

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

---

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
Отделение контроля и диагностики

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Анализ эффективности использования современных спасательных технологий при проведении разведки в зоне чрезвычайной ситуации</b>

УДК 614.818-047.44

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM71	Проценко Владимир Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения контроля и диагностики	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения социально- гуманитарных наук	Фадеева Вера Николаевна	к.филол.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Перминов В.А.	д.ф.-м.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<b>Профессиональные компетенции</b>		
Р1	Использовать на основе глубоких и принципиальных знаний необходимое оборудование, инструменты, технологии, методы и средства обеспечения безопасности человека и окружающей среды от техногенных и антропогенных воздействий в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС (ПК3–7; ОПК-1–3, 5; ОК4–6) 1, Критерий 5 АИОР2 (пп.5.2.1, 5.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEAN
Р2	Проводить инновационные инженерные исследования опасных природных и техногенных процессов и систем защиты от них, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности с применением глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов в области современных информационных технологий, современной измерительной техники и методов измерения	Требования ФГОС (ПК8–13; ОПК-1–3, 5; ОК4, 9, 10, 11, 12), критерии АИОР Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.2, 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р3	Организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания и безопасному размещению и применению технических средств в регионах, осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях, находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области техносферной безопасности	Требования ФГОС (ПК-4, 6, 14–18; ОПК-1–5; ОК-1, 7, 8), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5, 5.3.1–2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р4	Организовывать мониторинг в техносфере, составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития ситуации на основе его результатов с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности, анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания и разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности	Требования ФГОС (ПК-2, 19, 21, 22; ОПК-1–5; ОК-2), Критерий 5 АИОР (п.5.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Р5	Проводить экспертизу безопасности и	Требования ФГОС (ПК20,

	экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных комплексов, аудит систем безопасности, осуществлять мероприятия по надзору и контролю на объекте экономики, территории в соответствии с действующей нормативно-правовой базой	23–25; ОПК-1–3, 5), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5–6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
<b>Универсальные компетенции</b>		
Р6	Работать в интернациональной профессиональной среде, включая разработку документации, презентацию и защиту результатов инновационной инженерной деятельности с использованием иностранного языка	Требования ФГОС (ОК-5, 6, 10–12; ОПК-3), Критерий 5 АИОР (п.5.3.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р7	Эффективно работать индивидуально, а также в качестве руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области техносферной безопасности, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам, понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1-3, 5, 8, 11, 12, ОПК 1-4, ПК-18), Критерий 5 АИОР (пп.5.3.3–6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
20.04.01 Техносферная безопасность  
В.А.Перминов  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ71	Проценко Владимир Сергеевич

Тема работы:

Анализ эффективности использования современных спасательных технологий при проведении разведки в зоне чрезвычайной ситуации

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы: 27.05.2019

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

<b>Исходные данные к работе</b>	<i>Наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<i>Аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы***(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Фадеева Вера Николаевна
Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке	Ажель Юлия Петровна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Объект исследования	
Анализ эффективности использования современных спасательных технологий	

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**

04.02.2019 г

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения контроля и диагностики	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н		04.02.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ71	Проценко Владимир Сергеевич		04.02.2019

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

---

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки (специальность) 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
Уровень образования магистратура  
Отделение контроля и диагностики  
Период выполнения (весенний семестр 2018/2019 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация
--------------------------

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	27.05.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
11.03.2019	Написание Введения	20
25.03.2019	Разработка раздела «Обзор литературы»	10
08.04.2019	Сбор сведений и разработка раздела «Практическая часть»	25
22.04.2019	Разработка раздела магистерской диссертации на иностранном языке	15
10.05.2019	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
27.05.2019	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения контроля и диагностики	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н		04.02.2019

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОКД ИШНКБ ТПУ	Перминов Валерий Афанасьевич	д.ф.-м.н.		04.02.2019

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 143 страниц, 30 рисунков, 8 таблицы, 53 источников и нормативных ссылок.

Ключевые слова: поиск и спасение пострадавших, ликвидация чрезвычайной ситуации, беспилотный летательный аппарат, робототехнический комплекс, обнаружение чрезвычайной ситуации, чрезвычайная ситуация, мониторинг.

Объектом исследования являются спасательные технологии, при проведении разведки в зоне чрезвычайных ситуаций, на примере БПЛА.

Цель дипломной работы – анализ эффективности использования современных спасательных технологий при проведении разведки в зоне ЧС

Задачи:

- Рассмотреть спасательные технологии и технику, применяемые при проведении разведки в зоне ЧС
- Провести анализ эффективности современных спасательных технологий, на примере БПЛА
- Предложить технологию алгоритма при проведении разведки в зоне ЧС, с использованием БПЛА

Степень внедрения: начальная и средняя.

Область применения: беспилотные летательные аппараты в зонах ЧС

Экономическая эффективность/значимость работы высокая.

В процессе данной работы был рассмотрен анализ эффективности применения спасательной технологии на примере БПЛА, при разведках в зонах чрезвычайных ситуаций.

## Определения, обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Разведка в зоне чрезвычайной ситуации: это вид обеспечения действий сил и средств РСЧС, заключающийся в выявлении и оперативной передаче органам управления и силам достоверных данных об обстановку в зоне ЧС, необходимых для эффективного проведения.

Чрезвычайная ситуация (ЧС): обстановка сложившаяся на определенной территории, в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного бедствия, которая влечет за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

## Обозначения и сокращения

АК – авиационный комплекс;

АСР – аварийно-спасательные работы;

АСФ – аварийно-спасательное формирование;

АТЛ А – аэростатический термобалластируемый летательный аппарат;

АХОВ – аварийно-химические опасные вещества;

АФАР – активная фазированная антенная решетка;

БАК – беспилотный авиационный комплекс;

БСК- Бортовая система контроля

БАС – беспилотная авиационная система;

БПЛА – беспилотный летательный аппарат;

ВВ – взрывчатые вещества;

ВВС – военно-воздушные силы;

ВПП – взлетно-посадочная полоса;

ГО – гражданская оборона;

ГОЧС – гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях;

ДВС – двигатель внутреннего сгорания;

ДПЛА – дистанционно-пилотируемый летательный аппарат;

ЕДДС – единая дежурно-диспетчерская служба;

КЧС – комиссия по чрезвычайным ситуациям;

ЛА – летательный аппарат;

ЛТХ – летно-технические характеристики;

МО – Министерство обороны;

МТО – материально-техническое обеспечение;

МТС – материально-техническое снабжение;

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

НАСФ – нештатные аварийно-спасательные формирования; ПБ – пожарная безопасность;

ПСО- поисково-спасательная операция

РПСО-Решение поисково-спасательного отряда

РХР-радиационно химическая разведка

(ПСГ) –Поисково спасательная группа

РСЧС – Единая государственная система предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях;

РПСО-Руководитель поисково-спасательного отряда

СОИ – средства отображения информации;

СУАК – система управления авиационным комплексом;

ХОВ – химически-опасные вещества;

ХОО – химически опасный объект;

## Содержание

Введение	
1 .Обзор литературы.....	15
2. Объект и методы исследования .....	21
2.1 Основные определения(Спасательная техника МЧС) .....	21
2.2 Требования к спасательным машинам МЧС .....	23
2.3 Дорожная и землеройная спасательная техника МЧС.....	25
2.4 Планирование эксплуатации спасательной техники и базовых машин спасательной техники МЧС.....	28
2.5 Машинны радиационной, химической разведки БПЛА для проведения специальных работ.....	29
2.6 Назначение и общее устройство БЛА для проведения спасательных работ .	32
2.7 Классификация БПЛА принятая в России.....	32
2.8 Упрощенная классификация оборудования БПЛА по требованиям вероятности безотказной работы .....	33
2.9 Применение БПЛА .....	35
2.9.1 Пример применения БПЛА.....	42
2.9.2 Рекомендации по построению маршрута полета.....	43
3. Экспериментальная проверка выполнения поисково-спасательных операций в природной среде с использованием предложенной модели построения карт вероятностей .....	47
3.1 Разработка программного обеспечения системы поддержки управления поисково-спасательными операциями .....	56
3.2 Описание средств маршрутной аэросъемки .....	58
3.3 Показатель производительности выполнения аэросъемочных работ.....	61
3.4 Статистический анализ поисково-спасательных операций в природной среде .....	63
3.5 Частные показатели эффективности применения БПЛА при ведении аэросъемочных работ .....	71
3.6 Анализ эффективности применения БПЛА.....	72
4. Финансовый менеджмент,ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	82
4.1 Предпроектный анализ .....	82

4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования .....	82
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	83
4.1.3	Оценка готовности проекта к коммерциализации .....	88
4.1.4	Методы коммерциализации результатов НТИ .....	90
4.1.5	Инициализация проекта .....	90
4.1.6	Организационная структура проекта .....	91
4.1.7	Организация и допущения проекта .....	92
4.1.8	Планирование управления НТП .....	92
4.1.9	Контрольные события проекта .....	93
5.	План проекта .....	94
5.1	Организационная структура проекта .....	96
5.2	Матрица ответственности .....	97
5.3	Реестр рисков проекта .....	97
5.4	Определение ресурсной эффективности исследования .....	99
5.5	Оценка сравнительной эффективности исследования .....	101
5.6	Оценка НТЭ .....	105
6.	Социальная ответственность .....	106
6.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	108
6.1.2	Микроклимат .....	111
6.1.3	Освещенность рабочей зоны .....	112
6.1.4	Уровень шума .....	114
6.1.5	Анализ опасных факторов производственной среды .....	114
6.1.6	Электробезопасность .....	115
6.1.7	Механическая опасность .....	116
6.1.8	Экологическая безопасность .....	116
6.1.9	Защита атмосферы .....	117
6.1.9.1	Защита литосферы .....	117
6.1.9.2	Безопасность в ЧС .....	118
6.1.9.1	Вывод .....	120

Заключение

Список используемых источников

Приложение А

## Введение

Особенность нашей страны, заключается в обширной территории, низкой плотности заселения территорий и высокой концентрации людей в крупных городах, наличие регионов с постоянными природными чрезвычайными ситуациями (наводнения, землетрясения, лесные пожары, оползни и других). Все перечисленное осложняет работу МЧС и требует от них постоянной готовности и быстрого реагирования.

Особую опасность представляют аварии на атомных объектах и крупных химических производствах, размещенных в непосредственной близости от населенных пунктов. Высокие риски, обусловленные угрозами возникновения техногенных ЧС и катастроф, связаны с большим износом и старением основных производственных мощностей.

В настоящее время структурные подразделения МЧС России проходят переоснащение техническими средствами, предназначенными для разведки труднодоступных и масштабных зон ЧС природного, техногенного и террористического характера. Для этих целей территориальными органами МЧС, заключаются договора с авиапредприятиями либо применяется авиация региональных центров. Использование возможностей пилотной авиации имеет свои отрицательные моменты, такие как: финансово не эффективно из-за большой стоимости, длительное время реагирования (до 6 часов), жёсткая зависимость от погодных условий и т.д.

Относительная ограниченность людских ресурсов МЧС России, необходимость сохранения здоровья и жизни самих спасателей в сложных условиях крупных техногенных катастроф с радиоактивными, химическими и биологическими объектами, существенные бюджетные ограничения вызывают необходимость поиска наиболее эффективных путей улучшения работы МЧС России по предупреждению, выявлению, локализации ЧС и ликвидации их последствий.

Одно из более эффективных решений проблемы - применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) при проведении мероприятий предупреждения и ликвидации ЧС. Беспилотный летательный аппарат – самолет или вертолет, управляемый оператором при помощи радиосвязи на удаленном расстоянии, или автономно с применением специальной полетной программы. Их возможности во многом зависят от такого параметра, как высота полета. Сегодня предел составляет 30 км, а в перспективе и до 40 км. На такой высоте беспилотный самолет может конкурировать со спутником. Отслеживая на территории площадью около миллиона квадратных километров все что происходит. БПЛА могут взять на себя функцию слежения, и выполнять в режиме реального времени в рамках целого региона.

Цель дипломной работы – анализ эффективности использования современных спасательных технологий при проведении разведки в зоне ЧС

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- Рассмотреть спасательные технологии и технику, применяемые при проведении зоны ЧС
- Провести анализ эффективности современных спасательных технологий, на примере БПЛА
- Предложить технологию алгоритма при проведении разведки в зоне ЧС, с использованием БПЛА

## 1. Обзор литературы

Начиная изучать данную тему, рассмотрим истоки зарождения и развития спасательных технологий.

Важным мероприятием в создании аварийно-спасательной техники явилась реализация Федеральной целевой программы «Создание и развитие Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях 1993-1997 гг.»

Основной целью программы являлось осуществление на местном, региональном и федеральном уровнях комплекса мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций, вызванных техногенными авариями, катастрофами и природными стихийными бедствиями, а в случае их возникновения – по снижению человеческих жертв и сокращению материального ущерба. В ходе ее реализации предполагалось решить ряд задач, в том числе – разработать, освоить производство и оснастить силы РСЧС современными техническими средствами проведения АСДНР.

В рамках этой Федеральной целевой программы выполнялась подпрограмма «Оснащение техническими средствами сил РСЧС».

В ходе ее реализации были разработаны и приняты на оснащение сил МЧС России аварийно-спасательные инструменты индивидуального и группового использования, приборы поиска пострадавших, специальные аварийно-спасательные машины и авиационные технические средства для тушения пожаров. Осуществлена подготовка производства и осуществлена закупка указанных средств, а также снаряжения для водолазов-спасателей, транспортных средств, инженерной техники и средств малой механизации.

Начаты работы по созданию робототехнических средств для решения задач МЧС России, мобильного комплекса первичного жизнеобеспечения пострадавшего населения, многоцелевого комплекса экстренного реагирования на базе БПЛА, спасательного вертолета легкого класса и многоцелевого самолета.

1899 году, известный всем изобретатель, физик и инженер Никола Тесла продемонстрировал общественности первый в мире радиоуправляемый кораблик, данное событие не осталось незамеченным в ученой среде и дало толчок развитию управляемых объектов [1].

Наиболее яркий пример - разработка беспилотных летательных аппаратов. Любая разработка новой техники преследует экономическую выгоду. Именно так и обстоит на данный момент с выпуском беспилотных летательных аппаратов. История применения беспилотных летательных аппаратов началась с использования их в качестве обычных мишени для тренировки летчиков и зенитчиков.

После показа, Николы Тесла, первого радиоуправляемого кораблика, следующим беспилотником оказалось не судно, а самый обыкновенный летательный аппарат. В 1910 году военный инженер и изобретатель Чарльз Кеттеринг, предложил создать летательный аппарат, управляемый не человеком, а часовым механизмом, аппарат должен был стать первой управляемой авиабомбой, предполагалось что аппарат в определенное время должен был отбросить свои крылья и упасть на территории противника и при столкновении с землей взорваться. Несмотря на необычную идею и малую вероятность положительного исхода данной разработки, Кеттерингу получил финансирование от армии США, в результате ему удалось создать несколько рабочих моделей. Однако, после нескольких испытательных полетов, прошедших с переменным успехом, в виду отсутствия явных успехов, проект свернули и в боевых действиях во время Первой Мировой войны изобретение Кеттеринга участия не принимало.

Важной вехой для развития беспилотных летательных аппаратов XX века стал 1933 год, который официально считается днем рождения БПЛА. В

В этом году, инженерами Великобритании был разработан первый БПЛА. Проект получил название DH.82В Queen Bee, данный аппарат был первым беспилотным и к тому же многоцелевого использования. Первые БПЛА представляли собой отреставрированные модели бипланов Fairy Queen, управление ими осуществлялось дистанционно с корабля по радио. Данный БПЛА стал первым самолетом-мишенью для истребителей и зенитчиков. DH.82В Queen Bee служил ВВС ее Величества с 1934 года по 1943.

Во время Второй Мировой войны и Германия, и СССР, и США разрабатывали свои версии беспилотных летательных аппаратов. Так, например, Германия использовала управляемые бомбы Henschel Hs 293 и Fritz X, их применение в Средиземном море, показало высокую эффективность данного направления развития БПЛА. После опробования данной технологии началось массовое производство «самолетов-снарядов» ракет Фау-1, а с 1942 года, Фау-2. В СССР во времена Второй Мировой проектируемым конструкциям воплотиться в реальность не удалось. Разработкой БПЛА в СССР

занимался авиаконструктор Василий Никитин. Под его руководством был осуществлен проект беспилотной летающей ракеты, с дальностью полета от 110 км и более при скорости в 700 км/ч, однако, данный проект остался на бумаге, не воплотившись в реальность. Применения беспилотных летательных аппаратов, все-таки было, так, например, в 1941 году СССР был успешно применен тяжелый бомбардировщик ТБ-3 для дистанционного подрыва мостов.

