достигала 400 мкР/ч. Принятыми мерами по дезактивации дороги она снижена до 120 - 150 мкР/ч [15].

В известной монографии Алексахина Р.М., Булдакова Л.А., Губанова В.А. и др. "Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры" мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварии на СХК представлены как образец выполнения аварийно-спасательных и ремонтно-восстановительных работ.

1.4.2 Вывод по разделу

1. АО «СХК» является радиационно-опасным объектом, а также источником радиоактивного загрязнения, заражения особенно в условиях возникновения аварийных ситуаций.

2. «Считаю, что применение РТС в развившихся на месте аварии условиях позволило бы полностью избежать ввода личного состава и пожарной техники на тушение пожара. Тем самым, в последующем не допустить получения личным составом дозы радиоактивного облучения, утраты единиц пожарной техники, потери существенного количества времени на дезактивацию загрязненной пожарной техники и на ликвидацию последствий аварии силами и средствами гарнизона пожарной охраны. Работы по ликвидации последствий аварии и вводу в эксплуатацию оборудования на СХК в 1993 году проводились около 4 месяцев из-за отсутствия в то время специальных технических средств, в том числе и РТС. Современное состояние сил и средств, имеющих в распоряжении аварийно-спасательных служб АО «СХК» и состоящих на вооружении гарнизона пожарной охраны ЗАТО Северск, позволило бы выполнить эти работы в более сжатые сроки».

3. Применение робототехнических средств на АО «СХК» является наиболее эффективным средством при проведении действий по тушению пожаров и ликвидации ЧС с наличием РВ, а также ликвидации последствий этих ЧС представляющих реальную смертельную опасность для людей.

2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 АО «СХК» ЗАТО Северск как представитель радиационно-опасного объекта

АО «Сибирский химический комбинат» (далее СХК) - один из крупнейших в мире ядерных центров.

СХК был создан в Томской области (сейчас ЗАТО Северск) в начале 1950-х годов как единый комплекс ядерного технологического цикла для создания компонентов ядерного оружия на основе делящихся материалов (высокообогащенного урана и плутония), а также с целью наработки этих материалов.

В настоящее время АО «СХК» занимается обогащением урана, обеднением высокообогащенного урана, производством тепловой и электроэнергии.

В основе своей производственная деятельность АО «СХК» сопровождается образованием большого количества жидких, твердых и газоаэрозольных радиоактивных отходов.

В соответствии с соглашением между Россией и США о прекращении производства оружейного плутония, все ядерные реакторы, входящие в состав комбината Сибирской АЭС были остановлены. В декабре 1990 был остановлен реактор ЭИ-2, в 1992 году АДЭ-3, в 2010 АДЭ-4, 5. Для замещения мощностей остановленных в 2010 году реакторов АДЭ-4 и АДЭ-5 проведена реконструкция Северской ТЭЦ.

На АО «СХК» функционируют основные подразделения (далее объекты СХК), которые являются радиационно-опасными производствами:

- завод разделения изотопов (ЗРИ) - получение обогащенного урана для атомной энергетики;
- реакторный завод (РЗ) - вывод из эксплуатации уран-графитовых ядерных реакторов;

- ремонтно-механический завод (РМЗ) - изготовление запасных частей и оборудования для Сибирского химического комбината;
- радиохимический завод (РХЗ) - переработка облученных урановых блоков с целью извлечения урана и плутония;
- сублиматный завод (СЗ) - переработка ураносодержащих продуктов, в том числе высокообогащённого урана;
- химико-металлургический завод (ХМЗ) - утилизация специзделий. Производство магнитных сплавов и магнитов из них. Производство ультрадисперсных порошков;
- завод «Гидроэнергоснаб» (ЗГЭС) - снабжение потребителей тепловой энергией, артезианской и промышленной водой. Обеспечение отвода сбросных вод;
- северская ТЭЦ - производство тепловой и электрической энергии;
- железнодорожный цех (ЖДЦ) - доставка грузов.

Наравне с вышеперечисленными РОО СХК на их производственных территориях проводят захоронение радиоактивных отходов. Общее количество захоронений составляет 50 хранилищ жидких и твердых радиоактивных отходов, в том числе 3 бассейна открытого типа, 2 пульпохранилища и три водохранилища, содержащие отходы прошлых лет активной деятельности комбината. Отходы могут рассеяться на большой территории в результате стихийных бедствий (ураганы, смерчи), а также в случае падения летательного аппарата.

В планах развития АО «СХК» значится строительство двухблочной атомной станции теплоснабжения.

Как видно из вышеуказанного АО «СХК» собрал в себе полный состав типовых РОО. Соответственно для такого многочисленного и серьезного комплекса состоящего из объектов РОО требуется организация профилактики пожаров, тушения пожаров и ликвидации ЧС. Решение этих задач, а также обеспечение противопожарной защиты всего комплекса производств АО

«СХК» возлагается на подразделения Специального управления ФПС №8 МЧС России.

2.2 Силы и средства гарнизона пожарной охраны ЗАТО Северск, привлекаемые для тушения пожаров на АО «СХК»

Для тушения пожаров и ликвидации ЧС на объектах АО «СХК» привлекаются следующие силы и средства пожарной охраны:

1. Расчеты сил и средств гарнизона пожарной охраны ЗАТО Северск, привлекаемые на пожар по вызову (рангу пожара) №1, 1-БИС, 2.
2. Администрация и ИТР АО «СХК».
3. Личный состав Специального управления ФПС №8 МЧС России, привлекаемые на пожар по вызову (рангу пожара) №3.
4. Расчеты сил и средств гарнизона пожарной охраны г. Томска, привлекаемые на пожар по вызову (рангу пожара) №3.

Общие сведения по количеству сил и средств подразделений пожарной охраны ЗАТО Северск привлекаемых на пожар по вызову (рангу пожара) №1, 1-БИС, 2, 3 для тушения пожаров на объектах АО «СХК» указаны в Таблице 1.

Таблица 1 – Количество единиц пожарных автомобилей подразделений пожарной охраны ЗАТО Северск привлекаемых на пожар по вызовам (рангам пожара)

Номер (ранг) пожара	Итог по основным пожарным автомобилям общего применения
1	АЦ - 2 шт.
1-БИС	АЦ - 4 шт.
2	АЦ - 6 шт. ППУ - 1 шт. АП-5 - 1 шт. АСА-20 (АСА-МК) - 1 шт.
3	АЦ-10 шт. ППУ - 1 шт. АП-5 - 1 шт. АСА-20 (АСА-МК) - 1 шт. АБГ (база ГДЗС) - 1 шт.

Привлечение пожарных автомобилей основных целевого применения и специальных для тушения пожаров на объектах АО «СХК» осуществляется для

всех автомобилей по требованию РТП, а также в автоматическом режиме для: АЛ и АКП на здания повышенной этажности; ПХ на пожары в турбинных цехах, кабельных туннелях и ОРУ, с разливом нефтепродуктов; АА, АЦ-40-7,5 при пожарах в без водных районах гарнизона; БТР и РТС (пожарные роботы) по присвоению пожару номера 3 на радиационно-опасном объекте [16].

2.2.1 Пожарные автомобили гарнизона пожарной охраны ЗАТО Северск привлекаемые для тушения пожаров и ликвидации ЧС на объектах АО «СХК»



Рисунок 17 – Бронетранспортер БТР-60ПБ

Бронетранспортер предназначен для проведения пожарной, радиационной и химической разведки, доставки личного состава к месту работ при тушении пожаров, ликвидации аварий или чрезвычайных ситуаций в очагах радиоактивного заражения, а также для экстренной эвакуации людей из зон затопления в паводковый период или при наводнении. Боевой расчет - десять человек (включая водителя) [16].

В конце 2010 года в гарнизоне пожарной охраны ЗАТО Северск создана СПСЧ №8, для которой определена основная цель - тушение пожаров при помощи робототехнических средств, поступивших на вооружение в марте 2010 года. На данный момент СПСЧ № 8 расформированна, а робототехнические средства находятся в резервном хранении.



Рисунок 18 – Автомобиль быстрого реагирования АБР-РОБОТ КамАЗ-(4326)

Автомобиль быстрого реагирования (АБР-РОБОТ) предназначен для:

- доставки робототехнического комплекса МРК-РП к месту проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения в условиях повышенной опасности, в населенных пунктах и на промышленных объектах;
- доставки сопутствующих инструментов и аварийно-спасательного оборудования; - доставки к месту пожара боевого расчета, способного обслуживать и управлять робототехническим средством в соответствии с задачей для проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения;
- доставки к месту пожара пожарно-технического вооружения и запаса огнетушащих веществ;
- подачи в очаг загорания воды из цистерны, открытого водоема или гидранта через ручные и лафетные стволы, в том числе и через установку пожаротушения тонкораспыленной водой МРК-РП;
- подачи в очаг воздушно - механической пены с забором пенообразователя из штатного пенобака или сторонней емкости.

Боевой расчет - пять человек (включая водителя). Шасси: КамАЗ-(4326). Емкость цистерны для воды: 1000 литров. Емкость бака для пенообразователя: 500 литров [16].



Рисунок 19 – Эвакуатор со сдвижной платформой и крано-манипуляторной установкой
КамАЗ-(4308)

Предназначен для доставки мобильной установки пожаротушения «LUF-60» к месту проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения в условиях повышенной опасности, в населенных пунктах и на промышленных объектах, а также доставки боевого расчета. Может использоваться как грузоподъемный механизм при проведении аварийно-спасательных работ. Боевой расчет - три человека (включая водителя) [16].



Рисунок 20 – Мобильный робототехнический комплекс разведки и пожаротушения
(MPK-PI).

Мобильный робототехнический комплекс (МРК-РП) представляет собой набор механизмов, устройств и приспособлений, предназначенных для выполнения оперативно-тактических задач, при ликвидации последствий аварий, отягощенных химическим и радиационным загрязнением, сопряженных с рисками гибели и травматизма личного состава [16].

Основным элементом МРК является мобильный робот (МР), который представляет собой транспортное средство с блоками системы управления и системы энергообеспечения. На корпусе транспортного средства монтируется манипулятор, сменное технологическое оборудование и средства пожаротушения, подключаемое к МР на панелях управления. Движение МР осуществляется моторами-звездочками, приводящими в движение гусеницы. Для повышения проходимости и маневренности предусмотрено изменение геометрии гусеничных обводов. Погрузочно-разгрузочные работы осуществляются манипулятором, который оснащается дополнительным комплектом сменных губок схвата: удлиненными, грейферными и для захвата цилиндрических предметов. МР оснащен телевизионной системой с пятью камерами, системой освещения и каналом акустической связи [16].

Для целей пожаротушения оборудуется установкой пожаротушения тонкораспыленной водой при подаче огнетушащих веществ от АБР-Робот. Дополнительно может оснащаться водяным (МПВ-50) или порошковым (МПП-50) модулем пожаротушения [16].

Технические характеристики.

1. Масса снаряженного МРК: 300 кг.
2. Максимальная скорость передвижения: 3,0 км/ч.
3. Высота преодолеваемого порогового препятствия: 250 мм.
4. Допустимый угол крена, дифферента: до 35 градусов.
5. Глубина преодолеваемой водной преграды: не более 100 мм.
6. Глубина преодолеваемого снежного покров: не более 100 мм.
7. Номинальная грузоподъемность манипулятора: 30 кг.
8. Предельно допустимая грузоподъемность манипулятора: 50 кг.

9. Максимальное раскрытие губок схвата: 200 мм.
10. Управление МРК с ПУ на расстоянии:
 - по кабелю до 200 метров;
 - по радио на открытой местности до 1000 метров.
11. Габаритные размеры: 1350x650x700 мм.
12. Время непрерывной работы: не менее 4 часов.
13. Дальность подачи огнетушащих составов: до 10 метров.



Рисунок 21 – Мобильная установка пожаротушения «LUF-60»

Мобильная установка пожаротушения LUF-60, производства компании RECHNER'S Löschsysteme GES.M.B.H (Австрия) является дистанционно-управляемым комплексом для тушения пожаров в автодорожных и железнодорожных туннелях, в метрополитене, в гаражах, производственных и складских помещениях – везде, где стандартная стратегия тушения пожаров с использованием людей представляется опасной, то есть непосредственно в очаге пожара. Тушащий эффект обеспечивается благодаря использованию потока тонко распыленной воды, подаваемой в количестве до 10 л/с на расстояние 60÷80 м непосредственно в очаг пожара. При этом достигается резкое снижение температуры в очаге горения и в окружающей среде,

снижается концентрация дыма за счет осаждения аэрозольных частиц и организации потока газов из зоны горения. Кроме того, при использовании пенного раствора, может быть обеспечена подача пены средней и низкой кратности непосредственно в защищаемый объем помещения, где происходит пожар [16].

Мобильная установка пожаротушения LUF-60 – самоходное дистанционно-управляемое гусеничное средство, оснащенное вентиляторной установкой, в центре которой установлена присоединительная головка, на которой может устанавливаться пожарный ствол с расходом воды или раствора пенообразователя 7÷40 л/с при дальности подачи до 80 м, генератор пены средней кратности с расходом раствора пенообразователя до 14 л/с при дальности подачи пены до 35 м. Подача водопенных огнетушащих составов обеспечивается бортовым насосным агрегатом, в зависимости от комплектации, с рабочими давлением 12 атм и расходом 7 л/с или 10 атм и расходом 40 л/с. Подача распыленной воды в воздушный поток – создание водяного тумана – обеспечивается 360 распылителями при давлении 15-20 атмосфер от автономного насосного агрегата по 40 мм рукавной линии [16].

Технические характеристики.

1. Двигатель:
 - дизель;
 - мощность 140 л/с.
2. Высота (сепаратор в исходном положении): 2000 мм.
3. Длина: 2330 мм.
4. Ширина: 1350 мм.
5. Высота (сепаратор поднят): 2500 мм.
6. Собственный вес: 2200 кг.
7. Скорость движения LUF-60 до 6 км/ч.
8. Подъем/опускание сепаратора: 4 сек.
9. Потребление топлива: 220 гр/ кВт-час (при полной нагрузке) [16].