США, как и в Великобритании запустили в массовое производство БПЛА Radioplane QQ-2, для использования в качестве самолеты-мишени. За время Второй Мировой, было произведено БПЛА в количестве 15 тысяч, в том числе модели QQ-3 и QQ-14. Разработчиком данных БПЛА был Дени Ридженатальту, который в 30-ых года XX века был преуспевающим актером и по происхождению являлся британцем. Помимо актерского таланта он проявлял интерес к радиоуправляемым моделям, и в 1934 году открыл свой магазин в качестве хобби.

На данный момент основные усилия по созданию новых БПЛА и модернизации существующих сосредоточены в нескольких направлениях:

- создании унифицированных комплексов, сопрягаемыми с автоматизированными системами управления;
- разработка базовых комплексов с перспективой наращивания их возможностей, в том числе применением сменной целевой нагрузки (разведки, поиск выживших, поиск очага возгорания, определения лучшего маршрута эвакуации и т.д.);

модернизация базовых комплексов (совершенствование полезных нагрузок, увеличение дальности и продолжительности полета, повышение точностных характеристик, развитие программного обеспечения);

В настоящее время в региональных центрах МЧС России проводится техническое перевооружение, направленное на повышение эффективности работы и скорости реагирования наземных групп МЧС на возникновение чрезвычайных ситуаций и ликвидацию их последствий. Одно из наиболее перспективным является внедрение в систему технического оснащения МЧС комплексов с беспилотными летательными аппаратами [8, 4].

Основой формирования правового поля для применения БПЛА является нормативно-правовое закрепление понятия БПЛА и классификации по различным признакам (по габаритам, дальности действия, полезной нагрузке).

С 1 ноября 2010 года, после вступления в силу новых Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 года № 138 (далее - Федеральные правила ИВП), пунктом 2, определено понятие БПЛА «беспилотный летательный аппарат - летательный аппарат, выполняющий полет без пилота (экипажа) на борту и управляемый в полете автоматически, оператором с пункта управления или сочетанием указанных способов (далее - БПЛА)» [10].

В нашей стране имеются производители БПЛА, в частности подразделения МЧС России оснащаются в достаточно большом объеме БПЛА компании ZALA ZALA AERO GROUP это одна из отечественных фирм, которая полностью обеспечивает весь цикл создания, разработки и эксплуатации БПЛА. Группа компаний ZALA AERO была образована в 2004 году в г. Ижевске, Удмуртской республики, данной группой компаний разработано более 450 авиационных беспилотных комплексов.

На обширной территории Российской Федерации, ежегодно с наступлением пожароопасного и паводкового периодов БПЛА позволяют региональным отделениям МЧС России осуществлять мониторинг лесных массивов и водных объектов, что позволяет выявлять на ранних стадиях возникновение пожаров (в том числе и торфяных), локализовать пожар и определить необходимые ресурсы для его устранения, следить за распространением огня и определять тип пожара (верховой, низовой), оценивать места заторов на реках и держать под контролем масштабы наводнения. Перечисленные выше возможности БПЛА, это малая доля возможностей беспилотных летательных аппаратов, которые за последние годы были неоднократно подтверждены при мониторинге и устранении крупнейших лесных пожаров .

Самая главная задача подразделений МЧС – это спасение людей. С данной задачей также с успехом справляются БПЛА, оснащенные специальным тепловизионным оборудованием, которое позволяет осуществлять поиск людей, в том числе и заблудившихся в лесу. Конструкция БПЛА, позволяет им осуществлять полеты даже на самых удаленных и труднодоступных участках местности.

С помощью дистанционно управляемых БПЛА (далее по тексту ДПЛА), воздушный мониторинг территорий проводится на основе прогнозов повышенной вероятности возникновения ЧС или по сигналам из других независимых источников. Мониторинг осуществляется облетом лесных

массивов в пожароопасное время. Статистика показывает, что виновником пожаров часто бывает сам человек, в связи с этим осуществляется мониторинг зон загородного отдыха горожан.

Подразделение БПЛА может быть включен в состав сил и средств по ликвидации ЧС. При этом задачи пилоту ДПЛА и оператору его полезной нагрузки ставит руководитель спасательной операции.

Беспилотные летательные аппараты применяются и для оценки ущерба от ЧС в тех случаях, когда это необходимо сделать оперативно и точно, а также без риска для здоровья и жизни наземных спасательных отрядов.

Ниже приведены примеры показывают эффективность применения беспилотных летательных аппаратов:

2 июня 2011 г. в 23:10 на одном из складов боеприпасов 102 арсенала Центрального военного округа в Удмуртии произошел пожар, вследствие чего начались взрывы на оружейных складах. При помощи БПЛА ZALA 421-16E были получены ценные видео- и фото материалы высокого разрешения. БПЛА были использованы также для оперативной разведки местности и поиска разлетевшихся боеприпасов [12].

В 2013 г. беспилотные летательные аппараты использовались подразделениями МЧС России для мониторинга и помощи в ликвидации последствий паводковой обстановки в Хабаровском крае. С помощью данных, которые передавались в реальном масштабе времени, осуществлялся контроль за состоянием защитных сооружений для предотвращения прорывов дамб, а также поиск людей в затопленных районах с последующей корректировкой действий сотрудников МЧС России.

Анализ реагирования органов управления и сил на ЧС федерального характера, подчеркнул актуальность применения беспилотных летательных аппаратов в интересах МЧС России. В связи, с чем было принято решение о создании подразделения беспилотных летательных аппаратов.

## 2.Объект и методы исследования.

### 2.1 Основные определения (спасательная техника МЧС)

*Машина* - устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда.

*Механизм* - система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких твердых тел в требуемые движения других тел.

Классификация машин.

По назначению машины и оборудование могут быть:

- грузоподъемные
- транспортирующие
- погрузочно-разгрузочные
- для подготовительных и вспомогательных работ
- землеройные и грунтоуплотняющие
- буровые
- сваебойные
- дробильно-сортировочные
- смесительные
- машины для транспортирования бетонных смесей и растворов
- бетоноукладочные
- отделочные,
- ручные машины
- дорожные

Каждая из названных групп машин в свою очередь может быть разделена по способу выполнения работ и виду рабочего органа на подгруппы.

Например, грузоподъемные машины могут быть разделены на

- домкраты (реечные, винтовые, гидравлические);
- тали (ручные, электротали);
- лебедки (с ручным приводом, электролебедки);

- подъемники грузовые (мачтовые, шахтные, скиповые, грузопассажирские);
- подъемные площадки (подвесные, наземные);
- самоходные подъемники (телескопические, рычажные);
- краны (переставные, вантовые, жестконогие, башенные, автомобильные, пневмоколесные, гусеничные, железнодорожные, тракторные, трубоукладчики, мостовые, козловые, кабельные).

Машины для земляных работ могут быть разделены на землеройно-транспортные;

- экскаваторы (одноковшовые и непрерывного действия),
- землеройно-фрезерные машины, планировщики и др.;
- оборудование для гидромеханического способа разработки грунтов (гидромониторы, землесосные и землечерпальные снаряды и др.);
- грунтоуплотняющие машины (катки, вибро-уплотнительные машины, трамбовки и др.)

Машины в каждой группе в свою очередь различаются по производственной характеристике:

- мощности,
- объему ковша,
- грузоподъемности,
- тяговому усилию,
- производительности,
- габаритам,
- массе и т.д..

Отдельные виды машин различаются:

- по ходовому устройству (гусеничному или колесному ходу);
- по типу базовой машины, на которой смонтирована та или другая машина (автомобиль, трактор, пневмоколесный тягач);
- по видам двигателя или привода с электрическим двигателем,

## 2.2 Требования к спасательным машинам МЧС

Машины должны обеспечивать необходимую производительность и работоспособность при работе в любое время года и суток, при разнообразных атмосферных условиях и температурах окружающего воздуха +40—40 °С, в стесненных условиях площадки, поэтому к машине предъявляют ряд требований исходя из конкретных условий эксплуатации. В их числе:

надежность в работе — способность безотказной работы машины без вынужденных простоев из-за неисправности при правильном управлении и нормальных нагрузках, определяется по ГОСТ 27.001;

экономичность в эксплуатации — обеспечение минимального расхода энергоресурсов (электроэнергии или топлива), смазочных и других эксплуатационных материалов на единицу вырабатываемой продукции, а также трудозатрат на управление машиной и уход за ней. Экономичность определяется также меньшей стоимостью машины, которая зависит от технологичности в изготовлении, меньшей трудоемкости и металлоемкости;

транспортабельность — возможность перемещения машины самоходом или перевозки ее на транспортных средствах по шоссейным и железным дорогам в собранном виде или разъединенной на минимальное число частей;

ремонтпригодность — возможность удобного технического обслуживания и ремонта машины для поддержания ее в работоспособном состоянии. Лучшая ремонтпригодность у машины, состоящей из отдельных сборочных единиц, легко

отсоединяемых друг от друга, при условии, что отсоединение какой-либо сборочной единицы не вызывает демонтаж смежных;

удобство монтажа и демонтажа машин. Наилучшими условиями монтажа при передислокации с одного места работы машины на другое считают такие, при которых не требуются дополнительные грузоподъемные средства;

требования эргономики — обеспечение благоприятных условий для рабочих, занятых управлением машиной, минимальная утомляемость и определенные комфортные условия;

эстетические требования — обеспечение красивой внешней формы, хорошей отделки и окраски.

Для самоходных машин в числе предъявляемых требований обязательными являются:

маневренность (подвижность) машины — способность разворачиваться в естественных условиях с минимальным радиусом поворота  $R$  при заданной колее  $B$  и базе  $L:R = L/\sin \alpha$ ,

где  $\alpha$  — максимально возможный угол поворота наружного колеса; чем больше  $\alpha$ , тем меньше радиус поворота машины (см. рис).

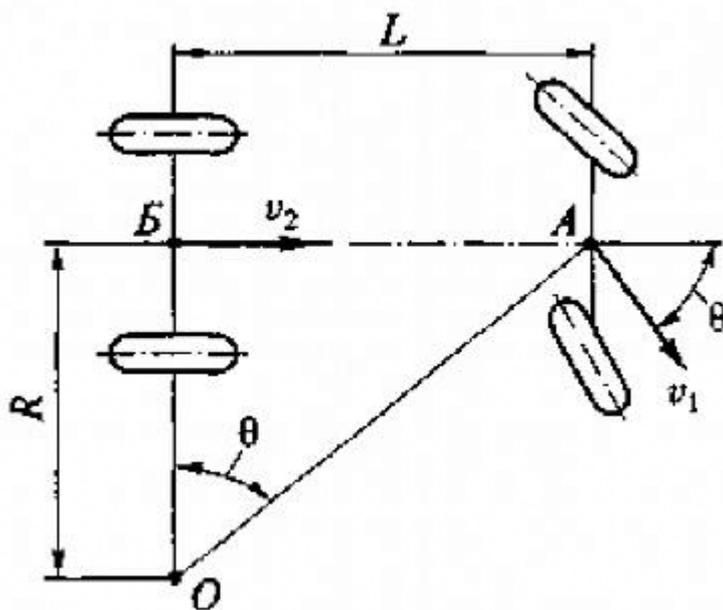


Рисунок 1 - максимально возможный угол поворота

Маневренность определяется также возможностью быстрого перевода (перенастройки) их рабочего положения в транспортное и способностью перемещаться по строительному участку и вне его, от одного места работы к другому с достаточной по производственным условиям скоростью;

проходимость — это способность преодолевать неровности местности и неглубокие водные преграды, проходить по влажным и рыхлым грунтам,

снежному покрову и т. д. Проходимость определяется величиной дорожного просвета (клиренсом), продольным  $R1$  и поперечным  $R2$  радиусами проходимости колесных машин (см. рис), а также удельным давлением на грунт или дорожное покрытие;

### **2.3 Дорожная и землеройная спасательная техника МЧС.**

Россия, как страна с обширной территорией, распространяющаяся в нескольких географических поясах и природных зонах, обладает очень большим разнообразием геологических, климатических и ландшафтных условий. Вследствие этого территория страны подвержена проявлению полного набора неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов.

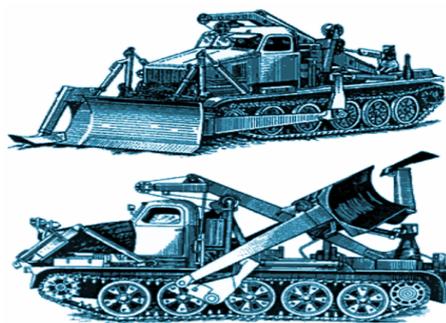
Другим источником возникновения ЧС является бесконтрольное наращивание производственных мощностей, концентрация источников повышенной опасности, что ведет к увеличению риска возможности возникновения на различных объектах аварий и техногенных катастроф, имеющих тяжелые последствия.

Наиболее опасными являются аварии на предприятиях атомной энергетики, связанные с выбросом химически и биологически опасных веществ, гидродинамические аварии, аварии на коммунально-энергетических системах. Размеры разрушающих последствий ЧС могут быть настолько велики, что надолго могут парализовать все ресурсы общества и нанести невосполнимый ущерб природе.

Успешное выполнение АСДНР в районе ЧС позволит подготовить необходимые условия для восстановления производственной деятельности объектов народного хозяйства.

В данной лекции подробно будут рассмотрены основные виды выполняемых работ, а также инженерная техника, предназначенная для этого, стоящая на вооружении МЧС России.

При устройстве путей движения в условиях массовых завалов и разрушений используются такие машины, как:



Путепрокладчики имеют следующие тактико-технические характеристики:

	БАТ-М	ПКТ-2
Производительность:		
при прокладывании пути по сред- непересеченной местности . . .	1,5—10 км/ч	3—6 км/ч
при устройстве переездов через рвы, овраги и съездов к пере- правам . . . . .	200—250 м <sup>3</sup> /ч	100—120 м <sup>3</sup> /ч
Грузоподъемность кранового оборудо- вания . . . . .	2 т	—
Ширина захвата рабочего органа:		
в двухотвальном положении . . . . .	4,5 м	3,33 м
в бульдозерном положении . . . . .	5 м	3,82 м
Угол перекоса рабочего органа . . . . .	0,8°	6,10°
Базовая машина . . . . .	АТ-Т	ИКТ
Мощность двигателя . . . . .	305 кВт	291 кВт
Походная скорость . . . . .	До 35 км/ч	До 45 км/ч
Запас хода по топливу . . . . .	500 км	500 км
Масса . . . . .	27,5 т	19,4 т
Время развертывания или свертыва- ния . . . . .	5—7 мин	1 мин
Экипаж . . . . .	2 чел.	2 чел.

Рисунок2- БАТ-м и ПКТ-2



Рисунок3- Машины разграждения

Предназначены для прокладывания путей движения в условиях завалов и разрушений, в том числе и на местности, зараженной радиоактивными веществами.

В качестве базы машин разграждения используются гусеничные тягачи и танки, на которых монтируется несколько видов рабочего оборудования: универсальное бульдозерное оборудование, силовой манипулятор и сменное рабочее оборудование к нему. Универсальное бульдозерное оборудование используется для преодоления узких препятствий путем засыпки их грунтом, для устройства проходов в завалах и прокладывания участков колонных путей

по целине. Силовой манипулятор предназначен для растаскивания завалов, укладки блоков мостовых переходов через узкие препятствия и выполнения ряда других работ.

Таблиц 1- Технические характеристики некоторых образцов бульдозеров



Технические характеристики			
Базовый трактор	ДЗ-41В	Т-24,01 БР-1	Т-501 РС2
Мощность двигателя, л.с.	91	372	507
Тяговое усилие, кН	38	762	855
Ширина отвала, мм	2 522	4 215	4 888
Высота отвала, мм	810-9502	1715	2 010
Угол поперечного перекоса, град.	-	16	15
Скорость движения км/ч вперед	-	4,0-11,0	0- 15,0
Полная масса, кг	7 391	32 600	57 600

Производительность бульдозера (путепрокладчика) зависит от вида выполняемой работы, схемы ее организации, рельефа местности, категории разрабатываемого грунта и ряда других условий.

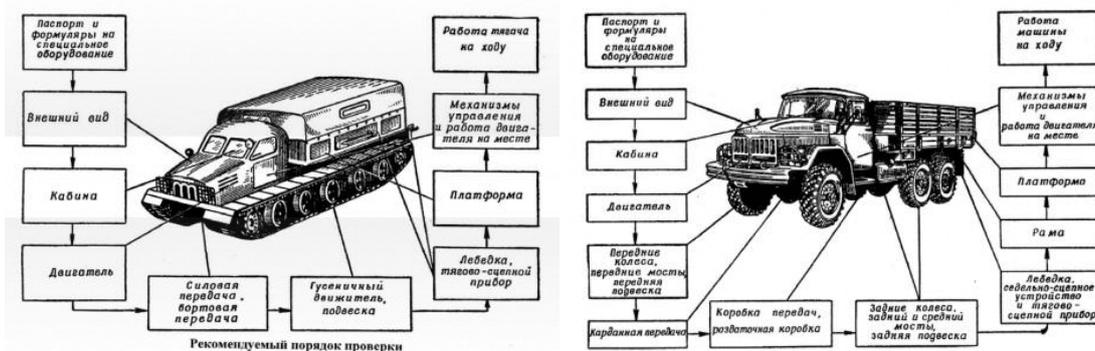
При устройстве проходов в лесных завалах путепрокладчик использует оба рабочих органа. Посредством универсального бульдозерного оборудования, установленного в двухотвальное положение, производятся раздвижка деревьев в стороны от прохода, срезание и удаление пней. Грузоподъемное оборудование служит для извлечения из завала отдельных деревьев и перемещения их в сторону от прохода.

## 2.4 Планирование эксплуатации спасательной техники и базовых машин спасательной техники МЧС

Рисунок 3-Периодичность проверки техники должностными лицами части

Кто проводит осмотр	Количество машин, подлежащих осмотру	Периодичность осмотра
Командир взвода	Все машины взвода	Один раз в две недели
Старший техник (техник) роты	Все машины роты	Один раз в месяц
Командир роты	50% машин каждого взвода	Один раз в два месяца
Начальники служб воинской части	Не менее 20% машин в подчиненных подразделениях	Один раз в три месяца
Заместитель командира части по вооружению (начальник технической части)	Не менее 10% машин от каждого подразделения	Один раз в год
Командир воинской части		По особому плану

Рисунок 4 -Рекомендуемый порядок проверки техники



**Основные группы видов вооружения и техники**

Виды ВиТ	Основные группы ВиТ
Средства инженерного вооружения	Инженерная техника: средства преодоления разрушений и препятствий; средства механизации дорожных и землеройных работ; средства малой механизации; грузоподъемные и подъемно-транспортные средства; средства преодоления водных преград (только для отдельного понтонно-переправочного отряда); подвижные ремонтные средства
Вооружение и средства РХБ защиты	Средства индивидуальной защиты Машины химические разведывательные Станции авторыливающие Приборы радиационной, химической, биологической разведки и дозиметрического контроля Подвижные ремонтные средства
Техника связи и АСУ (для войсковых частей и управлений ГОЧС)	Радиостанции региональных управлений, главных управлений областей, спасательных центров
Автомобильная техника	Легковые и грузовые автомобили Гусеничные машины Тракторы для буксировки Подвижные ремонтные и эвакуационные средства
Техника тыла	Автомобильные средства заправки и транспортировки горючего Средства подвоза продовольствия и воды Подвижные медицинские средства Подвижные ремонтные средства

*Рисунок 5 – Основные группы техники*

## **2.5 Машины радиационной, химической разведки и специальной обработки. БЛА для проведения специальных работ.**

В результате аварий, катастроф, терактов, применения в военное время оружия массового поражения обширные территории будут подвергаться радиоактивному и химическому заражению. Всесторонняя подготовка личного состава спасательных подразделений к действиям в таких сложных условиях имеет важное значение.

Нельзя также не учитывать и возможности возникновения вооруженных конфликтов с применением обычных, особенно высокоточных средств поражения, а также оружия, основанного на новых физических принципах (лазерного, ускорительного и др.), в ряде случаев может привести к

возникновению столь же опасных и обширных зон заражения. В настоящее время имеется большое количество атомных электростанций и предприятий химической промышленности, например, только в России эксплуатируется 10 АЭС, включающих 30 энергоблоков. И, как показала авария на Чернобыльской АЭС, только от разрушения одного ядерного реактора первичное парогазовое радиоактивное облако распространяется на большое расстояние.

Опыт учений, практической работы на ОПО показывает, что действия в зонах заражения потребуют большого напряжения моральных и физических сил личного состава. Безопасность личного состава, действующих в обширных зонах заражения, достигается, прежде всего, непрерывным ведением радиационной и химической разведки (РХР), умелым использованием средств индивидуальной и коллективной защиты, защитных свойств техники, местности, инженерных сооружений, противорадиационных препаратов и антидотов.

Сегодня подразделения МЧС получают новую технику, роботехнику, установки с дистанционным управлением, беспилотные летательные аппараты, которые увеличивают возможности спасательных формирований, снижают вероятность потерь при ведении разведки и действиях в зоне РХБ-заражения.

Назначению, общей характеристике средств РХБ разведки, специальной обработки личного состава и техники, а также мобильным роботокomплексам при проведении АСДНР.

На вооружении подразделений МЧС состоят следующие типы химических разведывательных машин:



Рисунок 6 – УАЗ-469, оборудованная средствами для ведения радиационной и химической разведки



Рисунок 7- РХМ - разведывательная химическая машина, представляющая собой многоцелевой плавающий транспортер МТ-ЛБ, оборудованный для ведения радиационной и химической разведки.



*Рисунок 8 – газ-27057*

- мобильная экологическая лаборатория мониторинга АСМ-41-02 МЭЛ;
- машина РХБР - АСМ-41-02 РХБ;
- машина радиационной разведки АСМ-41-02 Р;
- машина химической разведки АСМ-41-02 Х;
- машина бактериологической разведки АСМ-41-02 Б;

Предназначены для доставки и обеспечения действий специалистов (спасателей) при проведении мониторинга (разведки) объектов окружающей среды в условиях ЧС, связанных с выбросом (выливом) радиоактивных и опасных химических веществ, а также проведения бактериологической разведки.

## **2.6 Назначение и общее устройство БПЛА для проведения спасательных работ**

В современной робототехнике БПЛА определяются как класс технических систем, которые в своих действиях воспроизводят двигательные и интеллектуальные функции человека.

От обычной автоматической системы ЛА отличается многоцелевым назначением, большей универсальностью, возможностью перестройки на выполнение разнообразных функций.

Робототехническое средство – это устройство, которое выполняет функциональные действия, предписанные виды работ или операции без непосредственного участия человека.

ЛА классифицируются:

по областям применения – промышленные, военные, исследовательские и т.д.;

по среде применения (эксплуатации) – наземные, подземные, надводные, подводные, воздушные, космические;

по степени подвижности – стационарные, мобильные, смешанные

по типу системы управления – программные, адаптивные, интеллектуальные;

## **2.7 Классификация БПЛА принятая в России**

Некоторые классы зарубежной классификации отсутствуют в РФ, лёгкие БПЛА в России имеют значительно большую дальность и т. д. Согласно российской классификации, которая ориентирована преимущественно пока только на военное назначение аппаратов, БПЛА можно систематизировать следующим образом:

Таблица 1 – Классификация БПЛА России

БПЛА	Взлетная масса	Дальность действия
Микро , ближнего радиуса действия	7 кг	24-45 км
Лёгкие малого радиуса действия	7 - 55 кг	11 - 71 км
Среднего радиуса действия	55 - 105 кг	71 - 151 (255) км
Средние	105 - 310 кг	155 - 1010 км
Тяжёлые	305 - 510 кг	71 - 310 км
Тяжёлые с большой продолжительностью полёта	более 1555 кг	1555 км
Беспилотные боевые самолёты	550 кг	1555 км

## 2.8 Упрощенная классификация оборудования БЛА по требованиям к вероятности безотказной работы

Повышенные требования отказоустойчивости предъявляются к оборудованию БЛА, осуществляющему навигацию и самолетовождение, обеспечивающему режимы ручной посадки (если это необходимо), к сервоприводам и системе автоматического спасения (САС). Перечисленное оборудование входит в первую группу классификации и обеспечивает надежность комплекса БЛА в целом. Остальное же оборудование ЛА входит во вторую группу классификации (см Рис 9).

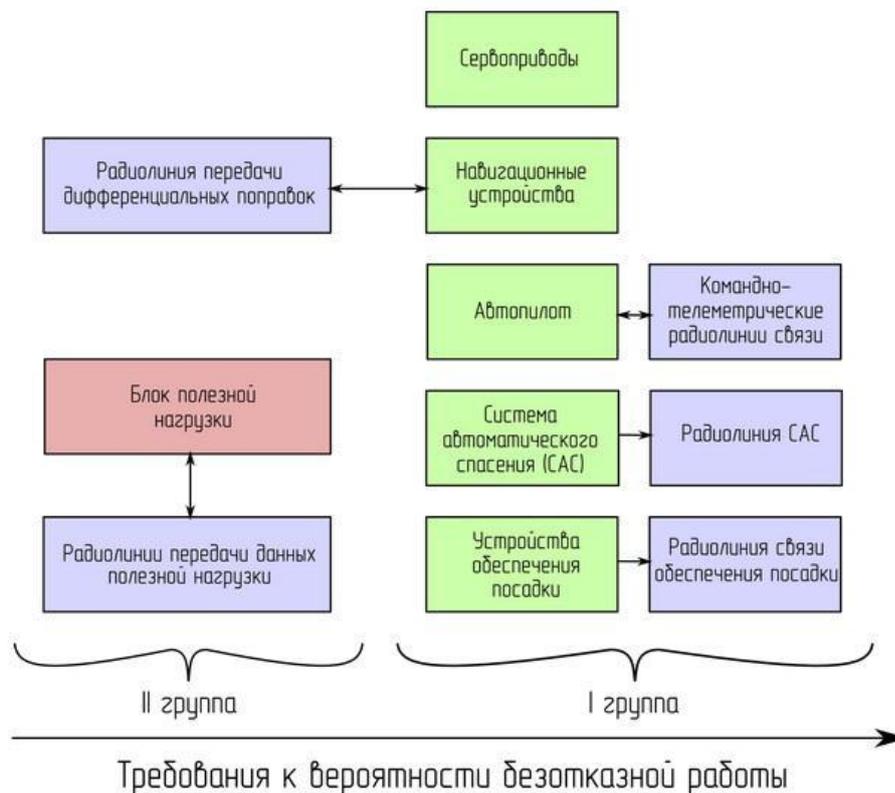


Рисунок 9 – Упрощенная классификация оборудования БЛА по требованиям к вероятности безотказной работы.

Во время полета, как правило, управление БЛА автоматически осуществляется посредством бортового комплекса навигации и управления, в состав которого входят:

Информация, полученная с БЛА, классифицируется в зависимости от степени представляемой угрозы. Классификация проводится с помощью оператора наземной станции управления (НСУ), или непосредственно бортовым компьютером БЛА. Во втором случае программное обеспечение комплекса включает в себя элементы искусственного интеллекта, при этом необходимо выработать количественные критерии и градации уровней угрозы. Такие критерии могут быть сформулированы с помощью экспертных оценок и формализованы таким образом, чтобы минимизировать вероятность ложного сигнала тревоги.

Полеты беспилотных летательных аппаратов ничем не отличаются от полетов пилотируемой авиации. БЛА оснащены системами наведения, бортовыми радиолокационными комплексами, датчиками и видеокамерами.

## **2.9 Применение БПЛА**

Беспилотная авиация может найти широкое применение для решения специальных задач, когда использование пилотируемой авиации невозможно или экономически невыгодно: осмотр труднодоступных участков границы, наблюдение за различными участками суши и водной поверхности, определение последствий стихийных бедствий и катастроф, выявление очагов лесных пожаров, выполнение поисковых и других работ.

Применение БПЛА позволяет дистанционно, без участия человека и без подвергания его опасности, проводить мониторинг ситуации на достаточно больших территориях в труднодоступных районах при относительной дешевизне.

Можно выделить следующие преимущества БПЛА:

- проводят воздушный мониторинг в труднодоступных и удаленных районах;
- являются безопасным источником достоверной информации, надежное обследование объекта или подозреваемой территории, с которой исходит угроза;
- позволяют предотвращать ЧС при регулярном наблюдении;
- обнаруживают ЧС (лесные пожары, горение торфяников) на ранних стадиях;
- исключают риск для жизни и здоровья человека.

Беспилотный летательный аппарат предназначен для решения следующих задач:

- беспилотный дистанционный мониторинг лесных массивов с целью обнаружения лесных пожаров;

- мониторинг и передача данных по радиоактивному и химическому заражению местности и воздушного пространства в заданном районе;
- инженерная разведка районов наводнений, землетрясений и других стихийных бедствий;
- обнаружение и мониторинг ледовых заторов и разлива рек;
- мониторинг состояния транспортных магистралей, нефте- и газопроводов, линий электропередач и других объектов;
- экологический мониторинг водных акваторий и береговой линии;
- определение точных координат районов ЧС и пострадавших объектов.

Мониторинг осуществляется днем и ночью, в благоприятных и ограниченных метеоусловиях. Наряду с этим беспилотный летательный аппарат обеспечивает поиск потерпевших аварию (катастрофу) технических средств и пропавших групп людей. Поиск проводится по заранее введенному полетному заданию или по оперативно изменяемому оператором маршруту полета. Он оснащен системами наведения, бортовыми радиолокационными комплексами, датчиками и видеокамерами.

Во время полета, как правило, управление беспилотным летательным аппаратом автоматически осуществляется посредством бортового комплекса навигации и управления, в состав которого входят:

- приемник спутниковой навигации, обеспечивающий прием навигационной информации от систем ГЛОНАСС и GPS;
- система инерциальных датчиков, обеспечивающая определение ориентации и параметров движения беспилотного летательного аппарата;
- система датчиков, обеспечивающая измерение высоты и воздушной скорости;
- различные виды антенн.

Бортовая система связи функционирует в разрешенном диапазоне радиочастот и обеспечивает передачу данных с борта на землю и с земли на борт.

Задачи для применения беспилотных летательных аппаратов можно классифицировать на четыре основные группы:

- обнаружение ЧС;
- участие в ликвидации ЧС;
- поиск и спасение пострадавших;
- оценка ущерба от ЧС.

В таких задачах старший оператор должен оптимальным образом выбрать маршрут, скорость и высоту полета БПЛА, чтобы охватить район наблюдения за минимальное время или количество пролетов с учетом секторов обзора телевизионной и тепловизионной камер. При этом необходимо исключать двукратный или многократный пролет одних и тех же мест с целью экономии материальных и людских ресурсов.

Данные об опасных и быстро распространяющихся ЧС, таких как пожары, следует передавать в реальном масштабе времени для оповещения людей и принятия возможных срочных мер по их ликвидации.

Сведения о медленно развивающихся ЧС, например, наводнениях и разливах рек, можно записать на бортовой или наземный видеоманитофон и обработать после возвращения.

Для технического оснащения МЧС России беспилотными летательными аппаратами, российскими предприятиями разработано несколько вариантов, рассмотрим некоторые из них:

БПЛА ZALA 421-16E – это беспилотный самолет большой дальности (рис. 10.) с системой автоматического управления (автопилот), навигационной системой с инерциальной коррекцией (GPS/ГЛОНАСС), встроенной цифровой

системой телеметрии, навигационными огнями, встроенным трехосевым магнитометром, модулем удержания и активного сопровождения цели («Модуль АС»), цифровым встроенным фотоаппаратом, цифровым широкополосным видеопередатчиком С-OFDM-модуляции, радиомодемом с приемником спутниковой навигационной системы (СНС) «Диагональ ВОЗДУХ» с возможностью работы без сигнала СНС (радиодальномер) системой самодиагностики, датчиком влажности, датчиком температуры, датчиком тока, датчиком температуры двигательной установки, отцепом парашюта, воздушным амортизатором для защиты целевой нагрузки при посадке и поисковым передатчиком.

Данный комплекс предназначен для ведения воздушного наблюдения в любое время суток на удалении до 50 км с передачей видеоизображения в режиме реального времени.