2.2.2 Средства индивидуальной защиты личного состава гарнизона пожарной охраны ЗАТО Северск при тушении пожаров и ликвидации ЧС на объектах АО «СХК»

Для тушения пожаров и ликвидации ЧС на объектах АО «СХК» с наличием радиоактивных веществ используются следующие средства индивидуальной защиты:

1. СИЗОД: дыхательные аппараты на сжатом воздухе марок Драгер, АП-98-7К, Базис 90+, Омега; противогаз общевойсковой; респиратор «Лепесток-200».
2. Специальная защитная одежда: боевая одежда пожарного; Л-1; ОЗК; перчатки резиновые технические, пластиковые полукombineзоны и бахилы; РЗК (радиационно-защитный комплект).
3. Дозиметрические приборы: ДП-64; ДП-5В; ДП-24; ИД-1; индивидуальные дозиметры ДДГ, ИКС-А (Гнейс).
4. Радиационно-защитные медицинские препараты: Б-190; ферроцин; альгисорб; пентацин.

2.3 Охрана труда и меры безопасности в ходе тушения пожаров и ликвидации ЧС на объектах АО «СХК» при наличии РВ

На территориях объектов АО «СХК» сосредоточивается только минимальная часть сил и средств, необходимых для выполнения неотложных работ по тушению пожара. Остальные силы и средства отводятся за пределы территории и располагаются в безопасном месте. Категорически запрещается пребывание в опасной зоне лиц руководящего и начальствующего состава, не связанных с выполнением непосредственных работ по руководству и обеспечению пожарных подразделений. Пункт сбора (размещения) резервных сил и средств не может располагаться на подветренной стороне от источника радиоактивного излучения. С пунктом размещения должна быть установлена надежная связь.

При организации связи в условиях ионизирующих излучений предпочтение должно отдаваться громкоговорящим установкам и телефонным линиям.

После ликвидации пожара, исходя из существующей и прогнозируемой радиационной обстановки, объема и характера предстоящих аварийных и ремонтно-восстановительных работ, следует определить порядок организации и усиления службы, пожарно-профилактической работы на объекте и в прилегающей зоне [17].

После вывода личного состава и техники из загрязненных радиоактивными веществами помещений и опасной зоны под руководством службы дозиметрического контроля объекта тщательно проверяется степень облучения людей, поражения техники, вооружения и средств защиты, принимаются меры по санитарной обработке личного состава и дезактивации техники, оборудования и имущества.

Полная санитарная обработка личного состава производится сразу после частичной санобработки или после дезактивации техники в санпропускниках охраняемых объектов. Лица, у которых обнаруживаются какие-либо порезы, ссадины или кровоподтеки, немедленно направляются в медпункт [17].

Белье, обмундирование и обувь при обнаружении загрязнения дезактивируются в санитарных пропускниках. При неудовлетворительных результатах дезактивации составляется с участием представителей администрации и соответствующих служб акт на списание указанного имущества [17].

Пожарная и другая использованная техника, дезактивация которой не дала удовлетворительных результатов, направляется в отстойник или временные пункты сбора, места, размещения которых определяются администрацией объекта или другими органами, осуществляющими руководство ликвидацией последствий аварии [17].

2.3.1 Радиационная безопасность при тушении пожаров на объектах АО «СХК»

1. Тушение осуществлять только после выдачи соответствующих письменных допусков службой «Д» и электриками.
2. Провести задействованному на для тушения пожара личному составу инструктаж по ОТ и мерам безопасности.
3. Установить единые сигналы об опасности и оповещения о них всего личного состава, задействованного для тушения пожара.
4. В зоне заражения проводить тушение, минимальным количеством личного состава, обеспечив его индивидуальными средствами защиты по согласованию с администрацией.
5. Организовать сток используемой воды в определенное место и принять меры по предотвращению поражения людей и животных отравленной водой.
6. Провести эвакуацию людей из возможной зоны заражения.
7. После пожара, ЧС организовать санитарную обработку личного состава, работавшего в зоне заражения, провести дезактивацию боевой одежды, пожарной техники и пожарно-технического вооружения.
8. При тушении пожаров необходимо:
 - включить в состав оперативного штаба пожаротушения главных специалистов объекта и службы дозиметрического контроля;
 - установить вид и уровень радиации, границы опасной зоны и время работы личного состава на различных участках зоны;
 - приступить к тушению пожара только после получения письменного допуска службы «Д» с указанием в нем места тушения пожара, вида загрязнения, уровня загрязнения, размера опасной зоны, защитные средства и время пребывания в опасной зоне;
 - по согласованию с администрацией объекта выбрать огнетушащие средства;

- при необходимости и по согласованию с администрацией организовать прием личным составом специальных медицинских препаратов;
- организовать через администрацию объекта дозиметрический контроль, пункт дезактивации, санитарной обработки и медицинской помощи личному составу;
- обеспечить тушение открытых технологических установок с наличием радиоактивных веществ и источников ионизирующих излучений с наветренной стороны.

9. По согласованию с администрацией задействовать системы вентиляции и другие средства технологического процесса.

10. Администрация завода при выполнении ими действий в составе оперативного штаба (при выполнении указаний РТП) с учетом возможного изменения уровня радиации организует и определяет:

- порядок и места дозиметрического контроля, в том числе выставление постов безопасности;
- меры и порядок защиты;
- допустимое время пребывания;
- порядок, места и средства оказания первой медицинской помощи;
- порядок и места дезактивации техники, оборудования, ПТВ, боевой одежды, СИЗОД и имущества;
- средства защиты от излучения, приборы дозиметрического контроля и средства индивидуальной санитарной обработки людей и дезактивации техники.

11. Применять распыленные струи воды для уменьшения зоны распространения радиоактивных аэрозолей.

12. Выполнять работы с привлечением минимально необходимого количества личного состава. В ходе тушения пожара личным составом дежурных смен СУ ФПС №8 в помещениях зданий основного производства облучение в эффективной дозе более 50 мЗв в год может быть разрешено только в случае необходимости спасения персонала завода и предотвращения

их облучения. К таким работам допускаются только мужчины старше 30 лет при их добровольном письменном согласии после информирования о возможных дозах облучения и риске для здоровья.

13. При тушении пожара необходимо обращать внимание на систему аварийной сигнализации, смонтированной внутри здания, где при ее срабатывании (звуковой и световой сигнал) личный состав дежурных смен СУ ФПС №8 должен немедленно покинуть зону пожара. К дальнейшему тушению пожара личный состав может приступить только с разрешения руководства завода (начальника смены) или руководства комбината.

14. Расставить у входа в зону радиоактивного заражения посты безопасности, возглавляемые лицом среднего или старшего начальствующего состава.

15. При выполнении работ в зонах возможного радиоактивного заражения (при необходимости задействовать штатные средства дозиметрического контроля, вывозимые на пожарных автомобилях, организовать доз контроль с выставлением постов безопасности).

16. После пожара организовать санитарную обработку личного состава, работавшего в опасной зоне, и выходной дозиметрический контроль.

17. Провести дезактивацию и дозиметрический контроль противогазов, одежды, снаряжения, ПТВ, пожарной техники [18].

2.4 Оперативно-тактическая характеристика завода «А»

2.4.1 Назначение, общая характеристика технологического процесса и готовой продукции

Основное производство завода «А» предназначено для утилизации специзделий, а также производства ультрадисперсных порошков.

2.4.2 Пожароопасность веществ и материалов, применяемых в технологическом процессе

Взрывопожаробезопасность техпроцесса обеспечивается безусловным соблюдением его параметров, определяемого регламентом и инструкциями, а также возможностью непрерывного контроля и регулирования этими

параметрами при помощи контрольно-измерительной аппаратуры с автоматически заданными пределами.

Пожароопасность составляет применение в технологическом процессе следующих веществ: горючие органические экстрагенты и разбавители; ГЖ и ЛВЖ; металлический кальций; спецпродукты, являющиеся ГВ при мелкодисперсном состоянии, механической обработке, обработке концентрированной азотной кислотой, реакции с водой; кислоты и щелочи; кабеля; твердые ГВ в том числе фильтры типа Д, находящиеся в газоочистных сооружениях.

2.4.3 Въезд и выезд на территорию

Въезд и выезд на территорию завода осуществляется с дороги № 1 через автомобильные КПП.

2.4.4 Наличие и характер средств связи

Здания завода оборудованы телефонами заводской АТС, поисковой (громкоговорящей) связью.

Станции АПС, пульт поисковой (громкоговорящей) связи завода сосредоточены в помещении диспетчера завода, там же имеется прямая телефонная связь с ПСЧ СПСЧ №4 и диспетчером АО «СХК». Для обеспечения связи со штабом пожаротушения или ликвидации аварии установлены телефонные розетки связи (выход на АТС города) снаружи зданий завода.

2.4.5 Характеристика противопожарного водоснабжения

На заводе «А» имеется внутренний хозяйственно-противопожарный водопровод с системой пожарных кранов, которые размещены по коридорам, лестничным клеткам и в технологических залах зданий основного производства и в административных зданиях. Общее количество пожарных кранов – 267 штук с диаметром spryska 13 мм. Диаметр на трубопроводах, а также давление воды и ее производительность имеют различие в большую сторону для помещений с наличием газоочисток.

Для наружного водоснабжения используется кольцевой хозяйственно-противопожарный водопровод диаметр 200 мм с постоянным давлением 2,2 – 3 атм с расходом воды 90 – 110 л/сек. Дополнительные водоисточники от трубопроводов промводы с давлением 6 атм. Точки забора диаметром 77 мм выведены на северную сторону зданий 5, 19.

Способ повышения давления в водопроводной сети.

Давление в сети наружного водопровода и промводоводах можно повысить насосами до 5 атм в насосных ЗГЭС наружного водопровода и промводовода через начальника смены ЗГЭС или через СИЭ завода по телефону.

3 РАСЧЕТ СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА В ПОМЕЩЕНИИ С НАЛИЧИЕМ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЗАВОДЕ «А»

Для достижения целей работы рассмотрим тушение характерного пожара помещения «Б» находящегося в здании № 1 завода «А».

3.1 Оперативно – тактическая характеристика здания № 1

3.1.1 Внешние размеры

Размеры в плане низкой части одноэтажное 156 х 50 х 6 м, верхней части трехэтажное 150 х 17 х 14 м.

3.1.2 Строительная часть

Здание II степени огнестойкости, делится на 2 части (с южной стороны одноэтажное, с северной стороны - трехэтажное). Наружные стены из керамзитобетона. Низкая часть здания по железобетонным фермам с рубероидной кровлей на битумной основе. Высокая часть здания трехэтажная на монолитном бетонном фундаменте, стены и перегородки кирпичные, поэтажное перекрытие железобетонное, покрытие - железобетонные плиты, кровля - рубероидная рулонная на битумной основе, имеется технический этаж (чердачное помещение). Высокая часть имеет 2 основные лестничные клетки (южная и северная), которые отделены от поэтажных коридоров и имеют выходы на чердак. Кроме этого имеются внутренние металлические лестницы в ремонтной зоне цеха.

3.1.3 Инженерные коммуникации

Электроснабжение потребителей здания № 1 осуществляется через цеховые трансформаторные подстанции.

Электрооборудование технологического процесса, вентиляции, освещения зданий рассчитано на работу с напряжением не более 0,4 кВ. При пожаре или аварии снятие напряжения с любого оборудования осуществляется электроперсоналом цехов с ТП по указанию инженера энергетической смены (ИЭС) завода или отключением со щита управления.

Здание № 1 оборудовано системой приточно-вытяжной вентиляцией.

3.1.4 Основные помещения представляющие пожарную опасность по применяемым в технологическом процессе веществам и материалам

В здании № 1 пожарную опасность представляют в основном помещения напрямую связанные с технологическим процессом и лабораториями.

3.1.5 Наличие автоматических средств обнаружения и извещения о пожаре

Станции АПС, пульт поисковой (громкоговорящей) связи завода сосредоточены в помещении оператора пульта ТС и ПС (технических средств и пожарной сигнализации), там же имеется прямая телефонная связь с ПСЧ СПСЧ № 4.

Помещения здания № 1 для обнаружения пожара оснащены системами АУПС, звуковой и световой сигнализацией с выходом сигнала «Пожар» на пульт в помещении оператора пульта ТС и ПС завода.

3.1.6 Наличие стационарных установок пожаротушения

Наличие стационарных установок пожаротушения в помещениях здания № 1 указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Оснащение помещений здания №1 системами АУПТ, их размещение, вид и характеристики.

№ п/п	Наименование защищаемых помещений	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении
1.	Газоочистка (низкая часть)	Дренчерная водяная 3 секции, автоматическая. Извещение о пожаре от ДТЛ на ППК (у оператора)	Автоматический пуск и ручной (дистанц.) от нач. смены и в коридоре у узла управления установкой, ручной (местный) с узла управления установкой	Открывание задвижки соответствуют секции

№ п/п	Наименование защищаемых помещений	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении
2.	Газоочистка (низкая часть)	Дренчерная, водяная, 2 секции, ручная. Извещение о пожаре от ДТЛ на ТОЛ 10/100 (у оператора)	Ручной (местный) с узла управления установкой у входа в помещение газоочистки	Открытие задвижки соответствуют секции
3.	Газоочистка (высокая часть)	Дренчерная, водяная, 4 секции, автоматическая. Извещение о пожаре от ТРВ-2 на ТОЛ 10/100 (у оператора)	Автоматический пуск плюс ручной (дистанц.) от нач. смены, ручной (местный) с узла управления установкой	Открытие задвижки соответствуют секции

3.1.7 Противопожарное водоснабжение здания

В здании № 1 имеется внутренний хозяйственно-противопожарный водопровод с системой пожарных кранов, которые размещены по коридорам, лестничным клеткам и в технологических залах зданиях основного производства и в административных зданиях. Общее количество пожарных кранов – 43 штуки с диаметром spryska 13 мм на трубопроводах диаметром 57 мм. Давлением воды с 2,2 – 3 кг/см² с производительностью от 2,2 – 3,4 л/сек.