Беспилотный самолет успешно решает задачи по обеспечению безопасности и контролю стратегически важных объектов, позволяет определять координаты цели и оперативно принимать решения по корректировке действий наземных служб.

Благодаря встроенному «Модулю АС» БПЛА в автоматическом режиме ведет наблюдение за статичными и подвижными объектами. При отсутствии сигнала СНС – БПЛА автономно продолжит выполнение задания.



Рисунок 10– БПЛА ZALA 421-16E

БПЛА ZALA 421-08М (рис. 11.) выполнен по схеме «летающее крыло» – это беспилотный самолет тактической дальности с автопилотом, имеет подобный набор функций и модулей, что и ZALA 421-16Е.

Данный комплекс предназначен для оперативной разведки местности на удалении до 15 км с передачей видеоизображения в режиме реального времени.

БПЛА ZALA 421-08М выгодно отличается сверхнадежностью, удобством эксплуатации, низкой акустической, визуальной заметностью и лучшими в своем классе целевыми нагрузками. Данный летательный аппарат не требует специально подготовленной взлетно-посадочной площадки благодаря тому, что взлет совершается за счет эластичной катапульты, осуществляет воздушную разведку при различных метеоусловиях в любое время суток.

Транспортировка комплекса с БЛА ZALA 421-08М к месту эксплуатации может быть осуществлена одним человеком. Легкость аппарата позволяет (при соответствующей подготовке) производить запуск «с рук», без использования катапульты, что делает его незаменимым при решении задач.

Встроенный «Модуль АС» позволяет беспилотному самолету в автоматическом режиме вести наблюдение за статичными и подвижными объектами, как на суше, так и на воде.

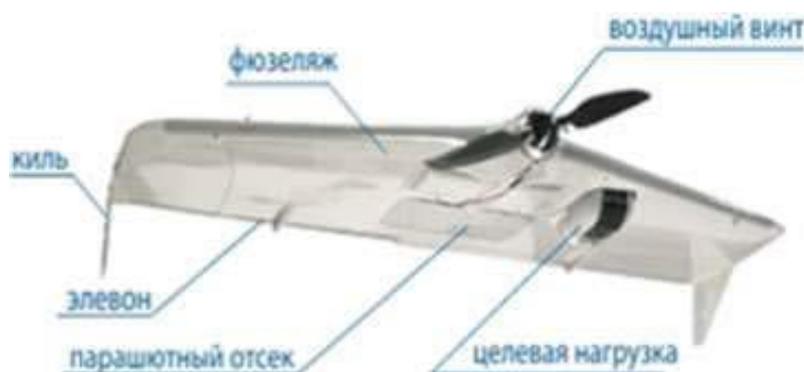


Рисунок 12– БПЛА ZALA 421-08М

БПЛА ZALA 421-22 – это беспилотный вертолет с восемью несущими винтами, средней дальности действия, со встроенной системой автопилота (рис. 13).



Рисунок 13– БПЛА ZALA 421-22

Конструкция аппарата складная, выполнена из композитных материалов, что обеспечивает удобство доставки комплекса к месту эксплуатации любым транспортным средством.

Данный аппарат не требует специально подготовленной взлетно-посадочной площадки из-за вертикально-автоматического запуска и посадки, что делает его незаменимым при проведении воздушной разведки в труднодоступных районах.

ZALA 421-22 успешно применяется для выполнения операций в любое время суток: для поиска и обнаружения объектов, обеспечения безопасности периметров в радиусе до 5 км. Благодаря встроенному «Модулю АС» аппарат в автоматическом режиме ведет наблюдение за статичными и подвижными объектами.

Все характеристики перечисленных выше БПЛА представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики БПЛА

БПЛА	ALA 421-16E	ALA421-08A	ALA421-10A	ALA421-17Y	ALA421-12Y	ALA 421-22E
Размах крыла БПЛА, мм	2815	1810	810	425	1680	1615
Продолжительность полета, ч(мин)	>4	2,5	(80)	(80)	4-8	1,5
Длина БПЛА,мм	2,20	3,00	42,50	3,70	1,8	63,5
Скорость, км/ч	65-110	65-110	65-130	65-120	130-200	65-100
Максимальная высота Полета, мм	3600	3600	3600	35000	36000	450
Масса целевой нагрузки,кг(г)	180	150	(300)	(300)	300	320

Для реализации задач радиационной и химической разведки может применяться мобильный радиационно-химический комплекс на базе системы SkyKINK.

Комплекс может быть развернут в максимально сжатые сроки – от 5 до 30 минут. К нему может быть подключено до 30 различных датчиков, например, GammaTRACER. Данный датчик с радиоканалом мощностью 10 мВт обеспечивает передачу информативного сигнала в радиусе 100 км. Кроме того,

К данному комплексу может быть подключено другое оборудование радиационного и химического наблюдения. При этом расстановку датчиков на зараженной или прилегающей к ней местности могут выполнять БПЛА вертолетного типа.

Для увеличения дальности полета разведывательного БЛА может быть установлен дополнительный ретранслятор как стационарный (например, на мачтах сотовой связи), так и соответствующее радиотехническое оборудование на одном или нескольких БЛА. Увеличение дальности полета

разведывательного БЛА позволит расширить зоны исследования места ЧС, как показано на рис. 4.

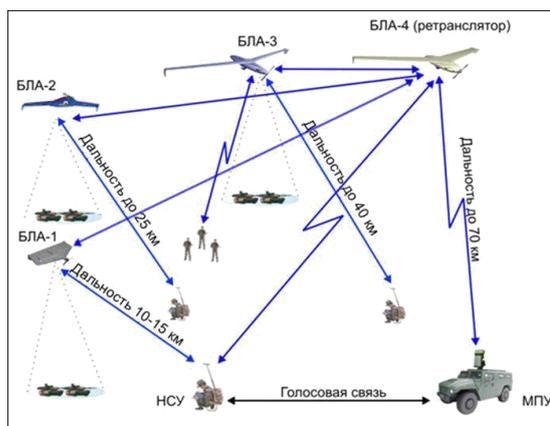


Рисунок 4– Схема управления БЛА с использованием ретрансляторов.

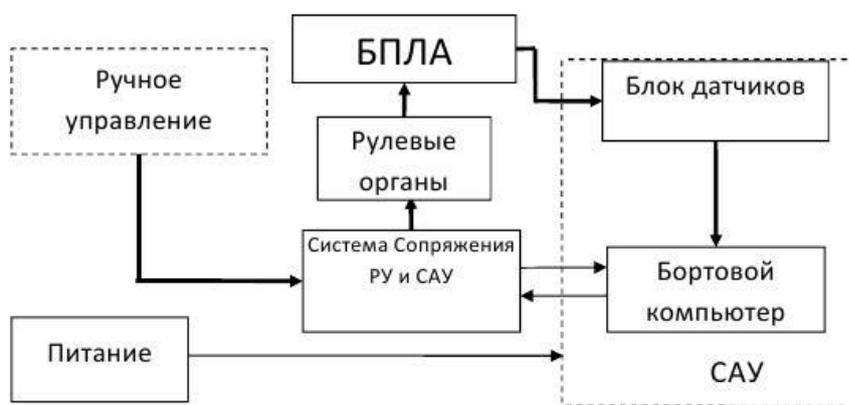


Рисунок 5 - Упрощенная схема управления БПЛА

### 2.9.1 Пример применения БПЛА

В зоне ЧС были использованы три беспилотных вертолета HE300 для визуального наблюдения над пострадавшей ядерной станцией в Фукусиме, на ЖД и в зоне затопления. Эти БПЛА оснащены профессиональной видеокамерой, тепловизионной камерой, различными датчиками для измерений и съемки, также имеется резервуар для распыления различных жидкостей.



Рисунок 6- Результаты видеосъемки с БПЛА на АЭС.



Рисунок 7- Пожар на ЖД, камерой БПЛА.

### **2.9.2 Рекомендации по построению маршрута полета**

В качестве поворотных точек рекомендуется применять характерные ориентиры, хорошо опознаваемые в полете (изгибы рек, перекрестки дорог, одиночные строения и т. д.).

Первая поворотная точка маршрута (исходный пункт маршрута (ИПМ) устанавливается рядом с точкой старта.

Глубина рабочей зоны должна быть в пределах устойчивого приема видеосигнала и телеметрической информации с борта БПЛА. (Глубина рабочей зоны - расстояние от места нахождения антенны НСУ до максимально удаленной поворотной точки. Рабочая зона - территория, в пределах которой БПЛА выполняет заданную программу полета.).

Линия пути, по возможности, не должна проходить возле линий электропередач (ЛЭП) большой мощности и других объектов с большим уровнем электромагнитных излучений (радиолокационные станции, приемопередающие антенны и пр.).

Расчетное время продолжительности полета не должно превышать  $2/3$  максимальной продолжительности, заявленной изготовителем.

На выполнение взлета-посадки необходимо предусмотреть не менее 10 минут летного времени.

Для общего осмотра территории наиболее целесообразным является кольцевой замкнутый маршрут. Основные достоинства этого метода – охват большой площади, оперативность и быстрота проведения мониторинга, возможность обследования труднодоступных участков местности, относительно простое планирование полетного задания и оперативная обработка полученных результатов. Маршрут полета должен обеспечивать осмотр всей рабочей зоны. Для рационального использования энергоресурсов БПЛА маршрут полета целесообразно прокладывать с таким расчетом, чтобы первая половина полета БПЛА происходила против ветра.

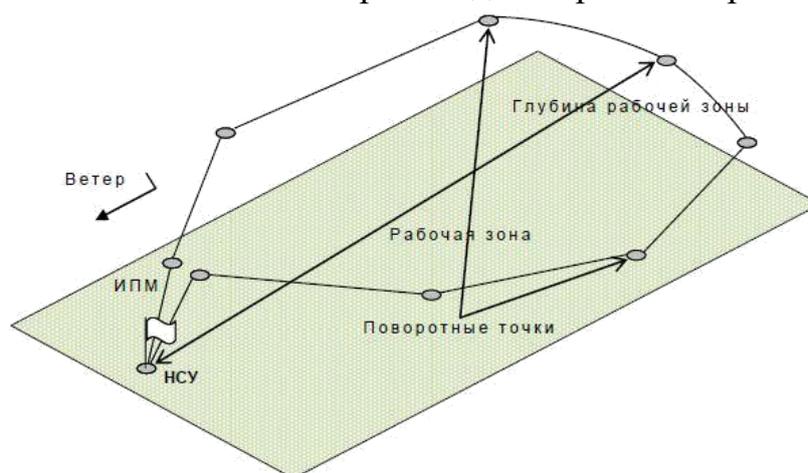


Рисунок 9 – Построение маршрута полета с учетом ветра

Для детального осмотра отдельных участков местности в пределах рабочей зоны применяются прямолинейные взаимно параллельные маршруты.

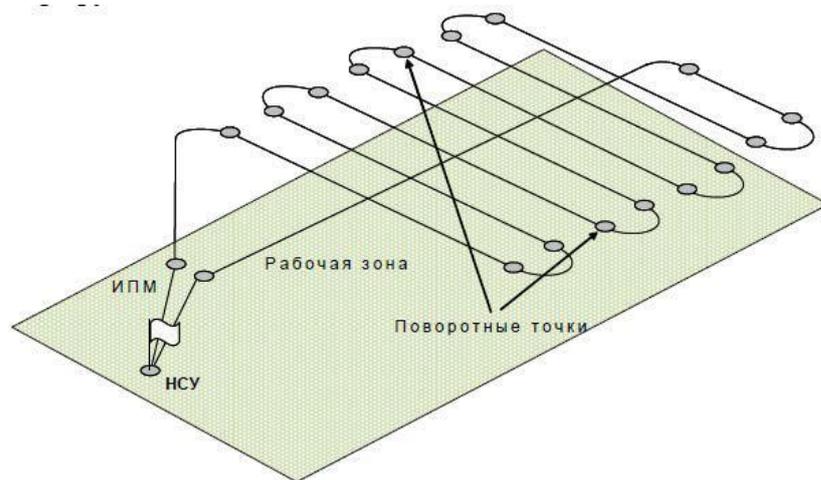


Рисунок 10 – Построение полета прямолинейного параллельного маршрута.

Параллельный маршрут рекомендуется использовать при аэрофотосъемке участков местности. При подготовке маршрута оператор должен учитывать максимальную ширину поля зрения фотокамеры БПЛА на заданной высоте его полета. Маршрут прокладывается так, чтобы края поля зрения камеры перекрывали соседние поля примерно на 15% -20%.

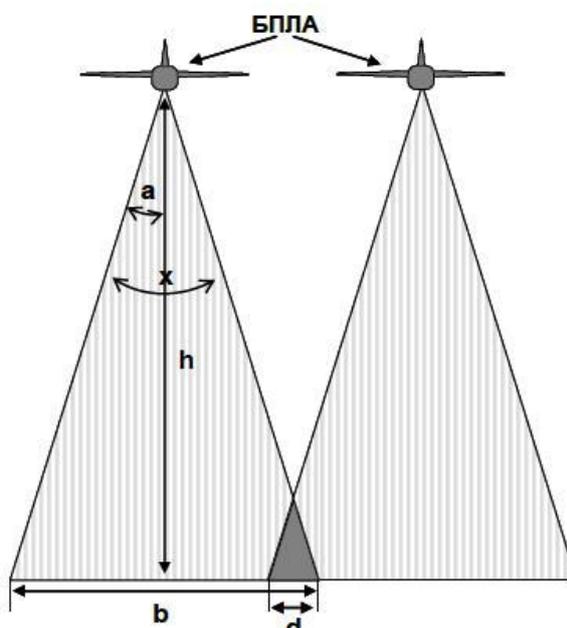


Рисунок 11– Параллельный маршрут.

Облет заданного объекта используется при проведении осмотров конкретных объектов. Широко применяется в случаях, когда координаты объекта известны и требуется уточнение его состояния.

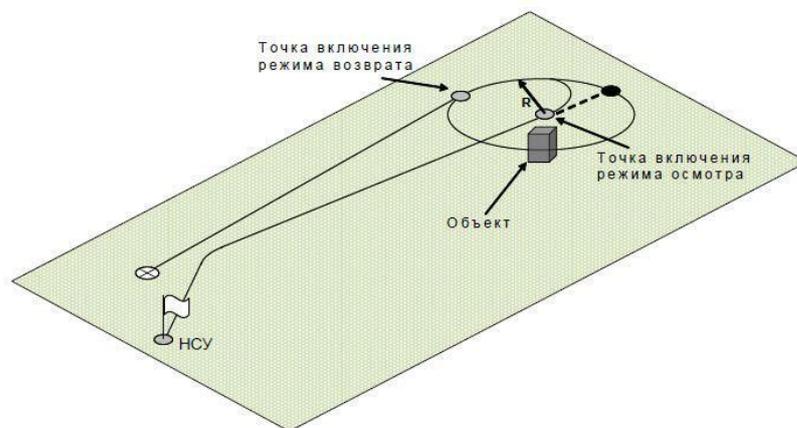


Рисунок 12 – Облет заданного объекта.

### 3. Экспериментальная проверка выполнения поисково-спасательных операций в природной среде с использованием предложенной модели построения карт вероятностей

Для оценки эффективности разработанной модели и алгоритмов была выбрана реальная поисково-спасательная операция, проанализированы результаты и проведено моделирование поисково-спасательной операции при тех же начальных условиях, но с использованием разработанной модели [27].

Для эксперимента была выбрана поисково-спасательная операция Региональной общественной организации "Объединение добровольных спасателей" проходившая с 15 марта по 21 апреля 2019 г. в Иссык-Кульском районе. Объектом поиска был мужчина 1988 г. рождения. Карта местности представлена на рисунке 13.

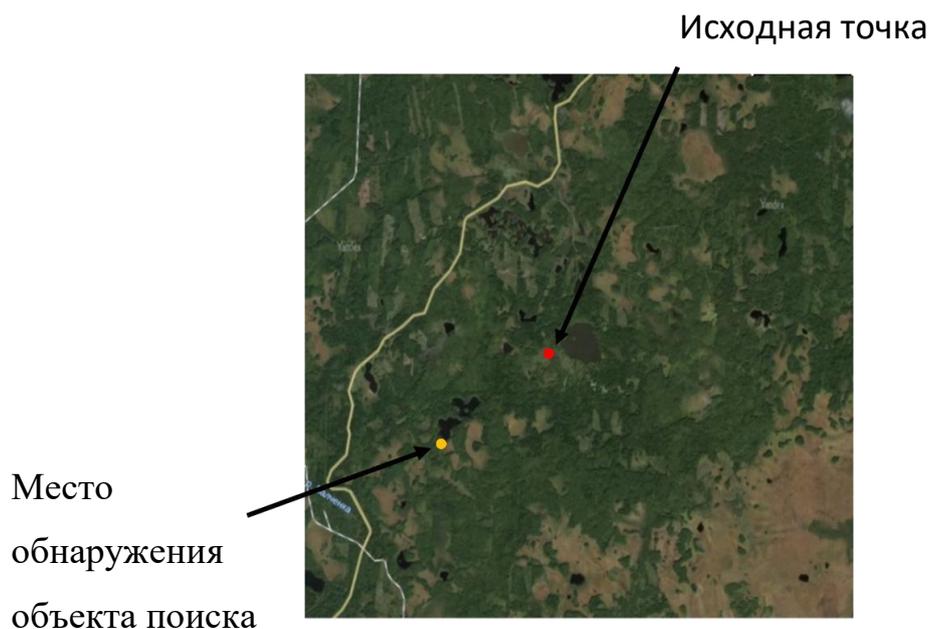


Рисунок 13 - Карта местности, в которой проводилась поисково-спасательная операция.

*Входные данные:* ранним утром 15 марта трое мужчин приехали на рыбалку на водоем. Машину оставили на развилке дорог. К 14:00 втроем вернулись к машине и вспомнили, что забыли весла. Потерявшийся пошел за веслами один. Пешком идти от машины до озера 25 мин. по дороге. Около 15:00 двое рыбаков пошли за ним по этой дороге, дошли до весел, потерявшегося не нашли. Сообщив в 16:13 о пропаже человека в МЧС», вместе с участковым начинают искать своими силами (втроем). У потерявшегося со здоровьем проблем не наблюдалось, слышит хорошо. Известно, что объект поиска жил в лесу по несколько дней (запас еды брал с собой).

*Ход работ:* поисково-спасательные группы (ПСГ) прибыли на место около 18:07. В состав ПСГ входило 9 человек. РПСО было принято решение, проводить поиск методом «прочесывания» и «работы на отклик». Работы продолжались на протяжении 2-х дней с 6:00 до 22:00. Ежедневно производилась смена состава ПСГ после 8 часовой смены. Объект поиска был найден 17 марта 2019 года в заброшенном доме, расположенном недалеко от озера. В заброшенный дом объект поиска пришел в ночь с 15 на 17 марта.

Рассмотрим проведения поиска с использованием разработанной в диссертации модели и алгоритма.

Последнее известное местонахождение потерявшегося - развилка дорог.

Исходя из этого, определяем район поиска по формуле (1):

$$A_{вр} = 4 * (10 * 0,17)^2 = 11,56 \text{ км}^2.$$

Наносим полученный район на карту местности. Разбиваем район на ячейки шагом в 500 м, полученная карта представлена на рисунке 14.

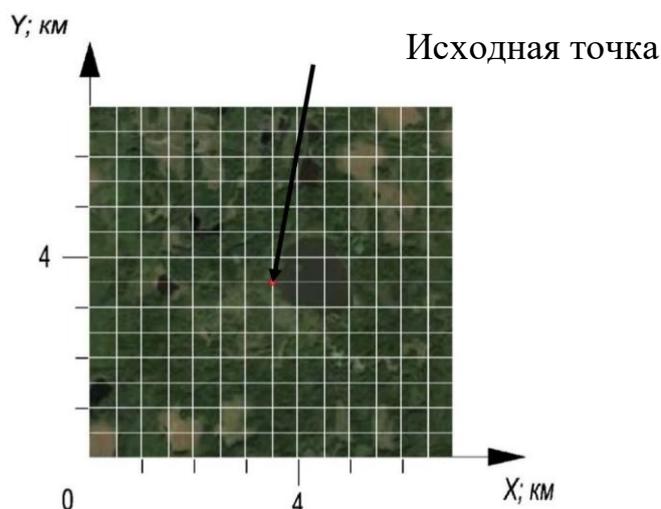


Рисунок 14 - Район поиска с нанесенными ячейками на первые сутки после поступления сообщения.

В соответствии с разработанным алгоритмом определяем весовые коэффициенты для каждого ориентира по формуле (2.1), полученные результаты внесены в таблицу 2.1:

Таблица 2.1 Весовые коэффициенты для местных ориентиров

Наименование ориентира	$O_1$	$O_6$	$O_3$	$O_4$	$O_7$	$O_2$	$O_5$
Степень влияния, $c_i$	0,32	0,21	0,17	0,11	0,11	0,05	0,03

С учетом полученных коэффициентов, производится расчет вероятности местонахождения объекта поиска по формуле (2.2). Формируется матрица и переводится в процентные показатели вероятности местонахождения объекта поиска для каждой ячейки.

Для лучшего визуального восприятия руководителем поисково-спасательных операций информации о плотности вероятностей местонахождения объекта поиска информационно-аналитическое обеспечение строит трехмерный график, представленный на рисунке 15.

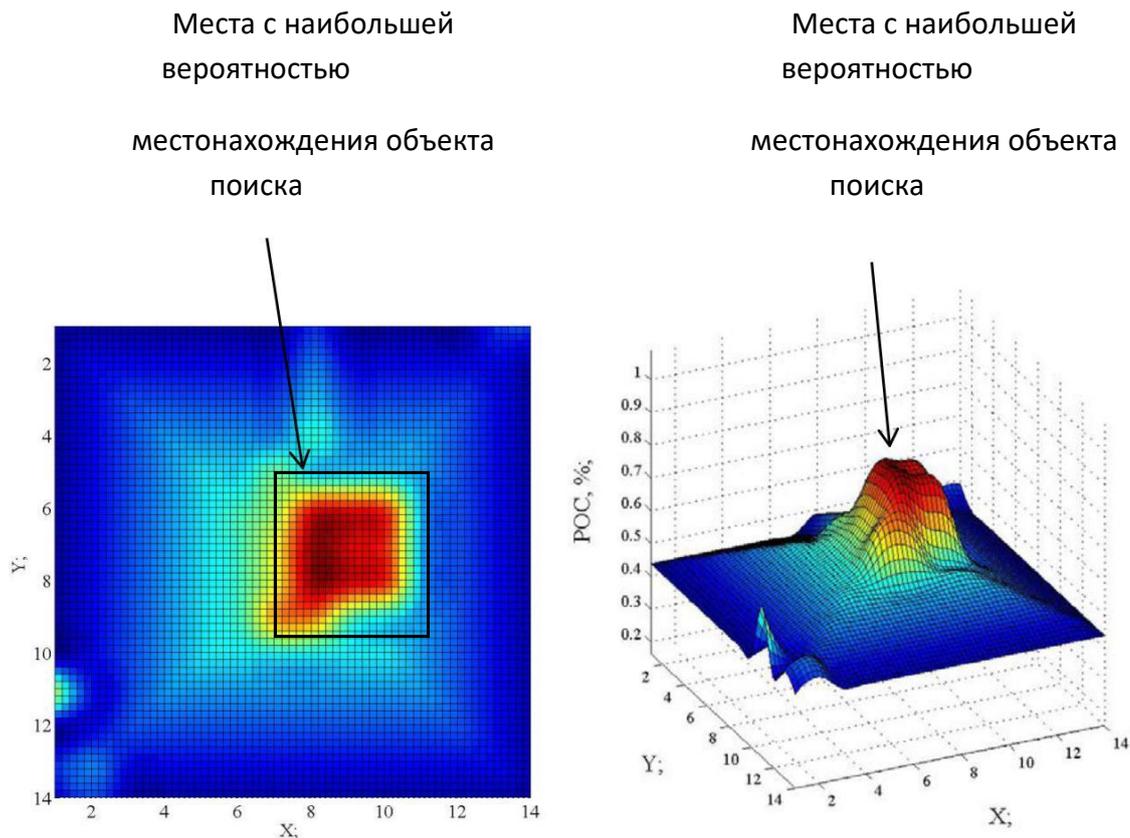


Рисунок 15 - Трёхмерный график распределения плотности вероятности местонахождения объекта поиска

Исходя из полученной карты, можно выделить участок с наибольшей вероятностью местонахождения объекта поиска. Выполняем расчеты в соответствии с методикой поиска. Результаты расчетов внесены таблицу 2.2.

Таблица 2.2 Результаты расчетов в соответствии с методикой поиска

	$W$	$S_i$	$S_{сум}$	$S_{уч}$	$C$	$P_{оо}$	$P_{но}$	$P_{но\ нов}$
Полученные значения при 1-ом поиске;	0,1	0,7 км <sup>2</sup>	6,3 км <sup>2</sup>	4 км <sup>2</sup>	2	86%	11,34%	2,2%

С учетом результатов расчета проводится поиск. Так как поиск не дал результатов, формируется новая карта вероятностей местонахождения объекта с учетом предыдущего поиска и времени с момента пропажи.

Определяем район поиска по формуле (2.6):

$$A_{\text{вп}} = 4 * (10 * 0,7)^2 = 196 \text{ км}^2$$

Полученный район поиска представлен на рисунке 16.

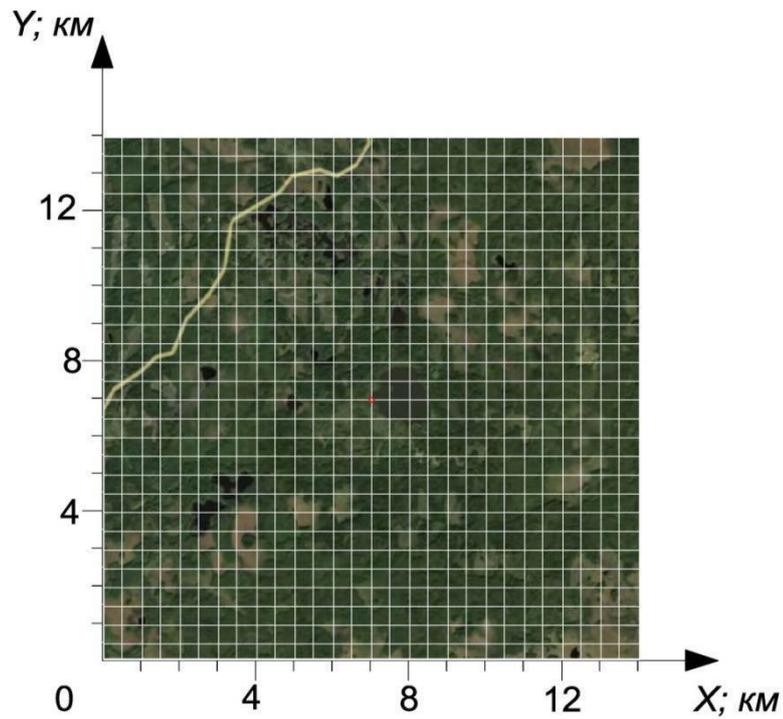


Рисунок 16 - Район поиска на вторые сутки после поступления сообщения

Сформированная карта вероятностей представлена на рисунке 17.

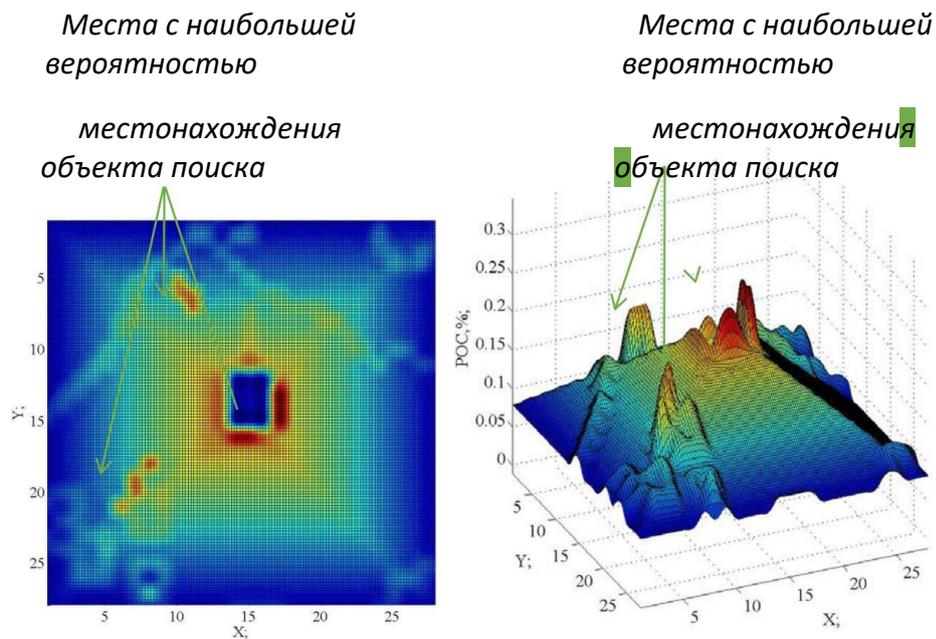


Рисунок 17 - Трёхмерный график распределения плотности вероятности местонахождения объекта поиска после проведение 1-го поиска

После проведения 1-го поиска, можно выделить 3 участка. В случае наличия нескольких перспективных участков поиска, необходимо провести оценку различных вариантов распределения сил и средств на этих участках. Показателем эффективности поиска является вероятность успеха поисково-спасательной операции ( $P_y$ ), которая определяется по формуле (2.10). С учетом имеющихся в распоряжении 9-ти человек, возможны следующие варианты распределения:

- вариант №1: участок №1 – 6 человек, участок №2 – 1 человек, участок №3 – 2 человека;
- вариант №2: участок №1 – 5 человек, участок №2 – 2 человека, участок №3 – 2 человека;
- вариант №3: – 5 человек, участок №2 – 1 человек, участок №3 – 3 человека.

Результаты расчетов представлены в таблицах 2.3-2.11.

#### Вариант №1

Таблица 2.3 Результаты расчетов для 2-го поиска (участок № 1)

	$W$	$S_i$	$S_{сум}$	$S_{уч}$	$C$	$P_{oo}$	$P_{но}$	$P_y$
<b>Полученные значения при 2-ом поиске;</b>	0,1	2,8 км <sup>2</sup>	16,8 км <sup>2</sup>	6 км <sup>2</sup>	2,8	94%	17%	4,86%

Таблица 2.4 Результаты расчетов для 2-го поиска (участок № 2)

	$W$	$S_i$	$S_{сум}$	$S_{уч}$	$C$	$P_{oo}$	$P_{но}$	$P_y$
<b>Полученные значения при 2-ом поиске;</b>	0,1	2,8 км <sup>2</sup>	2,8 км <sup>2</sup>	1,5 км <sup>2</sup>	1,86	83%	1,08%	0,8%

Таблица 2.5 Результаты расчетов для 2-го поиска (участок № 3)

	$W$	$S_i$	$S_{сум}$	$S_{уч}$	$C$	$P_{оо}$	$P_{но}$	$P_y$
Полученные значения при 2-ом поиске;	0,1	2,8 км <sup>2</sup>	5,6 км <sup>2</sup>	2,5 км <sup>2</sup>	2,24	89%	1,76%	1,57%

Итоговая вероятность успеха поиска ( $P_y$ ) равна 7,23%.