Ближайшие пожарные гидранты на кольцевом хозяйственно-противопожарном водопроводе диаметром 200 мм № 3, 4, 5, 6, 7, 8. Ближайшие пожарные гидранты № 16, 17 на тупиковом хозяйственно-противопожарном водопроводе диаметром 100 мм.

3.2 Оперативно – тактическая характеристика помещения № «Б»

3.2.1 Размещение в здании № 1

Помещение газочистки находится на 1 этаже (нижняя часть здания, отм. ± 0,00 м) в восточной стороне здания (на границе низкой и высокой частей здания).

3.2.2 Назначение

Помещение № «Б» (газоочистка) предназначено для очистки аэрозолей спецпродукта.

3.2.3 Внутренняя планировка и размещение производственного оборудования

Площадь помещения составляет 369 м², размеры: ширина – 9 м; длина - 41 м; высота - 6,8 м.

В помещении газочистки установлены сгораемые фильтры Д-28 общим количеством 208 шт.

3.2.4 Строительная часть

Стены помещения окрашены. Пол – бетонный, половое покрытие пластикатовое. Два входа, оборудованный металлическими дверьми размерами 1,1 х 2 м.

3.2.5 Оборудование, вещества и материалы, представляющие пожарную опасность

Пожарную опасность в помещении представляют сгораемые фильтры типа Д-28 в количестве 208 шт., которые исполнены в открытом типе. Внутри фильтров находится ткань Петрянова, которая представляет собой слой ультратонких волокон нанесенных на марлевую подложку. Также пожарную опасность в помещении представляет электрооборудование вследствие его перегрузки, короткого замыкания (КЗ), выбора электрооборудования не соответствующего ПУЭ, нарушение ПУЭ при эксплуатации электрооборудования, пожароопасные работы.

3.2.6 Возможность аварийной ситуации

При пожаре в помещении возможно:

- создания угрозы распространения горения по пустотам строительных конструкций в другие помещения здания;
- возникновение тяжелой обстановки по задымлению;
- радиационное заражение персонала и личного состава задействованного на тушении пожара.

3.3 Действия обслуживающего персонала и администрации завода при ликвидации пожара, аварии или взрыва

По телефону сообщают в пожарную охрану подтверждение о срабатывании сигнализации на «Пожар» или о возгорания (наличие, что и где горит).

Оповещает персонал о пожаре по громкоговорящей связи, указывая место и пути эвакуации из здания.

При пожаре эвакуация из помещения газоочистки (здания) осуществляется в следующем порядке, начальник смены, получив сообщение о пожаре оповещает персонал не занятый на тушении пожара об эвакуации из помещения (здания) к ближайшим аварийным выходам.

Оповещает администрацию завода.

Начальник смены или персонал цеха, обслуживающий установку, пуск воды для тушения пожара осуществляет вручную поворотом штурвала вентилей на узле управления (перед входом в помещение).

При пожаре или аварии снятие напряжения с любого оборудования осуществляется электроперсоналом цехов с ТП по указанию инженера энергетической службы завода.

Персонал и администрация организует:

- разведку места пожара;
- тушение своими силами;
- оповещение персонала завода о пожаре по громкоговорящей связи;
- встречу подразделений Специального управления ФПС № 8;

– выдачу допусков на тушение в электроустановках и при наличии РВ;

– доставку к месту пожара диэлектрических средств;

– проверку заземления пожарных автомашин;

– выполнение распоряжений оперативного штаба пожаротушения.

При необходимости оказание медицинской помощи пострадавшим на пожаре можно производить на базе медпункта завода.

3.3.1 Наличие, состояние и возможность использования местных средств извещения

Помещение газоочистки для обнаружения пожара и оповещения по эвакуации оснащено системой АУПС, оборудовано поисковой (громкоговорящей) связью.

Сигнал «Пожар» выходит на пульт в помещение оператора пульта завода и дублируется на ПСЧ СПСЧ №4.

Световой и звуковой сигнал о запуске АУПТ выходит на пультах узлов управления (помещение начальника смены).

3.3.2 Наличие и характеристика местных средств тушения, состояние и порядок приведения в действие

Помещение газоочистки для тушения пожара оснащено системой АУПТ.

Установка автоматического водяного пожаротушения газоочистки здания 1 предназначена для обнаружения, локализации и тушения пожара.

Работа АУПТ при ручном пуске: вращать штурвалы вентилей на узле управления (в коридоре около входа в тех. зал).

Совместно с запуском АУПТ световой и звуковой сигнал выходит на пульт управления в помещение начальника смены.

В случае возникновения неисправности в работе АУПТ для подачи воды от передвижной пожарной техники смонтирован сухотруб с диаметром соединительных полугаек 77 мм, находящийся снаружи на восточной стороне низкой части здания № 1 на стене слева от АВ № 48 и пристройкой склада.

3.4 Противопожарное водоснабжение

Внутреннее противопожарное водоснабжение в помещении «Б» отсутствует.

Наружное водоснабжение: на кольцевом хозяйственно-противопожарном водопроводе ближайшие пожарные гидранты № 3,4 (диаметр 200 мм); на тупиковом хозяйственно-противопожарном водопроводе ближайшие пожарные гидранты № 16, 17 (диаметр 100 мм).

Ближайший дополнительный водоисточник с точкой забора (диаметр 77 мм) на северной стороне здания № 5 на расстоянии 250 метров (до АВ №12).

Целесообразность установки АЦ на ПГ, пути развертывания:

– установка АЦ на ПГ №16 (53 м до АВ № 48) для запитывания огнетушащим веществом сухотруба на тушение помещения в случае отказа работы АУПТ и рукавных линий непосредственно на тушение пожара в помещении газоочистки. Путь развертывания: от АЦ установленной на ПГ № 16 от одного патрубка до АВ № 48, через разветвление до сухотруба в помещение № «Б» (газоочистка) и через АВ № 48 до входа в помещение газоочистки.

– установка АЦ на ПГ № 3 (85 м до АВ № 12) для запитывания огнетушащим веществом рукавных линий непосредственно на тушение пожара в помещении газоочистки, а также для защиты смежного и вышерасположенного помещений через АВ № 12. Путь развертывания: от АЦ установленной на ПГ № 3 до АВ № 12, далее через разветвление в тех. зал до входа в помещение газоочистки и в смежное помещение № 2 (начальник смены) и вышерасположенное помещение № 5 (административное);

– установка АЦ на ПГ № 4 (70 м до АВ № 3) для запитывания огнетушащим веществом рукавных линий для защиты кровли над помещениями № «Б», 5. Путь развертывания: от АЦ установленной на ПГ № 4 через стационарную лестницу (низкая часть здания юго-восточная сторона) или АЛ на кровлю здания № 1;

– установка АЦ на трубопровод промводы (250 м северная сторона здания № 5) для запитывания огнетушащим веществом рукавных линий в качестве резерва воды. Путь развертывания: от АЦ установленной на трубопровод промышленной воды здания № 5 до АВ № 12.

3.5 Тактический замысел

Пожар возник в помещении «Б» (газоочистка) зд. 1 на 1 этаже отм. ± 0,00 м. (нижняя часть здания), от нарушения пожарной безопасности по окончании ремонтных сварочных работ произошло возгорание фильтров очистки аэрозолей продукта. АВПТ не сработало по причине планового ремонта, задвижки разобраны. Создалась угроза распространения горения по помещению, а также по пустотам строительных конструкций в другие помещения здания. Возникла тяжелая обстановка по задымлению.

3.6 Расчет сил и средств на тушение пожара в помещении «Б» (газоочистка) здания 1

Пожар произошел в помещении «Б» размером 9 х 41 метров. Горят фильтра очистки аэрозолей продукта у ближней стены справа от входа в помещение газоочистки от помещения начальника смены.

Исходные данные:

$a = 9$ м.

$V_{л} = 1,5$ м/мин.

$J_{тр}$ принимаем по табличным данным «Справочник РТП» В.П. Иванников стр. 53 раздел №1 – производственные помещения I – II степени огнестойкости:

$J_{тр} = 0,15$ л/ (м² * с).

Определяем время свободного горения до момента введения первого ствола:

$$\tau_{св} = \tau_{д.с.} + \tau_{сб.в} + \tau_{сл} + \tau_{б/р} \quad (1)$$

$5 + 1 + 6 + 3 = 15$ минут.

Где:

$\tau_{д.с.}$ – время до сообщения;

$\tau_{сб.в}$ – время сбора и выезда пожарного подразделения;

$\tau_{сл}$ – время следования до места вызова;

$\tau_{б/р}$ – время, отведенное на боевое развертывание.

Определяем путь, пройденный огнем (радиус пожара) при условии $\tau_{св} > 10$ минут:

$$R_{п} = 0,5 * V_{л} * 10 + V_{л} * (\tau_{св} - 10) \quad (2)$$

$$0,5 * 1,5 * 10 + 1,5 * 5 = 7,5 + 7,5 = 15 \text{ м.}$$

Так как при $R_{п} = 15$ м и $a = 9$ м, то горение достигло продольных стен, значит, пожар принял прямоугольную форму.

Определяем площадь пожара при условии $\tau_{св} > 10$ минут:

$$S_{п} = n * a * (5 * V_{л} + V_{л} * (\tau_{св} - 10)) \quad (3)$$

$$1 * 9 * (5 * 1,5 + 1,5 * 5) = 9 * 15 = 135 \text{ м}^2.$$

Определяем площадь тушения пожара:

$$S_{т} = n * a * h \quad (4)$$

Где $h = 5$ м (глубина тушения ручным стволом)

$$S_{т} = 2 * 9 * 5 = 90 \text{ м}^2.$$

Определяем требуемый расход воды на тушение пожара:

$$Q_{тр}^T = S_{т} * J_{тр} \quad (5)$$

$$Q_{тр}^T = 90 * 0,15 = 13,5 \text{ л/с.}$$

Принимаем 14 л/с.

Определяем количество стволов, необходимых для тушения пожара:

Исходя из расчетных данных (п. №5.5.6.):

$$N_{ств}^T = Q_{тр}^T / q_{ств} \quad (6)$$

$$14 / 3,5 = 4.$$

Принимаем 4 ствола «Б».

Исходя из вышеуказанного видно, что соблюдается условие локализации, где:

$$Q_{ф}^T > Q_{тр}^T, \text{ т.е.}$$

$$Q_{ф}^T = 4 * 3,5 = 14 \text{ л / сек} > Q_{тр}^T = 13,5 \text{ л / сек. ИЛИ}$$

Исходя из расчетных данных (п. №6):

$$N_{\text{ств}}^T = Q_{\text{тр}}^T / q_{\text{ст}} \quad (7)$$

$$14 / 7 \approx 2.$$

Принимаем 2 ствола «А» или LUF-60 с расходом воды 10 л/с и МРК-РП со стволом «А».

Исходя из вышеуказанного видно, что соблюдается условие локализации, где:

$$Q_{\text{ф}}^T > Q_{\text{тр}}^T, \text{ т.е.}$$

$$Q_{\text{ф}}^T = 2 * 7 = 14 \text{ л / сек} > Q_{\text{тр}}^T = 13,5 \text{ л / сек.}$$

Площадь пожара на время подачи первых стволов составит 135 м², а площадь тушения 1 стволом «А» составляет 70 м², что гораздо больше площади тушения 1 стволом «Б», исходя из этого на тушение пожара принимаем 2 ствола «А».

Определяем требуемый расход огнетушащего вещества на защиту смежных помещений и кровли:

$$Q_{\text{тр}}^3 = \Pi_3 * J_3 \quad (8)$$

Где:

Π_3 – параметр защиты, значение которого принимаем по «Справочнику РТП» В.П. Иванников, стр. 58, как:

- помещение № 2 (начальник смены) часть длины защищаемого участка = 9 метров;
- помещение № 5 часть длины защищаемого участка = 9 метров;
- кровля здания № 1 часть длины защищаемого участка = 9 метров.

J_3 – интенсивность подачи ОВ = 0,15 л / (м² * с) по исходным данным.

$$Q_{\text{тр}}^3 = (9 + 9 + 9) * 0,15 = 27 * 0,15 = \approx 4,05 \text{ л/с.}$$

$Q_{\text{тр}}^3 = 4,05 \text{ л/с}$ – требуемый расход воды на защиту 1-го смежного помещения, 1-го вышерасположенного помещения и кровли здания.

Определяем количество стволов, необходимых для защиты:

$$N_{\text{ств}}^3 = Q_{\text{тр}}^3 / q_{\text{ст}} \quad (9)$$

$$N_{\text{ств}}^3 = 4,05 / 3,5 = 1,1 \approx 2.$$

Принимаем на защиту 3 ствола «Б» по количеству защищаемых участков.

Определяем общий расход воды на тушение пожара:

$$Q_{\text{тр}}^{\text{об}} = Q_{\text{тр}}^{\text{т}} + Q_{\text{тр}}^{\text{з}} \quad (10)$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{об}} = 13,5 + 4,05 = 17,55 \text{ л/с.}$$

Проверяем обеспеченность объекта водой. Объект имеет кольцевой водопровод диаметром 200 мм.

$$Q_{\text{водоп}} = (D_{\text{водоп}} / 25)^2 * 2 \quad (11)$$

$$(200 / 25)^2 * 2 = 8^2 * 2 = 64 * 2 = 128 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\text{ф}}^{\text{общ}} = 3 \text{ ствола «Б» и 2 ствола «А»}$$

$$Q_{\text{ф}}^{\text{общ}} = 3,5 * 3 + 7 * 2 = 10,5 + 14 = 24,5 \text{ л/с.}$$

$$128 > 24,5, \text{ значит мы достигаем условие } Q_{\text{водоп}} > Q_{\text{ф}}^{\text{общ}}.$$

Исходя из того, что ПГ № 16 является ближайшим к АВ № 48 здания №1 по кратчайшему пути прокладки рукавных линий с подачей ствола на тушение помещения газоочистки, а также является отличным от водопроводной сети объекта - тупиковый диаметром 100 мм, то необходимо произвести расчет согласно этих данных.