### Вариант №2

Таблица 2.6 Результаты расчетов для 2-го поиска (участок № 1)

	$W$	$S_i$	$S_{сум}$	$S_{уч}$	$C$	$P_{оо}$	$P_{но}$	$P_y$
Полученные значения при 2-ом поиске;	0,1	2,8 км <sup>2</sup>	14 км <sup>2</sup>	6 км <sup>2</sup>	2,33	90%	5,17%	4,65%

Таблица 2.7 Результаты расчетов для 2-го поиска (участок № 2)

	$W$	$S_i$	$S_{сум}$	$S_{уч}$	$C$	$P_{оо}$	$P_{но}$	$P_y$
Полученные значения при 2-ом поиске;	0,1	2,8 км <sup>2</sup>	5,6 км <sup>2</sup>	1,5 км <sup>2</sup>	3,7	97%	1,08%	1,04%

Таблица 2.8 Результаты расчетов для 2-го поиска (участок № 3)

	$W$	$S_i$	$S_{сум}$	$S_{уч}$	$C$	$P_{оо}$	$P_{но}$	$P_y$
Полученные значения при 2-ом поиске;	0,1	2,8 км <sup>2</sup>	5,6 км <sup>2</sup>	2,5 км <sup>2</sup>	2,24	87%	1,76%	1,53%

Итоговая вероятность успеха поиска ( $P_y$ ) равна 7,22%

### Вариант

#### №3

Таблица 2.9 Результаты расчетов для 2-го поиска (участок № 1)

	$W$	$S_i$	$S_{сум}$	$S_{уч}$	$C$	$P_{оо}$	$P_{но}$	$P_y$
Полученные значения при 2-ом поиске;	0,1	2,8 км <sup>2</sup>	14 км <sup>2</sup>	6 км <sup>2</sup>	2,33	90%	5,17%	4,65%

Таблица 2.10 Результаты расчетов для 2-го поиска (участок № 2)

	$W$	$\delta_i$	$\delta_{сум}$	$\delta_{уч}$	$C$	$P_{oo}$	$P_{но}$	$P_y$
Полученные значения при 2-ом поиске;	0,1	2,8 км <sup>2</sup>	2,8 км <sup>2</sup>	1,5 км <sup>2</sup>	1,87	84%	1,08%	0,97%

Таблица 2.11 Результаты расчетов для 2-го поиска (участок № 3)

	$W$	$S_i$	$S_{сум}$	$S_{уч}$	$C$	$P_{oo}$	$P_{но}$	$P_y$
Полученные значения при 2-ом поиске;	0,1	2,8 км <sup>2</sup>	8,4 км <sup>2</sup>	2,5 км <sup>2</sup>	3,75	97%	1,76%	1,7%

Итоговая вероятность успеха поиска ( $P_y$ ) равна 7,32%.

Результаты оценки вероятности успеха сведены в диаграмму, представленную на рисунке 18.

Исходя из результатов расчета, можно заключить, что наибольшую вероятность успеха имеет 3-й вариант распределения сил. При проведении данного поиска был обследован участок, в котором находился объект.

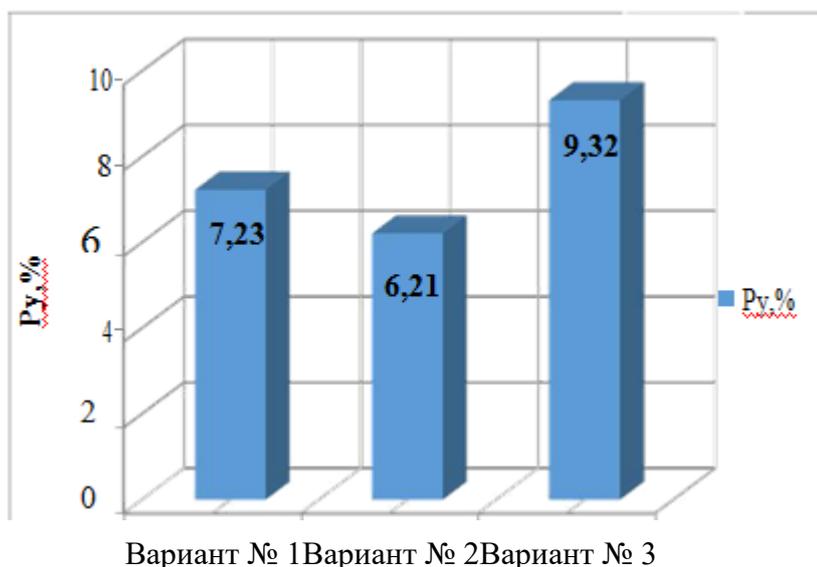


Рисунок 18 - Результаты оценки вероятности успеха ПСО

По результатам моделирования установлено, что время поиска, при использовании предложенной модели, сократилось на 40%.

Также моделирование было проведено ещё для двух ПСО, в которых время поиска снизилось на 18% и на 33%. Результаты сравнения представлены на рисунке 19.

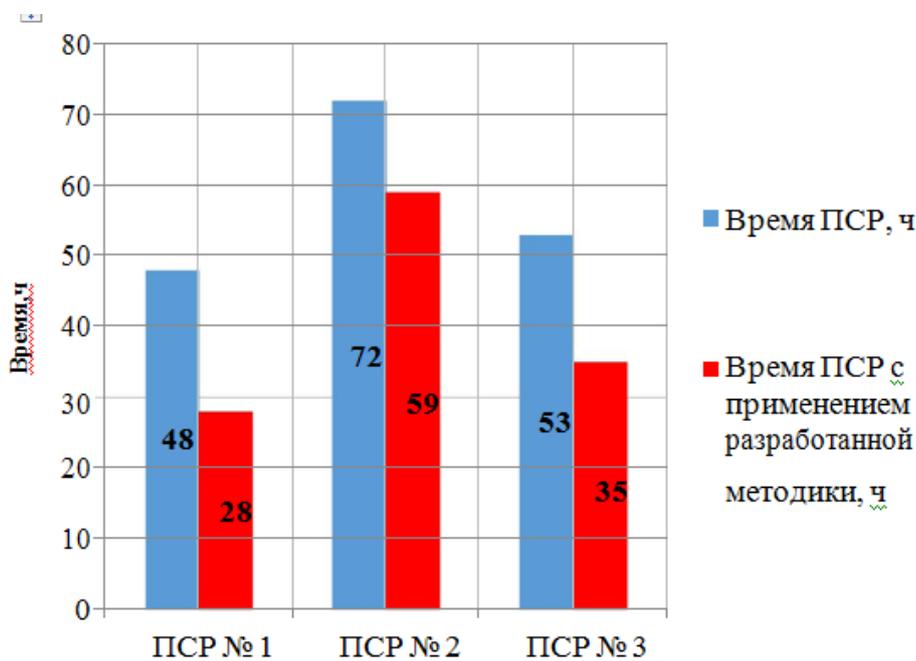


Рисунок 19 – Результаты сравнения продолжительности ПСО

В ходе моделирования установлены следующие преимущества предложенной модели:

- разработанная модель позволяет снизить время поиска в среднем на 30%;
- разработанная модель позволяет в первую очередь обследовать участки с максимальной вероятностью местонахождения объекта поиска;
- разработанная модель позволяет проводить оценку распределения сил и средств перед принятием решения.

### 3.1 Разработка программного обеспечения системы поддержки управления поисково-спасательными операциями

На основании ранее изложенных требований к программному обеспечению создана компьютерная программа по построению карт вероятностей местонахождения объекта поиска (далее – программный комплекс) в программно-математическом среде MatLab. На рисунке 20 представлен главный интерфейс программного комплекса.

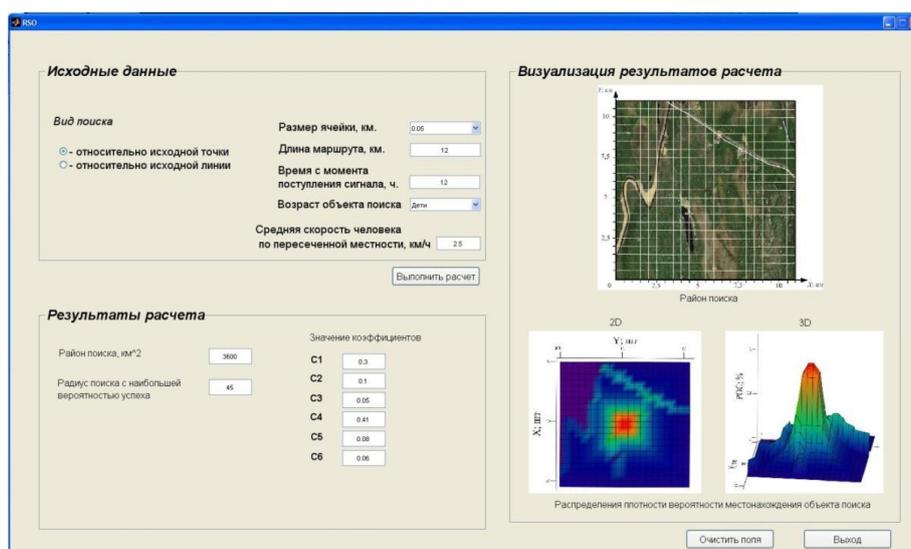


Рисунок 20 - Главный интерфейс программного комплекса по построению карт вероятностей местонахождения объекта поиска

В представленном окне пользователь получает информацию об участках с наибольшей вероятностью местонахождения объекта поиска. Введя исходные данные, определенные во второй главе, пользователь получит: район поиска разделенный на ячейки, радиус поиска с наибольшей вероятностью на успех, степень влияния каждого ориентира, находящегося в полученном районе, участки с наибольшей вероятностью местонахождения объекта поиска.

Для проведения оценки вероятности местонахождения объекта поиска также используется система трехмерного проектирования поверхности земли.

Информационная система представляет собой модульную архитектуру в зависимости от типа ЧС. На рисунке 21 представлен пример построенной трехмерной поверхности.

В основе разработанной системы используется методика построения зональных карт высот на основе данных о шероховатости поверхности и удаленности от последнего известного места нахождения объекта поиска.

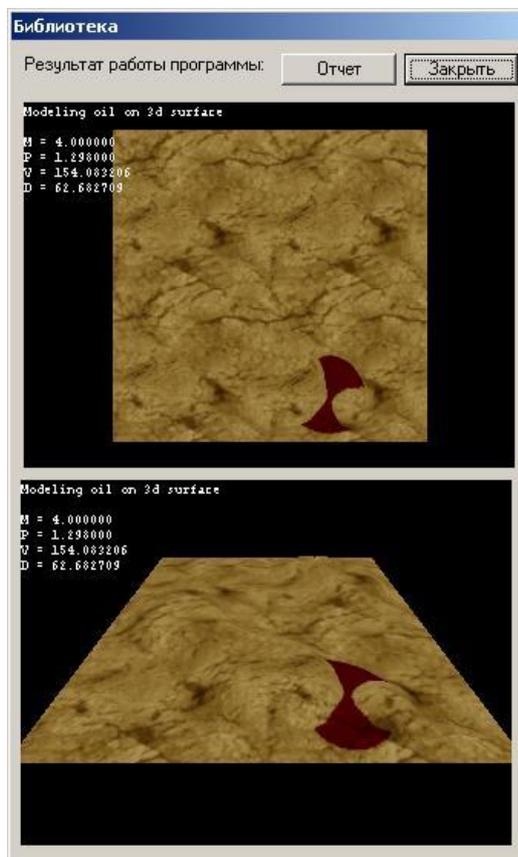


Рисунок 21 - Пример построенной трехмерной поверхности района поиска

В качестве ключевых факторов является учет сложности местности: разбиение поверхности на участки в виде равномерной сетки, использование третьей координаты (низины, возвышенности) и учет естественных и искусственных препятствий.

### 3.2 Описание средств маршрутной аэросъемки

Базовым видом аэросъемки, результаты которой обеспечивают получение фотопланов и ортофотопланов участков земной поверхности, является плановая аэросъемка [Аэрофотосъемочные работы, 1984]. При плановой съемке заданного участка земной поверхности требуется получить непрерывное поле изображений.

Для получения ортофотоплана местности в результате обработки зарегистрированных материалов необходимо обеспечить стереосъемку местности, то есть каждая точка заданного района съемки должна быть изображена на двух или большем числе снимков. В отдельном маршруте съемки непрерывное изображение участка земной поверхности, размеры которого превосходят поле зрения БСК в условиях аэросъемки, формируется на основе одного из типов оптико-электронной съемки. К основным используемым на практике видам съемки относятся сканерная съемка и кадровая съемка (рис. 22).

Сканерная съемка обеспечивается использованием БСК, разработанных на основе линейных фотоприемных устройств (ФПУ) [Источники и приемники..., 2017], и соответствующих гиросtabilизированных или стабилизирующихся платформ для компенсации неустойчивости носителя. При сканерной съемке за промежуток времени, соответствующий времени экспозиции ФПУ, регистрируется малый участок земной поверхности, соответствующий проекции светочувствительной области ФПУ (рис. 22, а). Для обеспечения возможности стереосъемки в пределах одного маршрута используются два или более сканирующих БСК, характеризующихся различной ориентацией по углу тангажа.

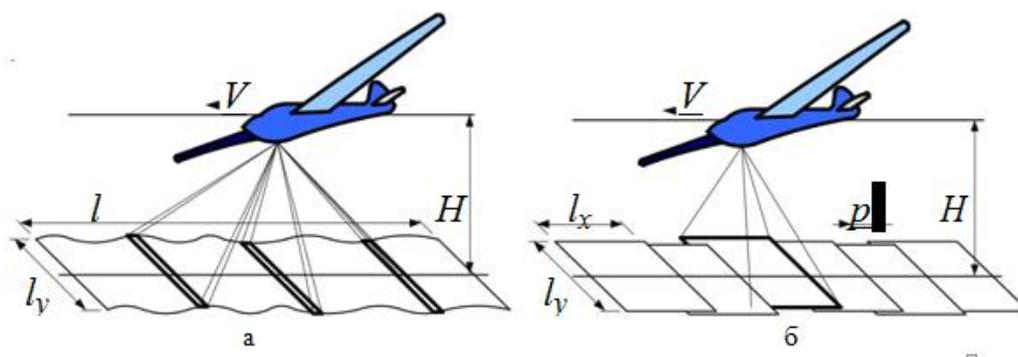


Рисунок 22- Схема регистрации и параметры снимков при разных видах съемки маршрутов: а – сканерная съемка; б – кадровая съемка.

Для кадровой съемки используются БСК, разработанные на основе матричных ФПУ [Ис-точники и приемники..., 2017] и стабилизирующиеся подвесы. Указанная особенность позволяет использовать кадровые БСК для аэросъемки с носителей легкого класса, в частности, с БЛА. При кадровой съемке за промежуток времени, соответствующий времени экспозиции ФПУ, регистрируется участок земной поверхности, соответствующий проекции матричного ФПУ и характеризующийся существенно большим пространственным охватом по сравнению с аналогичным элементарным участком сканерной съемки (рис. 22, б). Возможность стереосъемки обеспечивается за счет регистрации изображений с требуемым перекрытием.

Параметры БЛА при выполнении плановой съемки равнинной местности описываются набором данных, включающим высоту аэросъемки над средней плоскостью  $H$  и путевую скорость полета  $V$  (рис. 22). Параметры оптико-электронного БСК, обеспечивающего получение изображений с требуемым пространственным разрешением во всем диапазоне изменения высоты полета, представляются набором данных о размерах светочувствительной области ФПУ  $a_x$  и  $a_y$ , ориентированного по направлению полета БЛА, и фокусным расстоянием объектива БСК  $f$ . Для сканерного БСК  $a_y$ .

По значениям параметров носителя и БСК для условий плановой кадровой съемки оцениваются длины сторон аэроснимка на местности вдоль маршрута  $l_x$  и поперек  $l_y$

Д

$$l_x = a_x \frac{H}{f} \quad l_y = a_y \frac{H}{f} \quad (6)$$

Для лучшая сканерной съемки интерес представляет значение параметра  $l_y$ .

Примеры расчета длин сторон снимка на местности при использовании БСК с крупно-форматной матрицей ( $a_x = 24$  мм,  $a_y = 36$  мм) и с фокусным расстоянием объектива  $f = 50$  мм приведен на рис. 2.

Для обеспечения, с одной стороны, непрерывности данных о земной поверхности, а, с другой стороны, возможности стереосъемки плановая кадрковая съемка выполняется с продольным перекрытием снимков  $p_x$ , измеряемом в процентах по отношению к длине стороны аэроснимка  $l_x$ .

Кадровых БСК, применяемых для съемочных работ, используются крупноформатные матричные ФПУ с числом ячеек от десятков мегапикселей до сотни мегапикселей [Источники и приемники..., 2017]. В силу этого одно из ограничений аэросъемки заключается в ограниченном быстродействии БСК. У соответствующей аппаратуры при реализации продолжительной интервальной съемки максимальная частота регистрации отдельных кадров  $\nu_{\max}$  составляет единицы герц.

При использовании для регистрации резких изображений в динамических условиях полета БЛА сверх-коротких выдержек величиной тысячные доли секунды (например, 1/1000, 1/2000, 1/4000) допускается, что частота  $\nu_{\max}$  обратно пропорциональна минимальному интервалу съемки  $t_{\min}$  — интервалу времени между моментами начала выдержек двух последовательных кадров. От интервала съемки  $t_{\min}$  зависит значение продольного перекрытия  $p_x$  [Аэрофотосъемочные работы, 1984].