Принимая во внимание, что от ПГ № 16 через АВ № 48 целесообразно подать на тушение 1 ствол «А».

$$Q_{\text{водоп}} = (D_{\text{водоп}} / 25) * 2 = (100 / 25) * 2 = 4 * 2 = 8 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\text{ф}}^{\text{общ}} = 1 \text{ ствол «А», т.е.}$$

$$Q_{\text{ф}}^{\text{общ}} = 7 \text{ л/с, значит}$$

$$8 > 7, \text{ т.е.}$$

$$Q_{\text{водоп}} \text{ ПГ №16} > Q_{\text{ф}}^{\text{общ}}.$$

Этим мы достигаем условие $Q_{\text{водоп}} > Q_{\text{ф}}^{\text{общ}}$ для подачи ствола от ПГ № 16.

Производим расчет количества пожарных автомобилей основного назначения, т.е. АЦ.

$$N_{\text{п.м.}} = Q_{\text{ф}}^{\text{общ}} / Q_{\text{н}} * 0,8 \quad (12)$$

Где, $Q_{\text{н}} = 40 \text{ л/с.}$

По расчетным данным общее количество стволов составляет 3 ствола «Б» и 2 ствола «А» или LUF-60 и МРК-РП.

$$Q_{\text{ф}}^{\text{общ}} = 3 * 3,5 + 2 * 7 = 24,5 \text{ л/с или } 3 * 3,5 + 10 + 7 = 27,5 \text{ л/с.}$$

$$N_{\text{п.м.}} = 24,5 / 40 * 0,8 = 0,49 \text{ или } 27,5 / 40 * 0,8 = 0,55.$$

$$N_{\text{п.м.}} = 1.$$

Принимаем 1 пожарный автомобиль основного назначения АЦ на работу всех стволов.

Исходя из тактического замысла принимаем 3 пожарных автомобиля основного назначения АЦ по числу задействованных на пожаре ПП, а также для бесперебойного снабжения водой в случае аварии на хозяйственно-противопожарном водопроводе принимаем еще 1 АЦ.

Т.е. общее количество пожарных автомобилей основного назначения АЦ задействованных на пожаре принимаем $N_{\text{п.м.}} = 4$.

Определяем необходимое количество личного состава, задействованного в тушении пожара:

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{ств}}^{\text{т}} (\text{ГДЗС}) * 2 + N_{\text{ств}}^{\text{з}} (\text{ГДЗС}) * 3 + N_{\text{разв}} + N_{\text{п.б.}} + N_{\text{рез.}} \quad (13)$$

$$N_{\text{л/с}} = 2 * 3 + 3 * 3 + 3 + 5 + 2 * 3 = 6 + 9 + 3 + 5 + 6 = 29 \text{ человек или}$$

$$2 + 3 * 3 + 3 + 5 + 2 * 3 = 23 \text{ человека с применением РТС.}$$

Определяем количество отделений пожарных подразделений:

$$N_{\text{отд}} = N_{\text{л/с}} / 4 \quad (14)$$

$$29 / 4 = 7,25 \text{ или } 23 / 4 = 5,75.$$

Принимаем 8 отделений, с применением РТС получится 6 отделений.

3.6.1 Вывод по разделу

По расчетным данным сил и средств достаточно по вызову №2.

3.7 Сосредоточение сил и средств на здание 1

Пожару в помещении «Б» (газоочистка) здания 1 автоматически присваивается 2-й номер (ранг) пожара. Пожарные автомобили прибывают согласно расписания выездов. Сведения о сосредоточении сил и средств по 2-му номеру (рангу) рассматриваемого пожара указаны в таблице 3.

Примерную растановку сил и средств можно посмотреть в приложениях А, Б, В (страницы 127 – 129).

Таблица 3 – Сосредоточение сил и средств по 2-му номеру (рангу) пожара на здание 1

Номер вызова, ранг пожара	Подразделение. Место дислокации	Количество и тип пожарного автомобилей	Численность боевого расчета	Время следования	Время разворачивания сил и средств
2	СПСЧ-4	АЦ-40	6	6	3
	АО «СХК» РЗ	АЦ-40	6	6	3
	СПСЧ-5	АЦ-40	6	9	3
	АО «СХК» РХЗ	АСА-20	3	9	3
	СПСЧ-1	АЦ-40	6	9	3
	Транспортная 8	АЛ-30 АП-5	3 3	9 9	3 3
Всего	СПСЧ-3	АЦ-40	6	12	3
	Полевая 2	ППУ	3	12	3
Всего	СПСЧ-2	АЦ-40	6	14	3
	Автодорога Северная №16				
	(АЦ-40) – 6. (АЛ-30) – 1. (АП-5) – 1. (ППУ) – 1. (АСА-20)-1.	10	48	-	-

3.7.1 вывод по разделу

1. Условный типовой пожар в помещении «Б» (газоочистка) зд.1 потушен силами и средствами Специального управления №8 МЧС России по 2-му номеру (рангу) пожара согласно расписанию выездов при условии отсутствия радиоактивного излучения (загрязнения, заражения).

2. При рассмотрении хода тушения указанного типового пожара в условиях радиоактивного излучения (загрязнения, заражения) или его возможного возникновения обстановка сложится следующим образом.

Площадь горения и время на его тушения увеличивается по причине увеличения времени на действия по тушению пожара, т.е. необходимостью применения средств индивидуальной защиты, периодической сменой личного состава на позициях по тушению горения из-за возможности получения большой дозы облучения.

Исходя из этого необходимо объявление повышенного 3-го номера (ранга) пожара, по которому сбор личного состава требует большого количества времени, которое в свою очередь влияет на увеличение распространения горения и радиоактивного излучения (загрязнения, заражения).

Даже при условии, что по повышенному 3-му номеру (рангу) пожар будет потушен прибывшими силами и средствами итогом такой ликвидации в последующем будут такие негативные последствия как, существенное снижение готовности гарнизона пожарной охраны ЗАТО Северск к тушению пожаров на границах района выезда. Т.к. в результате радиоактивного загрязнения и заражения некоторое количество личного состава, единиц пожарной техники, пожарно-технического вооружения, аварийно-спасательного оборудования будет выведено из расчета на не определенное время для лечения и дезактивации. Также есть возможность потери (захоронения) некоторого количества единиц пожарной техники, пожарно-технического вооружения, аварийно-спасательного оборудования в случае невозможности их дезактивации.

3. Считаю, что применение РТС, имеющихся на вооружении Специального управления №8 МЧС России (Таблица 4) в соответствии с их назначением, позволит в условиях радиоактивного излучения (загрязнения, заражения) произвести тушение пожара силами и средствами по 2-му номеру (рангу) пожара и существенно снизить в последующем негативные последствия.

Таблица 4 – Сосредоточение РТС на здание 1.

Номер вызова, ранг пожара	Подразделение Место дислокации	Количество и тип пожарного автомобилей	Численность боевого расчета	Время следования	Время развертывания сил и средств
2	СПСЧ-5 АО «СХК» РХЗ	АБР-РОБОТ	5	9	Данные отсутствуют
		Эвакуатор для LUF-60	3		

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

При тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ на радиационно опасном объекте, следует ожидать повышенные угрозы жизни и здоровью граждан, а именно сотрудникам структур, проводящих ликвидацию ЧС. Для уменьшения данных рисков предлагается применение робототехнических средств. Отсюда следует, что потенциальными потребителями являются непосредственно организации выполняющие работы на опасных объектах при ликвидации ЧС.

Строим карту сегментирования рынка по применению робототехнических средств по следующим критериям: размер компании – заказчика и используемые вещества в производстве (рисунок 22).

		Виды используемых веществ в производстве				
		Безопасные	Пожаро опасные	Взрыво опасные	Радиационно опасные	Химически и опасные
Размер компании	Крупные					
	Средние					
	Мелкие					

Фирма 1 Фирма 2 Фирма 3

Рисунок 22 – Карта сегментирования рынка по применению робототехнических средств

В данной карте сегментирования показано, какие ниши на рынке по применению робототехнических средств не заняты конкурентами или где уровень конкуренции низок. Отсюда следует, что применение робототехнических средств имеет более эффективный спрос на крупных и средних предприятиях с применением радиационно опасных, взрывоопасных и химически опасных веществ. Моим предложением является использование робототехнических средств на радиационно опасных объектах при тушении пожаров и ликвидации ЧС. Ядерная энергетика имеет огромный потенциал

развития, в то же время является опасным процессом как для здоровья и жизни граждан, так и для окружающей среды в целом. Рациональное использование РТС прилично сокращает риски возможной катастрофы.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

В данном разделе проводим анализ конкурентных технических средств, применяемых при тушении пожаров на радиационно опасных объектах. Конкурентами робототехнических средств будут являться те средства, которые принимают участие в ликвидации ЧС, а именно: пожарно-техническое вооружение, аварийно-спасательный инструмент, а также сотрудники подразделений, непосредственно принимающие участие в ликвидации ЧС.

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,09	5	3	4	0,45	0,27	0,36
2. Удобство в эксплуатации	0,07	4	3	3	0,28	0,21	0,21
3. Устойчивость к огню	0,09	4	2	3	0,36	0,18	0,27
4. Энергоэкономичность	0,05	3	5	5	0,15	0,25	0,25
5. Надежность	0,09	5	5	5	0,45	0,45	0,45
6. Уровень шума	0,03	5	5	5	0,15	0,15	0,15
7. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,07	5	3	4	0,35	0,21	0,28
8. Простота эксплуатации	0,06	4	5	4	0,24	0,3	0,24
9. Устойчивость к радиации	0,09	5	2	4	0,45	0,18	0,36
10. Устойчивость к АХОВ	0,09	5	2	3	0,45	0,18	0,27
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,04	4	4	4	0,16	0,16	0,16
3. Цена	0,07	3	5	4	0,21	0,35	0,28
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
5. Послепродажное обслуживание	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Итого	1	67	58	62	4,5	3,64	4,03

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (15)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

По итогам анализа мы видим, что использование робототехнических средств наиболее эффективно во многих критериях и имеет хорошую конкурентоспособность.

При ликвидации аварии на радиационно опасных объектах большую роль сыграют такие качества используемых средств, как:

- эффективность;
- скорость выполнения задачи;
- безопасность;
- устойчивость к радиации и АХОВ.

Как видно из оценочной карты, вышеперечисленные качества, нами предложенных технических решений – имеют наиболее высокие показатели, что позволит занять свою нишу на рынке и доказывает актуальность дальнейшего его развития.

4.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,06	80	100	0,8	0,048
2. Помехоустойчивость	0,05	85	100	0,85	0,0425
3. Надежность	0,08	95	100	0,95	0,076
4. Уровень шума	0,04	95	100	0,95	0,038
5. Безопасность	0,09	90	100	0,9	0,081
6. Потребность в ресурсах памяти	0,06	90	100	0,9	0,054
7. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	95	100	0,95	0,076
8. Простота эксплуатации	0,04	70	100	0,7	0,028
9. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	90	100	0,9	0,045
10. Ремонтопригодность	0,08	90	100	0,9	0,072
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
11. Конкурентоспособность продукта	0,05	95	100	0,95	0,0475
12. Уровень проникновения на рынок	0,06	90	100	0,9	0,054
13. Перспективность рынка	0,07	70	100	0,7	0,049
14. Цена	0,06	50	100	0,5	0,03
15. Послепродажное обслуживание	0,08	90	100	0,9	0,072
16. Финансовая эффективность научной разработки	0,05	80	100	0,8	0,04
Итого	1	1355	1600	13,55	0,853

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i, \quad (16)$$

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.

Значение показателя P_{cp} является 85,3 %, что позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования.

4.1.4 SWOT - анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того чтобы рассмотреть сильные и слабые стороны применения робототехнических средств, при ликвидации ЧС проводим SWOT-анализа в табличной форме (таблица 7).

Таблица 7 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Актуальность проекта. С2. Использование современного оборудования и материалов. С3. Наличие бюджетного финансирования. С4. Уменьшение рисков материального ущерба. С5. Опытные квалифицированные эксперты.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Небольшой опыт. Сл2. Ограниченная область применения. Сл3. Ресурсозатратность. Сл4. Мало испытан в работе. Сл5. Не решены все организационные вопросы.
Возможности: В1. Рост развития робототехнического производства. В2. Повышения тактических возможностей. В3. Возможность уменьшения риска возникновения ЧС. В4. Создание партнерских отношений с иностранными организациями.	- В настоящее время на рынке играет сильную роль развитие производства РТС; - При использовании современных разработок и оборудования, ожидается повышение тактических возможностей; - При внедрении новейших технологий, ожидается уменьшение риска возникновения ЧС, а отсюда – уменьшение пострадавших и материального ущерба. - Новейшие технологии и квалификационные эксперты – это хороший фундамент для создания партнерских отношений с иностранными организациями.	- Необходимость в организации обучения сотрудников к применению РТС – повышение уровня знаний и подготовки; - Будут проводиться испытания, которые повлекут за собой положительные результаты; - В дальнейшем экономические затраты оправдают себя, не только в материальном плане, а так же в осуществлении безопасности граждан в области ЧС.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса. У2. Развитие конкуренции. У3. Появление новых технологий. У4. Уменьшение финансирования.	-планируется развитие области РТС; -продвижение проекта с акцентированием на его достоинствах.	- демонстрация своих преимуществ РТС в отличии от конкурентов.

Проведем анализ соответствия сильных сторон и слабых сторон научно исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта.

Таблица 8 – Интерактивная матрица проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможностей: B1C1C2C4, B2C2C4C5, B3C1C4C5, B4C2C3C5.

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	+	+	0	-
	B2	+	+	-	+	0
	B3	-	+	-	+	+
	B4	+	-	0	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможностей: B1Сл2Сл3, B2Сл1Сл2Сл4, B3Сл2Сл4Сл5, B4Сл1Сл4.

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	0	-	+
	У2	+	-	+	-	0
	У3	-	+	0	+	-
	У4	+	-	+	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С5, У2С1С3, У3С2С4, У4С1С3.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1Сл2Сл5, У2Сл5, У3Сл1Сл2Сл3, У4Сл1Сл3Сл4.

Таблица 12 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Актуальность проекта. С2. Использование современного оборудования и материалов. С3. Наличие бюджетного финансирования. С4. Уменьшение рисков материального ущерба. С5. Опытные квалифицированные эксперты.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Небольшой опыт. Сл2. Ограниченная область применения. Сл3. Ресурсозатратность. Сл4. Мало испытан в работе. Сл5. Не решены все организационные вопросы.</p>
<p>Возможности: В1. Рост развития робототехнического производства. В2. Повышения тактических возможностей. В3. Возможность уменьшения риска возникновения ЧС. В4. Создание партнерских отношений с иностранными организациями.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности» В1С1С2С4, В2С2С4С5, В3С1С4С5, В4С2С3С5</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности» В1Сл2Сл3, В2Сл1Сл2Сл4, В3Сл2Сл4Сл5, В4Сл1Сл4</p>
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса. У2. Развитие конкуренции. У3. Появление новых технологий. У4. Уменьшение финансирования.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы» У1С5, У2С1С3, У3С2С4, У4С1С3.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы» У1Сл1Сл2Сл5, У2Сл5, У3Сл1Сл2Сл3, У4Сл1Сл3Сл4.</p>

4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Разработка проекта по применению робототехнических средств.

В рамках данного раздела проведены альтернативные научные исследования для робототехнических средств.

Таблица 13 – Морфологическая матрица для робототехнических средств

	1	2	3	4	5	6
А. Двигатель	Постоянного тока	Внутреннего сгорания	Шаговый электродвигатель	сервопривод		
Б. Метод передвижения	наземный	воздушный	водный	подводный	комбинированный	
В. Метод управления	Радиоуправление	Дистанционное управление	Управление инфракрасным сигналом	Комбинированное управление		
Г. Метод подачи ОБ	От внешнего источника	По рукавной линии	Собственный резервуар	Комбинированный		
Д. Устойчивость к агрессивным факторам	Устойчив к взрывоопасной среде	Устойчив к радиоактивной среде	Устойчив к повышенной температуре открытому пламени	Устойчив к АХОВ	Полная устойчивость	
Е. Функциональность	Проведение разведки	Локализация и ликвидация горения	Обвалование, разборка и др. работы	Разминирование и проведение взрывных работ	Дезактивация	Многофункциональность
Ж. Окружающая среда	Работа на свежем воздухе	Работа в непригодной для дыхания среде	Работа в кислотно-щелочной среде	Работа при повышенной радиации	Работа под водой	Комбинированная среда

Предложим три варианта решения технической задачи:

1) А2Б1В2Г4Д3Е3Ж2 – высокая вероятность спроса такого типа РТС непосредственно на объектах с повышенным риском пожароопасности, в связи с его ограниченными возможностями и определенной защиты;

2) А2Б1В4Г4Д2Е6Ж6 – такой тип робототехнических средств будет актуален в области ядерной энергетики, в связи с высоким уровнем устойчивости к радиоактивному фону, а так же многофункциональным свойствам, позволяющих проводить работы в зонах с повышенным радиоактивным фоном;

3) А1Б2В4Г3Д1Е4Ж6 – Данный тип робототехнических средств будет иметь большой спрос на взрывоопасных объектах и внутренних силовых структурах. Имеет увеличенную дальность управления, защищен от силы взрывной волны, имеет вооружение, необходимое для проведения поисково-разведывательных работ, а так же проведения разминирования взрывчатых устройств.

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входит руководитель темы и студент выполняющий работу.

Таблица 14 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1.	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2.	Постановка задачи	Руководитель темы
	3.	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	4.	Выбор направления исследований	Руководитель темы, Студент
	5.	Подбор нормативных документов	Студент
	6.	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель темы, студент
	7.	Разработка методик тушения пожаров при помощи РТС	Студент
Теоретические исследования	8.	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
Обобщение и оценка результатов	9.	Оценка эффективности полученных результатов	Студент
Разработка технической документации и проектирование	10.	Составление схемы тушения условного пожара с применением РТС	Студент
Оформление отчета	11.	Составление пояснительной записки	Студент

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев 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:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (17)$$

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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (18)$$

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

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

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

4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

$$T_{ки} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (19)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (20)$$

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 календарю на 2016 год, количество календарных дней – 365, количество рабочих дней составляет 247 дней, количество выходных дней – 104, а количество предпраздничных дней – 14, следовательно $k_{\text{кал}}=1,48$.

Таблица 15 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях			Длительность работ в календарных днях		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{\text{ожг}}$, чел-дни				T_{pi}			T_{ki}		
	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 технического задания	2	2	3	4	4	6	2,8	2,8	4,2	Руководитель темы	2,8	2,8	4,2	4	4	6
Постановка задачи	1	1	2	3	3	4	1,8	1,8	2,8	Руководитель темы	1,8	1,8	2,8	3	3	4
Подбор и изучение материалов по теме	3	3	4	6	6	7	4,2	4,2	5,2	Студент	4,2	4,2	5,2	6	6	8
Выбор направления исследований	1	1	1	3	2	2	1,8	1,4	1,4	Руководитель темы, студент	0,9	0,7	0,7	1	1	1
Подбор нормативных документов	10	12	8	28	28	24	17,2	18,4	14,4	Студент	17,2	18,4	14,4	25	27	21

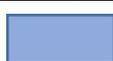
Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ожг}$, чел-дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
Согласование полученных данных с руководителем	2	2	2	4	8	6	2,8	4,4	3,6	Руководитель темы, студент	1,4	2,2	1,8	2	3	3
Разработка методик тушения пожаров при помощи РТС	6	6	8	14	16	18	9,2	10	10,4	Студент	9,2	10	10,4	14	15	15
Проведение теоретических расчетов и обоснований	7	7	5	13	14	10	9,4	9,8	7	Студент	9,4	9,8	7	14	15	10
Оценка эффективности и полученных результатов	3	2	5	8	7	10	5	4	7	Студент	5	4	7	7	6	10
Составление схемы тушения условного пожара с применением РТС	1	2	4	3	5	9	1,8	3,2	6	Студент	1,8	3,2	6	3	5	9
Составление пояснительной записки	4	4	2	8	7	4	5,6	5,2	2,8	Студент	5,6	5,2	2,8	8	8	4

Таблица 16 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{Ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы	4	■										
2	Постановка задачи	Руководитель темы	3	■										
3	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	6		■									
4	Выбор направления исследований	Руководитель темы, студент	1		■									
5	Подбор нормативных документов	Студент	25			■	■	■						
6	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель темы, студент	2					■	■					
7	Разработка методик тушения пожаров при помощи РТС	Студент	14						■	■				
8	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент	14							■	■			
9	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	7								■	■		
10	Составление схемы тушения условного пожара с применением РТС	Студент	3									■	■	
11	Составление пояснительной записки	Студент	8										■	■



- студент



- руководитель темы

4.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

4.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi} , \quad (21)$$

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

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 17.

Таблица 17 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Z _м), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Пишущие принадлежности	шт.	1	1	2	22	24	15	26	28	36
Тетрадь для записей	шт.	1	1	1	40	50	35	48	60	42
Калькулятор	шт.	1	1	1	150	200	320	180	240	384
Бумага	лист	270	350	310	0,5	0,5	0,5	162	210	186
Картридж с краской	шт.	1	1	1	450	400	400	540	480	480
линейка	шт.	1	1	1	50	54	34	60	64	40
Итого								1016	1082	1168

4.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

При проведении работ по данной теме не требуются затраты, связанные с приобретением специального оборудования (контрольно – измерительной аппаратуры, устройств и механизмов, приборов, стендов).

4.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 14.

Проводим расчет заработной платы в промежуток времени, когда работали руководитель темы и студент. Стоимость часа руководителя 300 рублей, а студент получает 50 рублей (учитываем, что рабочий день 8 часов).

Таблица 18 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям			Трудо-емкость, чел.-дн.			Зарботная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы			4	4	6	2,4			9,6	9,6	14,4
2	Постановка задачи	Руководитель темы			3	3	4	2,4			7,2	7,2	9,6
3	Подбор и изучение материалов по теме	Студент			6	6	8	0,4			2,4	2,4	3,2
4	Выбор направления исследований	Руководитель темы, студент			1	1	1	2,8			2,8	2,8	2,8
5	Подбор нормативных документов	Студент			25	27	21	0,4			10	10,8	8,4
6	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель темы, студент			2	3	3	2,8			5,6	8,4	8,4
7	Разработка методик тушения пожаров при помощи РТС	Студент			14	15	15	0,4			5,6	6	6

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям			Трудо-емкость, чел.-дн.			Зарботная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.			Всего зарботная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
8	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент			14	15	10	0,4			5,6	6	4
9	Оценка эффективности полученных результатов	Студент			7	6	10	0,4			2,8	2,4	4
10	Составление схемы тушения условного пожара с применением РТС	Студент			3	5	9	0,4			1,2	2	3,6
11	Составление пояснительной записки	Студент			8	8	4	0,4			3,2	3,2	1,6
Итого:											56	60,8	66
Учитывая 20 % премии											67,2	72,96	79,2

Статья включает основную зарботную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИТ, (включая премии, доплаты) и дополнительную зарботную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (22)$$

где $Z_{осн}$ – основная зарботная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная зарботная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Максимальная основная зарботная плата руководителя составляет примерно 42000 рублей, а студента 52000 рублей.

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (23)$$

где $Z_{осн}$ – основная зарботная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 15);

$Z_{дн}$ – среднедневная зарботная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (24)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 19).

Таблица 19 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней	120	120
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	72
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	198	174

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (25)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5

(в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (26)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Из произведенных расчетов, заработная плата руководителя темы равна 56800 рублей, а студента - 64300 рублей.

4.3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (27)$$

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

На 2016 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 с 2014 года водится пониженная ставка – 27,1%³.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 20).

Таблица 20 – 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	36700	38500	42600	5505	5775	6390
Студент-дипломник	46000	49400	52100	6900	7410	7815
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
Итого						
Исполнение 1	25772,9					
Исполнение 2	27394					
Исполнение 3	29513,3					

³ 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»

4.3.4.5 Расчет затрат на научные и производственные командировки

Затраты на научные и производственные командировки исполнителей определяются в соответствии с планом выполнения темы и с учетом действующих норм командировочных расходов различного вида и транспортных тарифов.

4.3.4.6 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (28)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом исполнении равны: $Z_{\text{накл}} = 104068,9 \times 0,16 = 16651$ руб;

4.3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НИИ	1016	1082	1168	Пункт 3.4.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	67200	72960	79200	Пункт 3.4.3
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	10080	10944	11880	Пункт 3.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	25772,9	27394	29513,3	Пункт 3.4.4
5. Накладные расходы	16651	17980,8	19481,8	16 % от суммы ст. 1-5
6. Бюджет затрат НИИ	120719,9	130360,8	141243,1	Сумма ст. 1-6

4.4 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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (29)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (30)$$

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.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблица 22).

Таблица 22 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,2	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации	0,1	4	4	3
3. Функциональная мощность	0,2	5	3	4
4. Ресурсосбережение	0,15	4	5	4
5. Надежность схемы работы	0,2	4	4	3
6. Материалоемкость	0,15	4	3	5
ИТОГО	1	4,4	3,6	3,85

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

$$I_{p-исп2} = 3*0,2+4*0,1+3*0,2+5*0,15+4*0,2+3*0,15=3,6;$$

$$I_{p-исп3} = 4*0,2+3*0,1+4*0,2+4*0,15+3*0,2+5*0,15=3,85.$$

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{4,4}{0,9} = 4,88 ,$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}} = \frac{3,6}{0,93} = 3,87 ,$$

$$I_{исп3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{финр}} = \frac{3,85}{0,96} = 4,01 \quad (31)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 23) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (32)$$

Таблица 23 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1		Исп.2		Исп.3	
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,9		0,93		0,96	
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4		3,6		3,85	
3	Интегральный показатель эффективности	4,88		3,87		4,01	
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,26;	1.21	0,96	0,965	0,82	1,03

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что наиболее эффективным является первый вариант решения в поставленной бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1 Производственная безопасность

Таблица 24 – Опасные и вредные факторы при тушении пожаров на радиационно опасном объекте

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<p>Работы, ведущиеся непосредственно в непригодной для дыхания среде с воздействием теплового потока:</p> <p>1. Тушение производственного здания при увеличенном радиоактивном фоне.</p> <p>2. Проведение аварийно-спасательных работ при ликвидации ЧС.</p> <p>3. Проведение разведки и контроля местности по радиоактивному и химическому контролю.</p> <p>4. Проведение специальных работ на пожаре.</p>	<p>Физические:</p> <p>1. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>2. повышенная или пониженная влажность воздуха;</p> <p>3. повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;</p> <p>4. недостаточная освещенность рабочей зоны.</p> <p>Химические:</p> <p>1. Мутагенные;</p> <p>2. влияющие на репродуктивную функцию.</p> <p>Психофизиологические:</p> <p>1. Эмоциональные перегрузки.</p>	<p>Физические:</p> <p>1. Разрушающиеся конструкции;</p> <p>2. повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;</p> <p>3. расположение рабочего места на значительной высоте относительно земли (пола);</p> <p>Химические:</p> <p>1. Токсические.</p>	<p>1. ГОСТ 12.0.002-80. Система стандартов безопасности труда. Термины и определения</p> <p>2. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация</p> <p>3. Параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4-548-96 [1].</p> <p>4. Необходимые уровни освещенности нормируются в соответствии со СНиП 23-05-95</p> <p>5. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.</p> <p>6. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 16 августа 2004 г. N 83</p> <p>7. Приказами Минздравмедпрома России № 280/88 от 05.10.1995г. Работа на высоте.</p> <p>8. ГОСТ Р 12.4.013. Защита органов дыхания и зрения.</p>

Пожарная опасность — возможность возникновения и (или) развития пожара в любом веществе, процессе, состоянии. Следует отметить, что пожаров безопасных не бывает. Если они и не создают прямой угрозы жизни и здоровью человека (например, лесные пожары), то наносят значительный материальный ущерб. Когда человек пребывает в зоне пожара, то он может попасть под воздействие следующих опасных и вредных факторов:

5.1.1 Вредные факторы

5.1.1.1 Физические вредные факторы

Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны – а именно токсические продукты сгорания, которые представляют наибольшую угрозу для жизни человека, особенно при пожарах в зданиях. Ведь в современных производственных, бытовых и административных помещениях находится значительное количество синтетических материалов, являющихся основными источниками токсических продуктов сгорания. Так при горении пенополиуретана и капрона образуется цианистый водород (синильная кислота), винипласта — хлористый водород и окись углерода, линолеума — сероводород и сернистый газ и т. д. Наиболее часто при пожарах отмечается высокое содержание в воздухе окиси углерода. Так, в подвалах, шахтах, тоннелях, складах его содержимое может составлять от 0,15 до 1,5%, а в помещениях — 0,1—0,6%. Следует отметить, что окись углерода — это ядовитый газ и вдыхание воздуха, в котором его содержимое составляет 0,4% — смертельно [38].