### 3.3 Показатели производительности выполнения аэросъемочных работ

Частным показателем эффективности применения БЛА с оптико-электронным БСК является результативность выполнения аэросъемочных работ, которая в свою очередь зависит от производительности используемых технических средств. Предлагается рассмотреть ряд показателей производительности  $E$ , позволяющих оценивать качество ведения одномаршрутной аэросъемки протяженного объекта.

В первом приближении в качестве оценок производительности целесообразно рассматривать скорость регистрации данных при ведении съемки с борта БЛА  $E_V$  и максимальный объем данных  $E_D$ , получаемый отдельным БСК за один вылет БЛА.

$$= \frac{n_x \cdot n_y \cdot D \cdot N}{k_c \cdot t_{\min}} E \frac{n_x \cdot n_y \cdot D \cdot N \cdot t_s}{k_c \cdot t_{\min}}, \quad (7)$$

где  $n_x$  и  $n_y$  – размеры ФПУ БСК вдоль и поперек маршрута съемки;  $D$  – разрядность квантования регистрируемого значения яркости;  $N$  – число используемых спектральных каналов БСК;  $k_c$  – обобщенный коэффициент сжатия регистрируемых данных;  $t_s$  – съемочное время (непосредственно затраченное на съемку время).

Кроме того, к известным показателям качества процесса организации и ведения аэро-съемки относятся съемочная производительность и валовая производительность [Руководство по аэросъемочным работам, 1988]. Съемочная производительность  $E_S$  соответствует отношению количества сфотографированной площади  $S$  к съемочному времени  $t_s$ .

Валовая производительность  $E_G$  определяется отношением сфотографированной площади  $S$  к общему времени полета  $t_G = t_S + t_0$ , где  $t_0$  – время, затрачиваемое на полет без ведения съемки. Количество сфотографированной площади при маршрутной кадровой или сканерной съемке протяженных объектов приблизительно оценивается по формуле

$$S = l_y \cdot V \cdot t_S. \quad (8)$$

С учетом (8) съемочную  $E_S$  производительности предлагается рассчитывать по формулам:

$$E_S = \frac{S}{t_S} = l_y \cdot V; \quad E_G = \frac{S}{t_G} = l_y \cdot V \cdot \frac{t_S}{t_G} = E_S \cdot \frac{t_S}{t_G}. \quad (9)$$

Производительность  $E_S$  при перманентных условиях съемки не зависит от числа объектов, фотографируемых за один вылет БЛА. В свою очередь, валовая производительность  $E_G^I$  в результате съемки  $I$  - числа протяженных объектов вычисляется по формуле

$$E_G^I = \frac{1}{t_G} \sum_{i=1}^I S_i = \frac{V \cdot l_y}{t_G} \sum_{i=1}^I t_{S_i}. \quad (10)$$

где  $i$  – порядковый номер объекта съемки,  $i = 1 (1) I$ .

Примеры значений производительностей  $E_S$  и  $E_G$ , обеспечиваемых в результате условно-реальных аэросъемочных работ при разном соотношении  $t_S$  и  $t_G$ ,  $V = 200$  км и  $l_y = 500$  м, представлены в таблице.

#### Заключение по главе

Представлено описание основных параметров аэросъемки с борта БЛА, определяющих эффективность решения прикладных задач по получению данных для построения фотопланов и ортофотопланов местности. Рассмотрены основные виды оптико-электронной съемки, выполняемой с использованием кадровых и сканирующих БСК. Исследованы частные ограничения, связанные

с необходимостью соблюдения минимальной высоты при ведении кадровой аэро-съемки. В рамках полученных результатов на основе введенной обобщенной модели БЛА с оп-тико-электронным БСК предложен ряд показателей, характеризующих производительность аэ-росъемки при регистрации данных в условиях решения задачи по одномаршрутной съемке про-тяженных объектов.

Таблицы 2,22 Результаты расчета производительности аэросъемочных работ

$t_G, ч$	$t_s t_G$	$t_s, ч$	$S, км^2$	$E_G, км^2/ч$	$E_S, км^2/ч$
1	1/4	0,25	25	25	100
	1/2	0,5	50	50	
	3/4	0,75	75	75	
3	1/4	0,75	75	25	
	1/2	1,5	150	50	
	3/4	2,25	225	75	
5	1/4	1,25	125	25	
	1/2	2,5	250	50	
	3/4	3,75	375	75	

### 3.4 Статистический анализ поисково-спасательных операций в природной среде.

В настоящее время поисково-спасательными подразделениями не уделяется должного внимания оптимизации проведения поисково-спасательных операций в природной среде. Поиски занимают много времени, в связи с чем руководители подразделений, по возможности, не отправляют на поиски большие силы и средства, находящиеся в первом эшелоне и готовые выехать на более крупные ЧС [9]. Эффективность поисков малыми силами крайне низка. Пешие поиски подразумевают большие затраты физических сил

участниками. Авиация применяется редко, в основном по резонансным случаям.

В работе проведен анализ ПСО подразделений МЧС России. На рисунке 23 показано количество спасенных и количество погибших человек при проведении ПСО в природной среде [10].

Из анализа диаграммы (рисунок 2.3) следует, что существует тенденция к снижению общего количества человек, пропавших в природной среде. Тем не менее, соотношение числа спасённых и числа погибших имеет стабильно установившееся значение в 80% и 20% соответственно.

Для поиска пропавших в природной среде, используются два способа: - наземный поиск; - воздушный поиск БПЛА

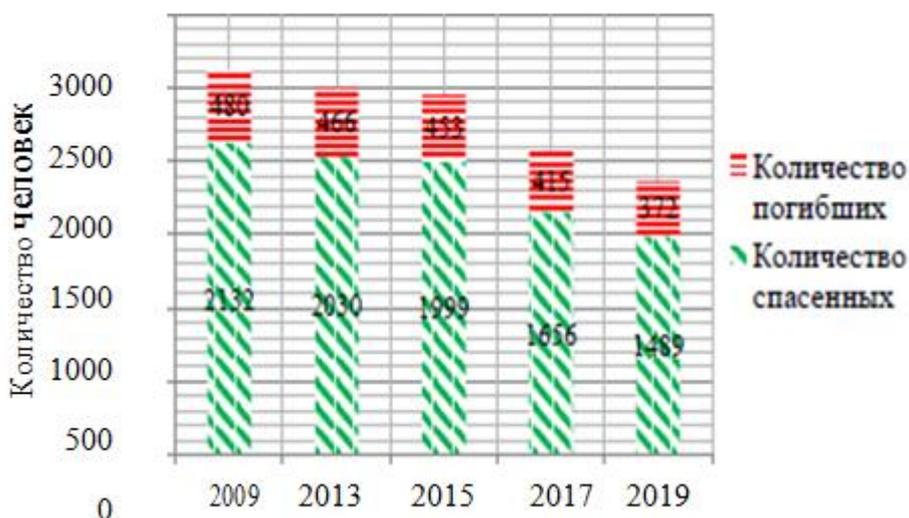


Рисунок 2.3 – Результаты поисково-спасательных операций проведенных подразделениями МЧС России

Наземный поиск основан на аудиовизуальном и визуальном обследовании. При наземном поиске спасательные подразделения Российской Федерации применяют три метода: точечный поиск (по ориентирам), поиск по квадратам (аудиовизуальный) и поиск прочёсыванием.

Наиболее распространённый метод - точечный поиск. Руководитель ПСО (РПСО) оценивает район поиска и определяет ориентиры, куда мог бы направиться объект поиска. Он делит участников поиска на поисково-

спасательные группы (ПСГ) и направляет их в данные ориентиры. Минусом данного метода является то, что решения РПСО носят субъективный характер, на принятия которых могут влиять многочисленные факторы (опыт, усталость, настроение и т.д.). В дополнение к вышесказанному, данный метод упускает из виду большую площадь района поиска.

Поиск по квадратам применяется при количестве участников достаточном, чтобы пройти за один или несколько операционных периодов весь определенный РПСО район с интервалом в 100-300 м. РПСО делит район на квадраты со стороной 100-300 м и каждой группе определяет список квадратов, который следует посетить в данном операционном периоде.

При движении участники поиска каждые 2-3 минуты кричат, чтобы привлечь внимание пропавшего. За 4 часа непосредственно поисков на одного участника приходится 0,5-2 кв. км обследованной местности. Спасатели в группах могут расходиться на расстояние голоса и больше, при наличии УКВ радиостанций [11]. Недостатком данного способа является необходимость привлечения достаточно большого количества человек, а также то, что объект поиска может находиться в бессознательном состоянии и не отреагировать на проходящих рядом спасателей.

Поиск прочесыванием применяется для поиска детей дошкольного возраста, людей с отклонениями в психике, тел погибших, отдельных молчащих объектов. Участники выстраиваются вдоль линейного ориентира с расстоянием между людьми, как правило, на дистанции прямой видимости. На флангах – наиболее опытные специалисты – спасатели, егеря и др. с УКВ радиостанциями. Размер отдельной цепи – не более 20 человек.

При большом количестве людей цепь разрушается и хорошего качества обследования местности не получается, кроме того, затруднены перестроения. Руководитель группы с УКВ радиостанцией занимает позицию в центре, либо на одном из флангов. По его команде цепь начинает движение, обычно перпендикулярно ориентиру и движется до другого линейного ориентира. Направление движения определяется участниками на флангах. Длина одного

маршрута не должна превышать 2 км, иначе цепь разрушается. Если в цепи неопытные участники, рельеф сложен или имеются другие усложняющие факторы, длина маршрута уменьшается до 500-1000 метров.

По окончании маршрута цепь смещается и по команде начинает движение в обратном направлении [11]. Недостатком поиска методом прочесывания является использование большого количества сил, которых в большинстве случаев недостаточно в подразделениях аварийно-спасательных формирований. В дополнение к этому, данный метод очень энергозатратный.

В зарубежных странах методы поиска имеют отличия от используемых в нашей стране. Подразделения спасения в некоторых других странах используют метод оценки вероятности местонахождения объекта поиска на определенной территории. На основе данной оценки спасатели строят сценарии и осуществляют поиск. Использование данного метода повышает эффективность использования имеющихся в распоряжении сил и средств. Однако оценка вероятности местоположения объекта поиска осуществляется на основе субъективного мнения РПСО, что, как уже говорилось выше, не всегда отражает реальную картину.

Построить модель поведения пропавших представляется возможным только для конкретного региона, имеющего однородные природные характеристики и привычки живущих в нем людей [4]. Причем модель может опираться только на статистику, накопленную в данном регионе, а не на теоретические заключения РПСО о том, как ведет себя тот или иной человек.

Общими для разных регионов могут быть только профили поведения маленьких детей, не получивших еще полноценного воспитания и не имеющих устоявшихся привычек, а также людей с отклонениями в психике. Такая работа ведется во многих странах путем сбора и обработки информации по каждому случаю, анализа и выявления характерных особенностей различных групп людей.

Результатом являются рекомендации, касающиеся распределения вероятности пребывания пропавшего в районе поисков [12].

Таким образом, статистические данные и проведенный анализ ПСО подтверждают наличие ряда проблем, связанных с планированием и проведением поиска.

Был проведен анализ ПСО региональной общественной организации «Объединение добровольных спасателей» [10].

На рисунке 2.4 показано:

- количество людей, которые были найдены спасателями;
- количество людей, которые вышли самостоятельно;
- количество людей, которых не нашли (или погибли).

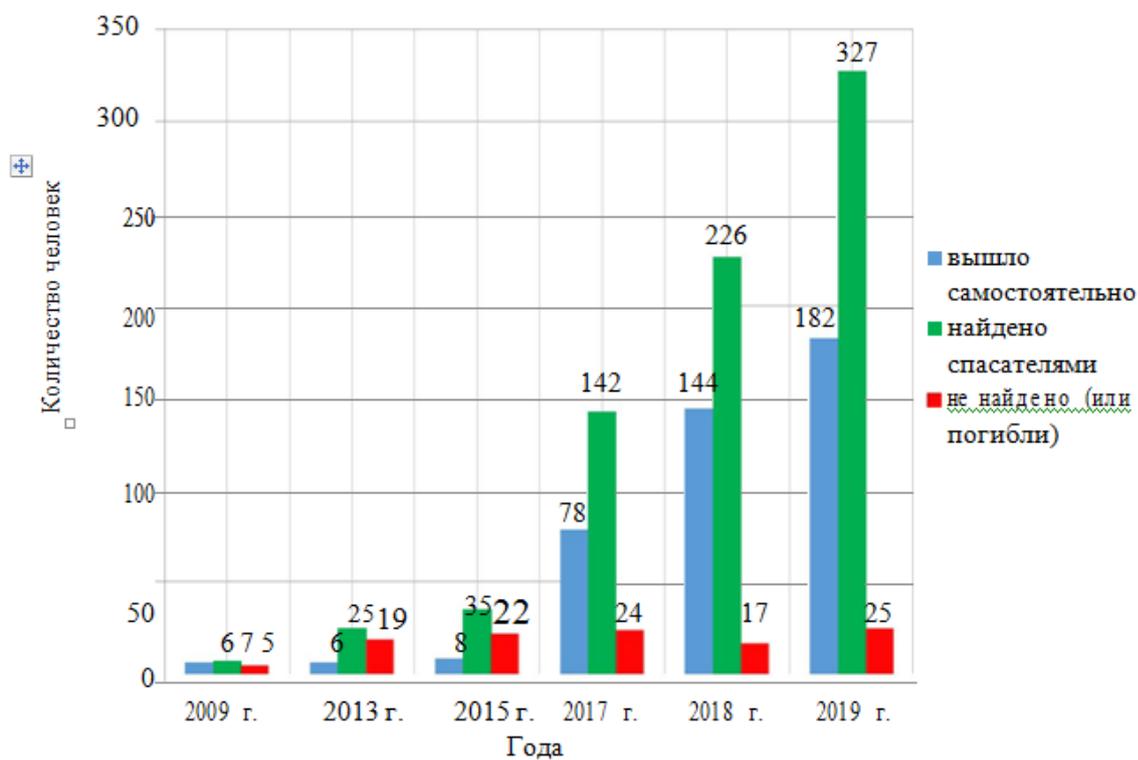


Рисунок 2.6 – Результаты ПСО проведенные

По результатам анализа в работе выделены следующие места, рядом с которыми были найдены люди:

*O*<sub>1</sub> - кромка воды (территория в непосредственной близости от воды);

*O*<sub>2</sub> - сооружения, предназначенные для временного проживания (охотничьи домики, лесничество и т.д.);

*O*<sub>3</sub> - технические сооружения (ЛЭП, телефонные вышки и т.д.);

*O*<sub>4</sub> - дорога (автомобильные, ж/д, лесные тропы и т.д.);

*O*<sub>5</sub> – приграничная территория лесной зоны;

*O*<sub>6</sub> - открытая площадка (поляны, проталины и т.д.); *O*<sub>7</sub> – лесной массив.

В таблице 2.23 отображено количество людей найденных в определенной местности и рядом с различными ориентирами.

Таблица 2.23 – Распределение найденных людей с ближайшим ориентиром

№ п/п	Обозначения критерия	Наименование ориентира	Количество найденных людей, чел.
	<i>O</i> <sub>1</sub>	Кромка воды	244
	<i>O</i> <sub>6</sub>	Открытая площадка	160
	<i>O</i> <sub>3</sub>	Технические сооружения	129
	<i>O</i> <sub>4</sub>	Дорога	84
	<i>O</i> <sub>7</sub>	Лесной массив	84
	<i>O</i> <sub>2</sub>	Сооружения, предназначенные для временного проживания	38
	<i>O</i> <sub>5</sub>	Приграничная территория лесной зоны	23

Из анализа таблицы следует, что большинство потерявшихся людей при обнаружении водоема остаются рядом с ним или продолжают двигаться вдоль кромки воды. Многие потерявшиеся, выходя на открытые участки, могут там оставаться, ожидая помощь.

Проведен анализ соотношения количества спасенных людей и мест обнаружения (рис. 2.7). Результаты позволили выделить первичные критерии, влияющие на местонахождение объекта поиска, опираясь на которые, необходимо производить оценку вероятности.



Рисунок 2.7 – Процентное соотношение количества найденных людей к месту, где они были найдены.

Необходимо учесть, что представленные показатели различны для субъектов РФ, существует необходимость разработки методики, модели, а также информационно-аналитического обеспечения, способного адаптироваться под изменяющиеся условия.