Пониженная влажность воздуха – один из факторов, влияющих на организм человека выполняющего работы по ликвидации горения и аврийно-спасательных и других не отложенных работ.

Воздух с влажностью: до 55% считается сухим; от 56%-70% умеренно сухим; от 71%-85% умеренно влажным; свыше 85% сильно влажным. Идеальная влажность в жилом помещении 40-60%. Когда окружающая среда имеет температуру более высокую, чем температура тела человека, происходит сильное потоотделение. Обильное выделение пота ведет к охлаждению организма, однако является нагрузкой на организм [38].

При низкой влажности воздуха происходит быстрое испарение влаги с поверхности слизистых оболочек носа, гортани, легких, что приводит к кашлю, хрипоте, увеличивает риск подхватить респираторную инфекцию и ухудшению состояния в целом. Также известен тот факт, что в сухом воздухе содержится избыточное количество положительно заряженных ионов, а это

способствует развитию стрессовых состояний у людей. Потеря влаги от 6 до 8% веса человека приводит к полуобморочному состоянию, 10% - к галлюцинациям и нарушению глотательного рефлекса; 12% - к остановке сердца. При пониженной влажности необходимо обильное питье [38].

5.1.1.2 Химические вредные факторы

При тушении пожара на радиационно опасном объекте химическими вредными факторами являются мутагенные факторы и факторы, влияющие на репродуктивную функцию.

Проходя через клетку, ионизирующие излучения вырывают электроны из внешних оболочек атомов веществ и соединений, находящихся на их пути. Потеря электронов приводит к тому, что эти вещества и соединения становятся положительно заряженными и, как следствие, более реакционноспособными. Такие измененные вещества могут вступать во взаимодействие с другими, веществами и соединениями и приводить к их изменению. Установлено, что чем больше доза ионизирующего излучения, полученная клеткой или организмом, тем выше частота возникающих в нем мутаций. [38]

К числу физических мутагенов, обладающих незначительным мутагенным эффектом, относится повышенная температура. Мутагенный эффект этого фактора наиболее сильно проявляется у организмов с постоянной температурой тела.

Ионизирующие излучения способны вызывать все виды наследственных перемен. Спектр мутаций, индуцированных облучением, не отличается от спектра спонтанных мутаций.

Величина же дозы, определяющая тяжесть поражения организма, зависит от того, получает ли ее организм сразу или в несколько приемов. Большинство органов успевает в той или иной степени залечить радиационные повреждения и поэтому лучше переносят серию мелких доз, нежели ту же суммарную дозу облучения, полученную за один прием. Разумеется, если доза облучения достаточно велика, облученный человек погибнет. Во всяком

случае, очень большие дозы облучения порядка 100 Гр. вызывают настолько серьезное поражение центральной нервной системы, что смерть, как правило, наступает в течение нескольких часов или дней. При дозах облучения от 10 до 50 Гр. при облучении всего тела поражение ЦНС может оказаться не настолько серьезным, чтобы привести к летальному исходу, однако облученный человек, скорее всего все равно умрет через одну-две недели от кровоизлияний в желудочно-кишечном тракте. При еще меньших дозах может не произойти серьезных повреждений желудочно-кишечного тракта или организм с ними справится [38].

Если же облучению подверглось не все тело, а какая-то его часть, то уцелевших клеток мозга бывает достаточно для полного возмещения поврежденных клеток. Репродуктивные органы и глаза также отличаются повышенной чувствительностью к облучению. Однократное облучение семенников при дозе всего лишь в 0,1 Гр. приводит к временной стерильности мужчин, а дозы свыше двух греев могут привести к постоянной стерильности: лишь через много лет семенники смогут вновь продуцировать полноценную сперму. По-видимому, семенники являются единственным исключением из общего правила: суммарная доза облучения, полученная в несколько приемов, для них более, а не менее опасна, чем та же доза, полученная за один прием. Яичники гораздо менее чувствительны к действию радиации, по крайней мере, у взрослых женщин. Но однократная доза > 3 Гр. все же приводит к их стерильности, хотя еще большие дозы при дробном облучении никак не сказываются на способности к деторождению [38].

Защитными средствами от химических вредных факторов являются защитные костюмы (РЗК, Л-1, ОЗК, КИХ-4М, Трелчем Супер и др.), препараты, применяемые при радиоактивном облучении (пентанцин, Б-190, ферроцин, зостерин-ультра, альгисорб и др.)

5.1.1.3 Психофизиологические вредные факторы

Психофизиологические факторы определяются характером труда. К ним относятся факторы, связанные с нервно-психическим напряжением, физической нагрузкой, темпом и ритмом.

Психофизиологические факторы оказывают наибольшее влияние на степень напряженности труда. Напряженность труда характеризуется такими показателями, как темп и ритм работы. Темп работы определяется количеством движений рабочего в единицу времени, а ритм - степенью их повторяемости, или монотонности. В настоящее время определены допустимые границы этих показателей с целью предупреждения перенапряжения рабочих. Производственные операции при их частой повторяемости должны длиться не менее 30 с и содержать 5 - 6 разнообразных элементов, выполняемых с участием разных групп мышц, с чередованием большого напряжения зрения и внимания [38].

К психофизиологическим факторам можно отнести такое явление, как паника, которая в основном, возникает в результате быстрых изменений психического состояния человека, как правило, депрессивного характера в условиях экстремальной ситуации (пожара). Большинство людей попадают в сложные и неординарные условия, которыми характеризуется пожар, впервые и не имеют соответствующей психической стойкости и достаточной подготовки. Когда воздействие факторов пожара превышает границу психофизиологических возможностей человека, то может наступить паника. При этом люди теряют рассудительность, их действия становятся неконтролируемыми и неадекватными возникшей ситуации [38].

5.1.2 Опасные факторы

5.1.2.1 Физические опасные факторы

Разрушение конструкций это один из опасных факторов пожара, приводящих к травмам увечьям и гибели людей, находящихся в зоне разрушения. В первые 10—20 минут пожар распространяется вдоль горючего материала и в это время помещение заполняется дымом. Температура воздуха

поднимается в помещении до 250—300 градусов. Через 20 минут начинается объёмное распространение пожара. Спустя ещё 10 минут наступает разрушение остекления. Увеличивается приток свежего воздуха, резко прогрессирует развитие пожара, и температура достигает 900 градусов. После того, как выгорают основные вещества, конструкция здания теряет свою несущую способность и в это время происходит обрушение выгоревших конструкций.

Повышенная температура поверхностей материалов, а также воздуха рабочей зоны. Наибольшая опасность для людей исходит от нагретого воздуха, который при вдыхании, обжигает верхние дыхательные пути и приводит к удушью и смерти. К летальному исходу приводит и вызванный этим фактором пожара перегрев, из-за чего из организма интенсивно выводятся соли, нарушается деятельность сосудов и сердца. Достаточно побыть несколько минут в среде с температурой в 100 °С — как сразу же теряется сознание и наступает смерть. Вместе с тем, губительное влияние на человека оказывает и продолжительное облучение инфракрасными лучами с интенсивностью около 540 Вт/м. Также при повышенной температуре окружающей среды часты ожоги кожи [38].

Для защиты от повышенной температуры органов дыхания и зрения используют СИЗОД (средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения) на основе сжатого воздуха или кислорода.

Для защиты от повышенной температуры покрова кожи тела используют специальную защитную одежду пожарного (ТОК-200, ТК-800 и др.)

Основным опасным производственным фактором при работе на высоте является расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола), связанное с этим возможное падение работника или падение предметов на работника.

К работам на высоте относятся работы, при выполнении которых работник находится на расстоянии менее 2 м от не ограждённых перепадов по высоте 1,3 м и более.

При работе на высоте используются такие защитные средства как: пожарный пояс с карабином, спасательная веревка и другие спасательные устройства.

Недостаточная освещенность рабочей зоны – это еще один опасный фактор, который может непосредственно влиять на травмоопасность сотрудников пожарной охраны и лиц, проводящих ликвидацию ЧС.

Во время пожара происходит отключение электропитание, в связи с этим и другими факторами видимость сильно уменьшается, в дальнейшем наступает опасность получения травмы. Для защиты от данного вредного фактора используют индивидуальные, групповые и другие осветительные приборы.

5.1.2.2 Химические опасные факторы

При пожарах так же выделяются большое количество различных продуктов горения, в основном такие как: CO, CO₂, SO₂, P₂O₅ и др.

Углекислый газ или двуокись углерода (CO₂) – продукт полного горения углерода. Не имеет запаха и цвета. Углекислый газ хорошо растворим в воде (при $T = 15^{\circ}\text{C}$ в одном литре воды растворяется один литр газа).

Токсичность углекислого газа незначительна. Концентрация углекислого газа в воздухе 1.5% безвредна для человека длительное время. При концентрации углекислого газа в воздухе, превышающей 3-4.5%, нахождение в помещении и вдыхание газа в течение получаса опасно для жизни.

При содержании углекислый газа(CO₂) 3% дыхание человека учащается в два раза, при 5% - учащается в три раза и становится тяжелым, при 6% - проявляются сильная одышка и слабость, при 10% - наступает обморочное состояние, при 15 - 20% - возможно смертельное отравление.

Оксид углерода или угарный газ (CO) – продукт неполного сгорания углерода. Этот газ не имеет запаха и цвета, поэтому особо опасен. Этот газ легче воздуха и скапливается в верхней части помещения при пожарах. В воде оксид углерода почти не растворяется. Способен гореть и с воздухом образует взрывчатые смеси. Угарный газ при горении дает пламя синего цвета. Угарный газ является очень токсичным. Вдыхание воздуха с концентрацией угарного газа 0.4% смертельно для человека. Стандартные противогазы от угарного газа не защищают, поэтому при пожарах применяются специальные фильтры или кислородные изолирующие приборы.

Сернистый газ (SO₂) – продукт горения серы и сернистых соединений. Бесцветный газ с характерным резким запахом. Сернистый газ хорошо растворяется в воде, например, при температуре $T = 0^{\circ}\text{C}$ в одном литре воды растворяется восемьдесят литров SO₂, а при $T = 20^{\circ}\text{C}$ – сорок литров. Сернистый газ горение не поддерживает. Действует раздражающим образом на слизистые оболочки дыхательных путей, вследствие чего является очень токсичным [38].

При горении многих веществ, кроме рассмотренных выше продуктов сгорания выделяется дым – дисперсная система, состоящая из мельчайших твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии в каком-либо газе. Диаметр частиц дыма составляет 10^{-4} – 10^{-6} см (от 1 до 0.01 мкм). Более крупные твердые частицы, образующиеся при горении, быстро оседают в виде копоти и сажи. При горении органических веществ дым содержит твердые частицы сажи, взвешенные в CO₂, CO, N₂, SO₂ и других газах. В зависимости от состава и условий горения вещества получают различные по составу и по цвету дымы. При горении дерева, например, образуется серовато-черный дым, ткани – бурый дым, нефтепродуктов – черный дым, фосфора – белый дым, бумаги, соломы – беловато-желтый дым.

Также опасным фактором является пониженная концентрация кислорода в воздухе.

Уровень комфортного содержания кислорода в воздухе:

Зона 3-4: ограничена законодательно утвержденным стандартом минимального содержания кислорода в воздухе для помещений (20,5%) и "эталоном" свежего воздуха (21%). Для городского воздуха нормальным считается содержание кислорода 20,8% (рисунок 23).

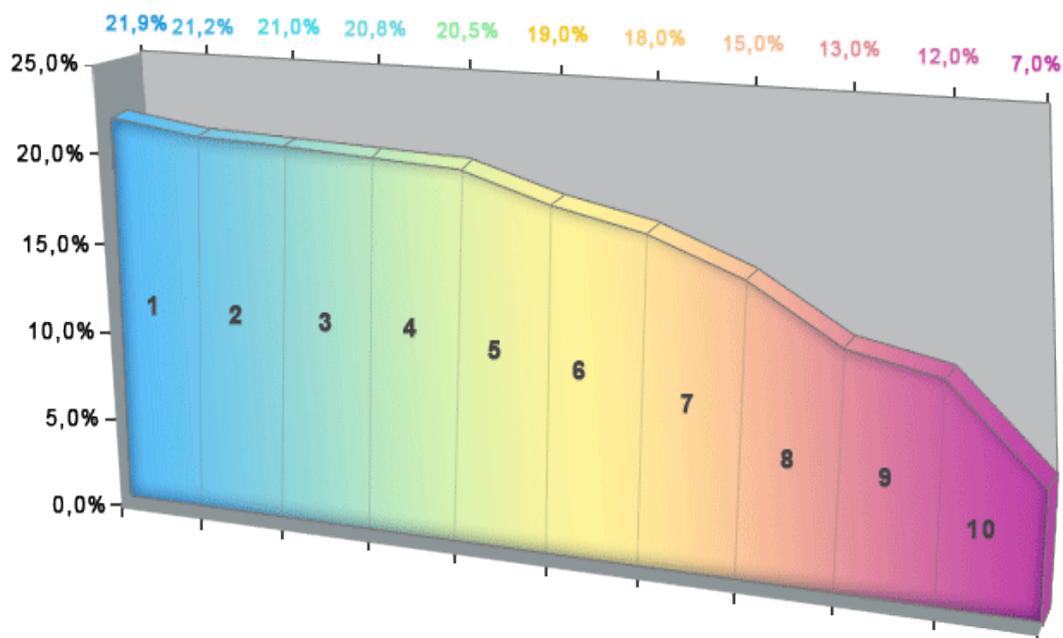


Рис.23 – Зависимость качества воздуха от процентного содержания в нем кислорода

Благоприятный уровень содержания кислорода в воздухе:

Зона 1-2: такой уровень содержания кислорода характерен для экологически чистых районов, лесных массивов. Содержание кислорода в воздухе на берегу океана может достигать 21,9%

Недостаточный уровень содержания кислорода в воздухе:

Зона 5-6: ограничена минимально допустимым уровнем содержания кислорода, когда человек может находиться без дыхательного аппарата (18%).

Пребывание человека в помещениях с таким воздухом сопровождается быстрой утомляемостью, сонливостью, снижением умственной активности, головными болями.

Длительное пребывание в помещениях с такой атмосферой опасно для здоровья.

Опасно низкий уровень содержания кислорода в воздухе :

Зона 7 и далее: при содержании кислорода 16% наблюдается головокружение, учащенное дыхание, 13% - потеря сознания, 12% - необратимые изменения функционирования организма, 7% - смерть.

Средствами защиты от вышеперечисленных факторов являются дыхательные аппараты с жатым воздухом или кислородом.

5.2 Экологическая безопасность

Экологическая опасность пожаров прямо обусловлена изменением химического состава, температуры воздуха, воды и почвы, а косвенно и других параметров окружающей среды.

Загрязнение окружающей среды (ОС) в результате пожаров и аварий ухудшает экологическое состояние среды обитания, причиняет вред здоровью людей и экосистемам. Во всех случаях в ОС попадают вредные и токсичные (ядовитые) вещества.

Серьезное влияние на ОС оказывают пожары в техносфере: в промышленности, на транспорте и др., так как горючие материалы чрезвычайно разнообразны по своему составу, а пожар может возникнуть практически на любом объекте. В результате в продуктах горения могут присутствовать самые разнообразные по химическому строению и токсичности соединения. Среди самых распространенных - оксиды углерода, серы, азота, хлористый водород, углеводороды различных классов, спирты, альдегиды, бензол и его гомологи, полиароматические соединения (ПАУ) и др. Среди самых опасных - соли и оксиды тяжелых металлов, бензапирен (БаП), диоксины. Большинство перечисленных химических веществ оказывают вредное воздействие на живые организмы. Так, диоксины, ПАУ и другие способны вызывать онкологические заболевания у людей, а оксиды серы - гибель растительности [39].

Наиболее опасные ситуации, связанные с воздействием на окружающую среду, возникают на пожарах при разлиии ЛВЖ и ГЖ на нефтебазах (в резервуарах, и обваловании и за его пределами), транспортных

средствах (при морских перевозках), на химических предприятиях, радиационных объектах, складах удобрений, пестицидов, аварийно опасных веществ (АХОВ).

Наряду с токсичными и вредными продуктами горения загрязнение окружающей среды может быть вызвано огнетушащими веществами, используемыми в пожаротушении.

Известно разрушающее действие фреонов на озоновый слой. Некоторые галогеноуглероды (например, фреон 13В1, 114В2) особенно опасны, так как способны долгое время находиться в атмосфере и эффективнее других взаимодействуют с озоновым слоем на больших высотах [39].

Поверхностно - активные вещества (ПАВ), применяемые в пожарной охране как смачиватели и пенообразователи, также причиняют вред окружающей среде. Попадая в водоемы, они препятствуют поступлению кислорода. Многие ПАВ биологически трудно разлагаются (ПО-1, ПО-10, Форэтол, ПО-6К). В результате происходит гибель фитопланктона, рыб [39].

Кроме того, при пожарах на людей, флору и фауну оказывает негативное влияние тепловой фактор (для человека критической во время пожара принята температура, равная 70 С). В зоне горения температура может возрастать до 800-1500 С, а иногда (при огненном шторме, горение металлов) и выше. Размер зоны теплового воздействия зависит от интенсивности массо - и теплообмена, вида горючего и так далее. Действие высоких температур во время пожара приводит к гибели растительности, либо заставляет представителей флоры и фауны искать новые места обитания, подчас менее благоприятные, так как отдельные виды флоры и фауны способны существовать в определённом температурном режиме [39].

Дым от крупных пожаров вызывает изменение освещённости, температуры воздуха, влияет на количество атмосферных осадков. Кроме того, дымовой аэрозоль и газообразные продукты, взаимодействуя с атмосферной влагой, могут вызывать кислотные осадки - дожди, туманы. Попадание на листья дыма, росы, дождя вызывает болезнь и гибель растений. Выделения

большого количества дыма при крупных пожарах уменьшает количество солнечной радиации, поступающей с земной поверхности и, как следствие, приводит к климатическим изменениям продолжительностью несколько дней, недель, месяцев. Эти факторы влияют на рост растений [39].

Что бы уменьшить влияние продуктов горения и огнетушащих веществ на окружающую среду необходимо серьезно подходить к профилактическим действиям, которые предохраняют какой-либо объект от возможных возгораний и аварий. Стараться тщательно производить выбор огнетушащих веществ для ликвидации пожара. Использовать средства для распыления воды, не допуская в дальнейшем распространения вредных веществ на дальние расстояния [39].

Радиоактивное загрязнение окружающей среды является наиболее важным экологическим последствием радиационных аварий с выбросами радионуклидов, основным фактором, оказывающим влияние на состояние здоровья и условия жизнедеятельности людей на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению. Основными специфическими явлениями и факторами, обуславливающими экологические последствия при радиационных авариях и катастрофах, служат радиоактивные излучения из зоны аварии, а также из формирующегося при аварии и распространяющегося в приземном слое облака (облаков) загрязненного радионуклидами воздуха; радиоактивное загрязнение компонентов окружающей среды [39].

Радиационная защита – это комплекс мер, направленных на ослабление или исключение воздействия ионизирующего излучения на население, персонал радиационно опасных объектов, биологические объекты природной среды, а также на предохранение природных и техногенных объектов от загрязнения радиоактивными веществами и удаление этих загрязнений (деактивацию) [39].

Мероприятия радиационной защиты, как правило, осуществляются заблаговременно, а в случае возникновения радиационных аварий, при

обнаружении локальных радиоактивных загрязнений — в оперативном порядке.

5.3 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. Федеральный закон о специальной оценке условий труда от 28 декабря 2013 года № 426-ФЗ

2. Статья 220. Гарантии права работников на труд в условиях, соответствующих требованиям охраны труда

3. Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты

4. Статья 223. Санитарно-бытовое обслуживание и медицинское обеспечение работников

5. Статья 224. Дополнительные гарантии охраны труда отдельным категориям работников

6. Размер, порядок и условия предоставления гарантий и компенсаций работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями, по результатам аттестации рабочих мест устанавливались компенсации в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 20.11.2008 № 870: 139

7. Межотраслевые правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты Утверждены приказом Минздравсоцразвития РФ от 01.06.2009 г. № 290н (в ред. от 27.01.2010 N 28н) Зарегистрированы в Минюсте РФ 10.09.2009 г № 14742

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения дипломного проекта по разработке новых способов и приемов тушения пожаров на заводе «А» ЗАТО Северск можно сделать следующие выводы:

1. Актуальность и статистика тушения пожаров и ликвидации ЧС на РОО России и непосредственно на заводе «А» ЗАТО Северск показывают, что РОО периодически являются источником радиоактивного излучения (загрязнения, заражения) особенно в условиях возникновения аварийных ситуаций. Все это обусловлено необходимостью обеспечения безопасности личного состава при тушении пожара и ликвидации аварий в зонах с высокими уровнями радиоактивного заражения в качестве применения РТС, в том числе на объектах АО «СХК» ЗАТО Северск.
2. Проведенный анализ применения пожарных робототехнических средств при тушении пожаров с наличием радиоактивности показал, что применение робототехнических средств (комплексов) было единственно возможным эффективным средством при проведении действий по ликвидации ЧС с наличием РВ.
3. Обосновано необходимость внедрения пожарных робототехнических средств на ядерном объекте.
4. Проведенный расчет сил и средств для тушения пожара в помещении с наличием радиоактивных веществ показал, что применение РТС, имеющихся на вооружении Специального управления №8 МЧС России в соответствии с их назначением, позволит в условиях радиоактивного излучения (загрязнения, заражения) произвести тушение пожара силами и средствами по 2-му номеру (рангу) пожара и существенно снизить в последующем негативные последствия.
5. Проведено прогнозирование и оценка возможной обстановки тушения пожара в помещении с наличием РВ на заводе «А» с применением РТС, имеющихся на вооружении Специального управления ФПС №8 МЧС России,

которое показало, что уровни воздействия поражающих факторов радиации на человека требуют:

- предложений по совершенствованию конструкций имеющихся РТС для применения их в тушении пожара и ликвидации ЧС на РОО;
- рекомендаций по технологии и тактики применения РТС для тушения пожара, ликвидации ЧС и их последствий на объектах АО «СХК».

6. Проведенный анализ социальной ответственности и экономической целесообразности принятых проектных решений показал, что использование РТС при тушении пожаров на РОО имеет высокую оценку эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вестник Восточно-Сибирского института МВД России: Новые приемы и способы тушения пожаров на радиационно опасных объектах / И.И. Ядройцев, О.И. Власюк. – М., 2011. – 6 с.
2. ГОСТ Р22.0.05 – 94: Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. – М.: ВНИИ ГОЧС, 1994. – 17 с.
3. Библиотека лекционного материала [электронный ресурс] / Центр информ. технологий; ред. Горев О. В. – М., 2013. URL: <http://lektsiopedia.org/lek-14251.html>, свободный – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
4. Мир и безопасность № 3: Мобильные роботы как средство дистанционной борьбы с пожарами / В. Корсунский. – М., 2007. – 31 с.
5. Специальная Техника: Технология применения управляемых мобильных комплексов / А.Ф. Батанов, С.Н. Грицынин, С.В. Муркин. – М., 1998-2016.
6. Межведомственная информационная система по вопросам обеспечения радиационной безопасности населения и проблемам преодоления последствий радиационных аварий [электронный ресурс] / Федеральная целевая программа. – М., 2013. URL: http://rb.mchs.gov.ru/mchs/radiation_accidents, свободный – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
7. ФГБУ ВНИИПО МЧС России [электронный ресурс] / НИЦ Р. – М., 2001. URL: <http://www.vniipo.ru/departments/nicntr.htm>, свободный – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
8. Мобильная установка пожаротушения LUF 60 [электронный ресурс] / Государственный официальный сайт МЧС России.– М., 2016. URL: <http://www.mchs.gov.ru/document/219120>, свободный – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

9. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации и федеральных округах / С.К. Шойгу, Н.Н. Комедчиков. – М., 2010. – 696 с.
10. Производственное объединение «Маяк» (Челябинск-65). История объединения. Основные производства. Хранение радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива / В. М. Кузнецов, А. Г. Назаров. – М.: Ключ-С, 2006. – 470 с.
11. Чернобыльская катастрофа (1986 г.): Катастрофы конца XX века / Под общ. ред. д-ра техн. наук В. А. Владимирова. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – М.: УРСС, 1998. – 400 с.
12. Чрезвычайные ситуации в современном мире и проблемы безопасности жизнедеятельности / В.И. Биненко, Г.Н. Храмов, В.В. Яковлев. – Санкт-Петербург: 2004. – 400 с.
13. Экологическая оценка территории ЗАТО "Северск" и 30-километровой зоны СХК: Сборник. – Томск: 2001. – 96 с.
14. Радиоактивное загрязнение местности в результате аварии на радиохимическом заводе Томске-7: Метеорология и гидрология. / Ю.А. Израэль, Е.М. Артемов, В.Г. Пахомов. – Томск: 1993. – 13 с.
15. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Р.М. Алексахина, Л.А. Булдакова, В.А. Губанова. – М.: 2001. – 751 с.
16. ФГКУ СУ ФПС № 8 МЧС России [электронный ресурс] / Официальный сайт ГУ МЧС России по Томской области. – Томск, 2016. URL: http://70.mchs.gov.ru/resources/FGKU_Specialnoe_upravlenie_FPS_8_MCHS_Ro, свободный – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
17. Приказ Минтруда России от 23.12.2014 №1100н "Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы" – М.: 2014. – 65 с.
18. Нормы радиационной безопасности: НРБ-99/2009 СанПиН 2.6.1.2523-09 – М.: 2009. – 64 с.

19. Руководство по эксплуатации мобильного вспомогательного устройства пожаротушения модели LUF 60®.
20. ФЗ № 68 от 11.11.94г. «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» – М.: 1994. – 17 с.
21. ФЗ № 151 от 22.08.95г. «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» – М.: 1995. – 27 с.
22. Приказ МЧС РФ от 31 марта 2011 г. №156 "Об утверждении Порядка тушения пожаров подразделениями пожарной охраны" – М.: 2011. – 23 с.
23. Тактическая подготовка должностных лиц органов управления силами и средствами на пожаре / В.В. Терехнев. – М.: 2004. – 78 с.
24. Справочник РТП / В.П. Иванников, П.П. Ключ. – М., Стройиздат.: 1987. – 251 с.
25. Действия сил и средств на пожаре. Ч.1 и Ч.2 / М.И. Богданов. – Санкт-Петербург: 1996. – 55-62 с.
26. Методические рекомендации по организации планирования действий подразделений пожарной охраны по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ в организациях (объектах) / Е.А. Серебренников. – М.: 2005. – 64 с.
27. Силы и средства для ликвидации чрезвычайных ситуаций с радиационными последствиями / А.М. Агапов. – М.: 2002. – 98 с.
28. Организация и тактика тушения пожаров на атомных электростанциях: Учебное пособие по пожарной тактике / В.И. Самойлов, А.В. Удилова. –Восточно-Сибирский институт МВД России: 2004. – 148 с.
29. Рекомендации по тушению пожаров на предприятиях ядерно-оружейного комплекса комбинированными составами с использованием углекислого газа и порошков специального назначения – М., ВНИИПО: 2009. – 76 с.
30. «Расписание выезда подразделений пожарной охраны для тушения пожаров в городском округе ЗАТО Северск» от 13.02.2016.

31. Руководство по эксплуатации. НТ599.00.00.000РЭ. «Автомобиль быстрого реагирования с использованием мобильных роботизированных комплексов». АБР-РОБОТ ТУ 4854-046-08578307-2006.

32. Руководство по эксплуатации. НТ598.00.00.000 РЭ. «Комплекс мобильный робототехнический».

33. Паспорт с руководством по эксплуатации на УПТВ-300 А53.819.000.00ПС.

34. Паспорт на пеногенератор ГПВК 4854-005-45416838-01.

35. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно – методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

36. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко – Томск: Изд-во Томского политехнического универ-та, 2016. – 11 с.

37. ГОСТ 12.0.003-74: Классификация опасных и вредных производственных факторов – М.: ИПК издательство стандартов, 1976. – 4 с.

38. Охрана труда и производственная безопасность: Учебно-методическое пособие / А.А. Раздорожный — М.: «Экзамен», 2005. – 512 с.

39. Экология и безопасность: Справочник / Н.Г.Рыбальский, А.И.Савицкий, М.А.Малярова, В.В.Горбатовский – М.: 1993.–319 с.

Приложение А (пример)

План – схема растановки сил и средств при тушении пожара без применения РТС в здании №1 завода «А»

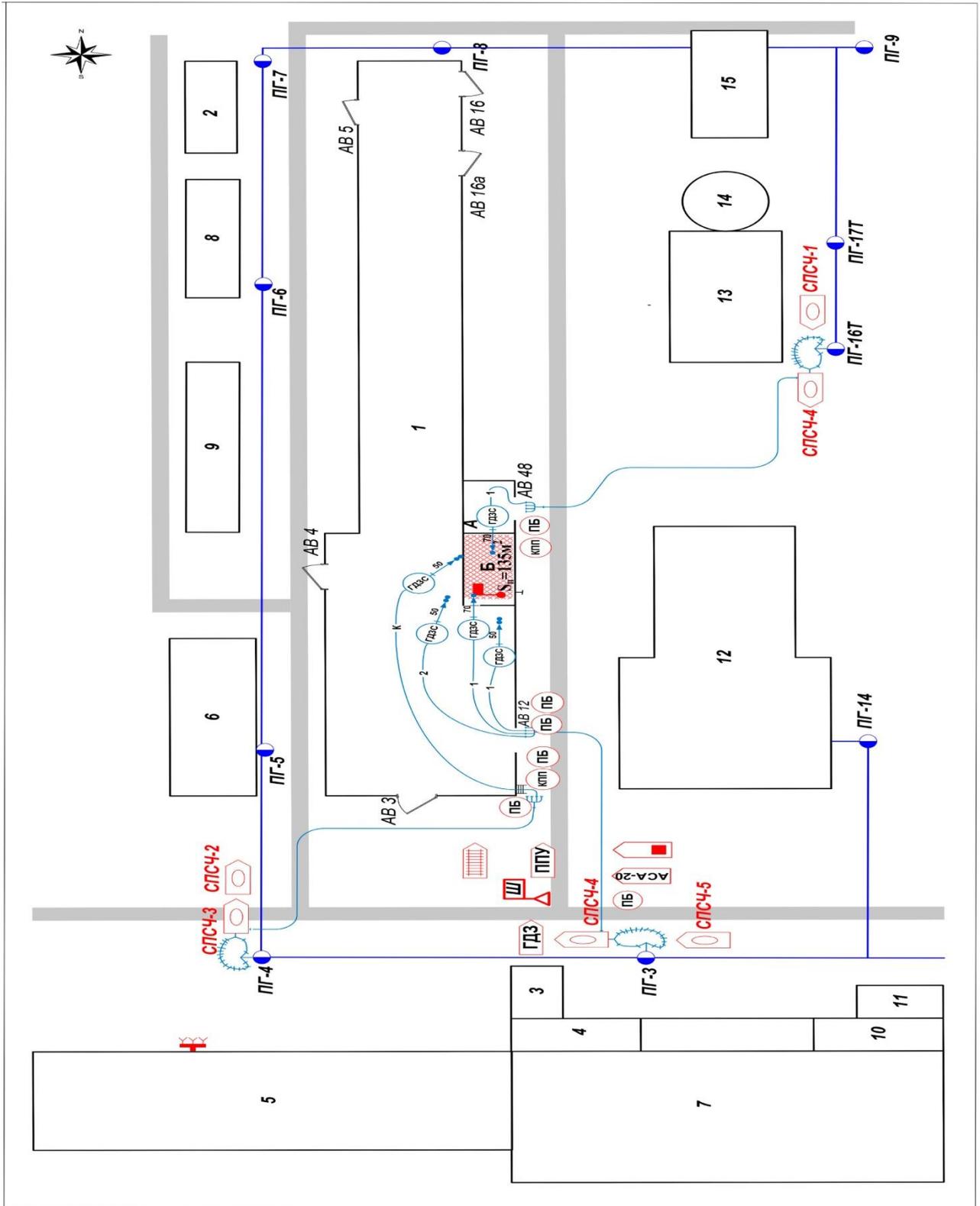


Рисунок А.1 – План – схема растановки сил и средств при тушении пожара без применения РТС

Приложение Б (пример)

План – схема растановки сил и средств при тушении пожара с применением РТС в здании №1 завода «А»

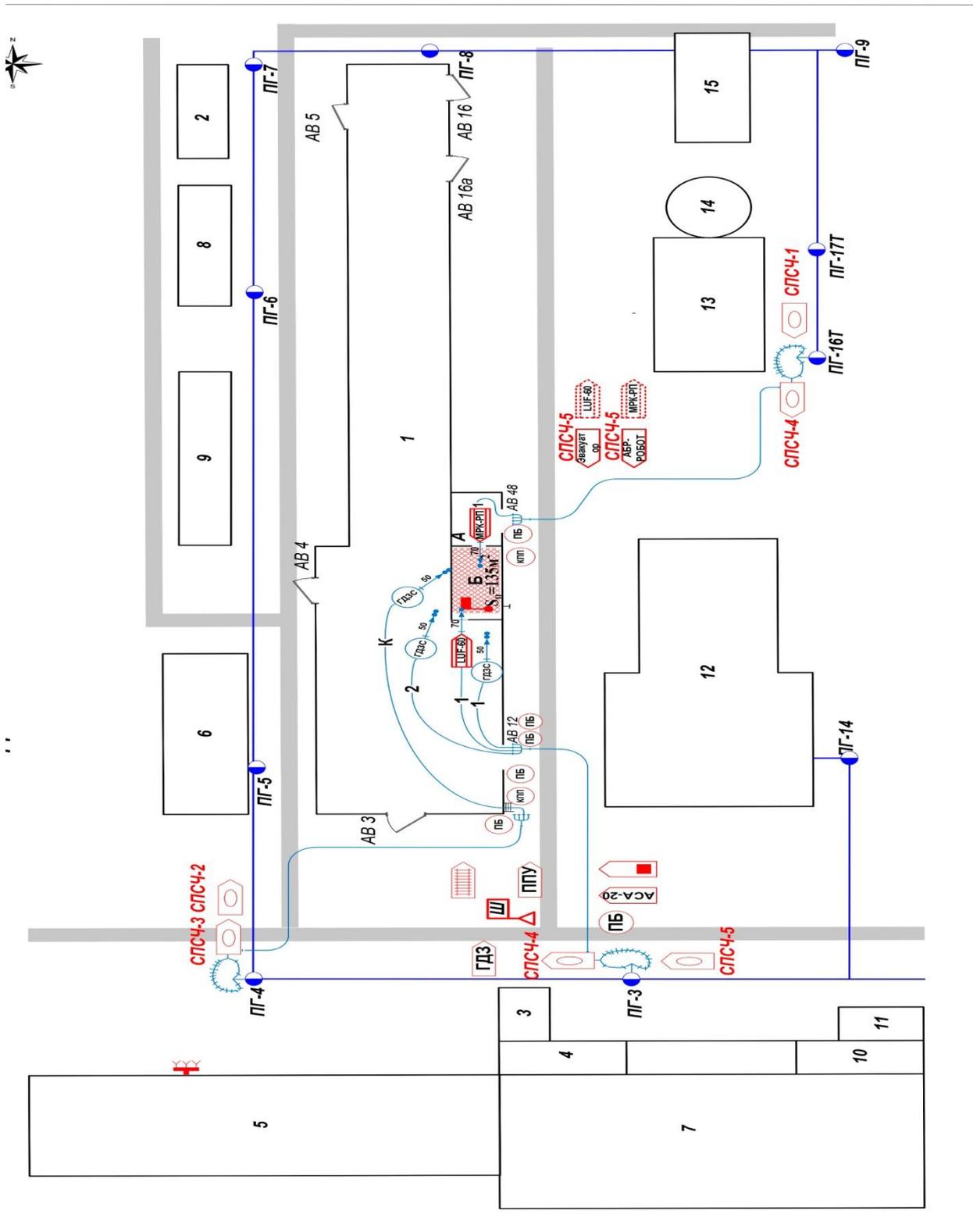


Рисунок Б.1 – План – схема растановки сил и средств при тушении пожара с применением РТС

Приложение В (пример)

План – схема расстановки сил и средств при тушении пожара с применением РТС в помещениях здания №1 завода «А»

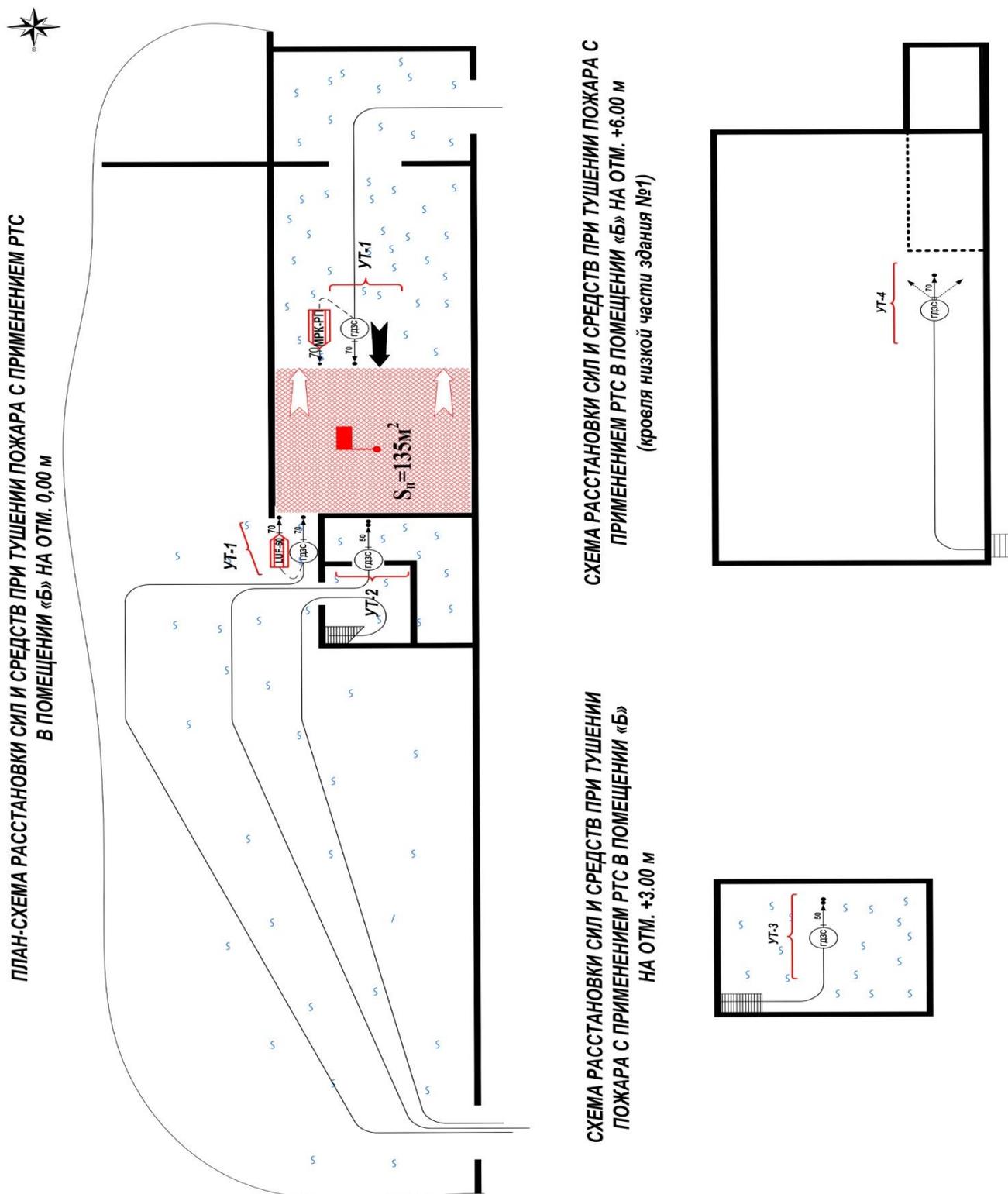


Рисунок В.1 – План – схема расстановки сил и средств при тушении пожара с применением РТС в помещениях