Важным критерием, влияющим на вероятность местонахождения объекта поиска, является возрастная категория. Показатель определяет радиус поиска с максимальной вероятностью местонахождения.

На четвертом этапе проведена категоризация пострадавших. Исходя из статистики поисково-спасательных операций в природной среде [4, 11] можно их разделить на следующие группы:

*Дети (до 12 лет).* Поведение детей старшего возраста идентично поведению взрослых: выйдя на линейный ориентир, ребенок будет двигаться в

одном направлении; в темное время суток может остановиться в произвольном месте. В результате, основной статистической причиной смерти является переохлаждение или физическое истощение. Основываясь на исследованиях [4,11], можно заключить, что большинство детей найдено в радиусе 8 км. Данный факт необходимо учитывать при построении карт вероятностей.

*Взрослые (от 13 до 59 лет).* Характерна хорошая ориентация в пространстве, способность достаточно точно определять направление. Данная категория обычно выбирает статичный ориентир, который старается постоянно держать в поле внимания (звук автомобильной или ж/д дороги, высокое дерево и т.п.). В большинстве случаев взрослые передвигаются по лесу по ориентирам, запоминая последовательность. Вероятность самостоятельного выхода при благоприятных погодных условиях достаточно высока. Тем не менее, возможен уход от последнего известного местоположения на большие расстояния.

*Пожилые люди (от 60 лет).* В отношении ориентирования данная категория схожа с категорией взрослых людей. Значительным отличием является физическое состояние. В связи с тем, что пожилые люди не могут проходить ежедневно большие расстояния и, находя точечный ориентир, часто остаются на месте, радиус с максимальной вероятностью местонахождения объекта поиска меньше, чем у категории взрослых.

*Психически не уравновешенные люди.* Как правило, люди, попадающие под данную категорию, заблудившись себя не считают. Двигаясь по лесу и выйдя на дорогу, или в населенный пункт могут перейти его и уйти снова в лес. Линейные ориентиры не являются препятствием. Поиски эффективны только методом прочесывания. Они могут прятаться от поисковой группы. Ограничить район поиска можно при обнаружении вещей объекта поиска. Если группа находит вещи, необходимо провести круговое прочесывание в радиусе 500 м в поисках других вещей или потерявшегося. Особое внимание уделяется местам, где можно спрятаться, естественным природным укрытиям. В случае обнаружения живым, необходимо в приказном порядке, либо приложив

физическую силу доставить в медицинское учреждение. Любые уговоры малоубедительны и имеют кратковременное действие.

В данной работе рассматриваются первые три группы.

### **3.5 Частные показатели эффективности применения беспилотных летательных аппаратов при ведении аэросъемочных работ.**

Большой перечень исследовательских и производственных работ основывается на обработке и анализе пространственных данных. В зависимости от решаемой задачи в качестве указанных данных используются результаты применения оптико-электронных средств дистанционного зондирования Земли, представляемые продуктами обработки изображений подстилающей поверхности. Высокими показателями детальности пространственных данных и временных параметров их получения характеризуются технологии дистанционного зондирования, основанные на использовании воздушных средств – беспилотных летательных аппаратов (БЛА) с оптико-электронными бортовыми специальными комплексами (БСК).

Пространственные данные о заданном объекте, получаемые по результатам аэросъемочных работ, могут быть представлены фотопланами и ортофотопланами соответствующей местности. В свою очередь, теоретические и прикладные аспекты организации и ведения аэрофото-съемки в интересах разработки указанных пространственных данных широко исследованы в существующих работах, на основе которых сформированы соответствующие нормативные и справочные документы [Аэрофотосъемочные работы, 1984; Руководство по аэросъемочным работам, 1988]. При этом требуется актуализация и доработка известных исследований, обусловленные переходом от аналоговой фотографической съемки к цифровой оптико-электронной регистрации изображений и широким внедрением в практику аэросъемки нового класса носителей – БЛА.

При этом недостаточное внимание уделено формированию аппарата анализа эффективности применения БЛА с оптико-электронными БСК в конкретных условиях съемки, позволяющего выполнять обоснованный выбор и сравнение возможностей аэросъёмочных комплексов для решения прикладных задач.

Таким образом, тема работы, посвященной разработке и исследованию частных показателей эффективности применения БЛА при ведении аэросъёмочных работ типовыми оптико-электронными БСК, характеризуется актуальностью.

### **3.6 Анализ эффективности применения беспилотных летательных аппаратов.**

Проблема эффективного мониторинга окружающей среды, поиска различных объектов является актуальной в самых разнообразных областях человеческой деятельности, причем зачастую решение осложняется влиянием различных неблагоприятных факторов, например, повышенной радиацией или наличием вредных веществ в областях техногенных катастроф.

Тем более актуально это при решении задач природного, техногенного характера, поиска пострадавших в результате ЧС. В этих случаях особенно эффективным становится использование для этих целей беспилотных летательных аппаратов.

Определение их рациональных параметров в ходе общего проектирования требует использования специального методического аппарата, а также критериальных функций, позволяющих осуществить обоснованное формирование тактико-технических требований к создаваемому аппарату.

Поиск в зонах ЧС можно представить как разворачивающийся во времени процесс, последовательность действий в котором может приводить к различным результатам. Задачей теории поиска в зонах ЧС при этом является выработкой методов определения наилучшего плана поиска, обеспечивающего

из множества возможных альтернатив, такой способ действий, который приведет к обнаружению ЧС при минимальных затратах времени и средств.

Своевременное и надежное обнаружение ЧС зависит от многих факторов, основными из которых являются следующие:

- способ поиска (маршрут полета, профиль полета, последовательность просмотра местности или пространства и т.д);
- аппаратура, используемая для обнаружения ЧС и тд;
- характер ЧС;
- погодные условия;
- рельеф местности.

Однако на обнаружение ЧС оказывает влияние и ряд случайных факторов, в результате чего заранее нельзя наверняка утверждать, будет или не будет обнаружена ЧС при данных условиях, и способах поиска. Иначе говоря, обнаружение ЧС при его поиске является случайным событием, а поэтому, характеризуя возможность обнаружения ЧС и, следовательно, эффективность его поиска, необходимо использовать соответствующие методы теории вероятностей.

Основным критерием эффективности применения комплекса воздушного поиска является относительная эффективность.

Имитационное моделирование, благодаря быстрому развитию вычислительной техники и программных продуктов, приобретает весьма важное значение в изучении применения робототехники в МЧС. Для анализа эффективности применения БЛА применяются многоуровневые математические модели, позволяющие получить максимальное количество информации. Непосредственные испытания БЛА в условиях близких к реальному применению дают надежную информацию, но недостаточную для проведения всестороннего анализа.

На этапе постановки задачи задается оперативно-тактическая обстановка с указанием условий выполнения задачи комплексом воздушной разведки и формируются требования к БЛА и комплексу в целом.

Исходя из полученных данных осуществляется выбор комплекса воздушной разведки: с малоскоростным БЛА различной продолжительности полета, со скоростным БЛА и т.п.

После этого осуществляется моделирование развития оперативно-тактической обстановки в процессе которого меняются: погодные условия, подвижные объекты разведки (мобильные комплексы, мобильные группы, и спасательная техника) осуществляют свое движение на заданные рубежи, неподвижные объекты (немобильные комплексы, пункты, ложные аварии и т.п) могут менять свое состояние (с активного на неактивное и наоборот).

С помощью модели информационного обмена осуществляется формирование временной информационной сети передачи данных потребителям развединформации. Таким образом, в процессе моделирования воссоздается виртуальная среда, в которой должен реализовать свои функции комплекс воздушной разведки.

Мерой соответствия исследуемого комплекса воздушной разведки поставленным перед ним задачам является система показателей и критериев. По ним обычно судят о целесообразности применения выбранного комплекса воздушной разведки, рациональных в конкретной обстановке методах поиска и т.п.

Перед применением разведывательной аппаратуры необходимо оценить возможность ее применения, для этого необходимо определить вероятность обнаружения ЧС и эффективность применения данной аппаратуры.

Вероятность обнаружения ЧС разведывательными органами определяется по формуле:

$$P = \frac{2R \cdot V \cdot t}{S} \text{ при } 2R \cdot V \cdot t \leq S,$$

где  $P$  – вероятность обнаружения ЧС;

$R$  – действительная дальность надежного наблюдения, км;

$V$  – скорость поиска, км/ч;

$t$  – продолжительность поиска, ч;

$S$  – площадь района поиска, км<sup>2</sup>.

Пример расчета вероятности обнаружения ЧС без применения БЛА.

Определить вероятность обнаружения ЧС за 8 ч, площадь которого 250 км<sup>2</sup>, если скорость поиска 4 км/ч:

$$P = \frac{2 \cdot 1,3 \cdot 4 \cdot 8}{250} = 0,3,$$

Пример расчета вероятности обнаружения ЧС для более детальной разведки местности.

Определить вероятность обнаружения ЧС за 1ч, площадь которого 6 км<sup>2</sup> при дальности надежного наблюдения 0.7 км, если скорость поиска 3 км/ч:

$$P = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 3 \cdot 1}{4} = 0,7,$$

Пример расчета вероятности обнаружения ЧС с применением БЛА самолетного типа.

Определить вероятность обнаружения ЧС за 4 ч, площадь которого 250 км<sup>2</sup>, если скорость поиска с применением БЛА увеличится на 60 км/ч при действительной дальности надежного наблюдения 0.5 км. Так как скорость поиска увеличилась, то уменьшается время на обнаружение ЧС в два раза:

$$P = \frac{2 \cdot 0.5 \cdot 60 \cdot 4}{250} = 0.9,$$

Применение БЛА самолетного типа увеличивает вероятность обнаружения ЧС на 0.6, но не стоит забывать, что погодные условия тоже влияют на разведку местности.

Пример расчета вероятности обнаружения ЧС с применением БЛА самолетного типа для более детальной разведки местности:

Определить вероятность обнаружение ЧС за 0.2 ч, площадь которого 5 км<sup>2</sup>, если скорость поиска с применением БЛА увеличится на 60 км/ч при действительной дальности надежного наблюдения 0.2 км.

$$P = \frac{2 \cdot 0.2 \cdot 60 \cdot 0.2}{5} = 0.9$$

Применение БЛА вертолетного типа не целесообразно применять для ведения разведки где район поиска будет 250 км<sup>2</sup>, так как тактико-технические характеристики летательных аппаратов вертикального взлета и посадки не позволяют применять его для таких задач. Если уменьшить район поиска для более детальной разведки местности или же использовать для наблюдения, то БЛА вертикального взлета и посадки применять целесообразней.

Пример расчета вероятности обнаружения ЧС с применением БЛА вертолетного типа:

Определить вероятность обнаружения ЧС за 0.2 ч в районе холмистой местности, площадь которого  $2 \text{ км}^2$  при действительной дальности надежного наблюдения 0.2 км, если скорость поиска с расчетом БЛА увеличится на 25 км/ч.

$$P = \frac{2 \cdot 0.2 \cdot 25 \cdot 0.2}{4} = 0.5$$

Исходя из формулы определения вероятности обнаружения ЧС, можно вычислить эффективность выполнения задач с применением БЛА.

Исходными данными для расчетов служат сведения о количестве имеющихся средств, заданной степени выполнения задачи, данные об эффективности используемых средств, которые выражаются вероятностью выполнения задач или средним значением наносимого ущерба (под единичным средством понимается также и комплекс средств, объединенных в единое целое). Такими данными, например, являются вероятность нахождения ЧС, надежность канала связи, вероятность бесперебойной работы переправы через водную преграду в течении определенного промежутка времени, и т.д. Эти данные можно получить на основе результатов учений, из статистических данных и тактико-технических характеристик.

Расчеты степени выполнения задачи заданным количеством средств, выраженные через вероятность выполнения задач представлены по формуле:

$$P_n = 1 - (1 - P_1)^n, \quad (12)$$

где  $P_n$  – вероятность выполнения задачи группой однородных средств;

$P_1$  – вероятность выполнения задачи одним средством;  $n$ –количество имеющихся средств.

Пример расчета вероятности обнаружения ЧС при применении двух средств разведки:

Определить вероятность обнаружения ЧС при совместном использовании двух средств разведки, если их эффективность, выраженная вероятностью обнаружения объекта противника, равна:

$$P_1 = 0,3; P_2 = 0,9,$$

Решение:

$$P_n = 1 - (1 - 0,3)(1 - 0,9) = 0,93,$$

$$P_1 = 0,7; P_2 = 0,9,$$

Решение:

$$P_n = 1 - (1 - 0,7)(1 - 0,9) = 0,97,$$

$$P_1 = 0,3; P_2 = 0,5,$$

Решение:

$$P_n = 1 - (1 - 0,3)(1 - 0,5) = 0,7,$$

В данных примерах вероятность обнаружения ЧС двумя заданными средствами разведки выше вероятности выполнения задачи без приданных средств и видно, что вероятность выполнения задачи по мере увеличения количества средств растет, однако не прямо пропорционально количеству привлекаемых средств.

Таким образом, выполненные расчеты позволяют оценить эффективность применения четырех однородных средств разведки по

обнаружению ЧС в заданном районе, если вероятность обнаружения одним средством равна 0.5 (50%).

По монограмме вероятность обнаружения ЧС четырьмя средствами будет близка к единице (0.94).

Для более простого расчета вероятности обнаружения ЧС, командиру разведывательного органа на этапе подготовки к выполнению задачи может понадобиться только компьютер и программа Microsoft Excel с целью более быстрого и эффективного расчета вероятности обнаружения ЧС и оценки эффективности применения (рисунок 2.8).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	V	4															
2	R	1,3															
3	t	8															
4	S	250															
5	P	0,3328															
6																	

Рисунок 2.8 – Расчет вероятности обнаружения объекта с использованием программы Microsoft Excel

Пример расчета вероятности обнаружения ЧС с использованием ПЭВМ:  
Определить вероятность обнаружения ЧС за 8 ч, площадь которого 250 км<sup>2</sup>, если скорость поиска 4 км/ч.

$$P = \frac{2 \cdot 1,3 \cdot 4 \cdot 8}{250} = 0,3$$

Таким же образом можно вычислить степень выполнения задачи по поиску, заданной количеством средств (рисунок 2.9):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	<b>P1</b>	<b>0,3</b>													
2	<b>P2</b>	<b>0,9</b>													
3	<b>Робщ.</b>	<b>0,93</b>													

Рисунок 3.0 – Расчет степени выполнения задачи поиска по программе Microsoft Excel

Пример расчета вероятности обнаружения ЧС при совместном использовании двух средств разведки, если их эффективность, выраженная вероятностью обнаружения ЧС, равна:

Решение:  $P_1 = 0,3; P_2 = 0,9,$

$$P_{..} = 1 - (1 - 0.3)(1 - 0.9) = 0.93,$$

Таким образом, оценив эффективность применения беспилотных летательных аппаратов можно сделать вывод, что при их применении эффективность выполняемых задач воздушной разведки, равно как и вероятность обнаружения ЧС по мере увеличения количества средств растет, однако не прямо пропорционально количеству привлекаемых средств.

Наиболее эффективно применять «беспилотники» как вертикального взлета и посадки, так и самолетного типа, но все будет зависеть от выполняемой задачи и технических характеристик применяемых средств.

А для более точного и быстрого вычисления эффективности применения тех или иных видов летательных аппаратов можно пользоваться расчетами в программе Microsoft Excel.

Предлагаемая методика также может применяться для расчета широкого круга прямых и обратных задач, связанных с использованием различных сил и средств.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1ЕМ71	Проценко Владимир Сергеевич

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа новых производственных технологий</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Магистратура</b>	<b>Направление/специальность</b>	<b>Техносферная безопасность</b>

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклады проекта БПЛА нормы рабочего времени.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	– потенциальные потребители результатов исследования; – анализ конкурентных технических решений.
2. Разработка устава научно-технического проекта	– цели и результаты исследования;
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	– структура работ в рамках научно-технического проекта; – определение трудоемкости выполнения работ; – составление графика проведения научно-технического проекта;
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	– оценка эффективности проекта.

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

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. График проведения НТИ

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Фадеева Вера Николаевна	к.ф.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1ЕМ71	Проценко Владимир Сергеевич		

## **4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **Введение**

Введение Беспилотные летательные аппараты, являются беспилотным авиационным комплексом (БПАК), отличительной чертой, которых является отсутствие пилота на борту [1]. Полет такого комплекса может функционировать с различной степенью автономии: с помощью устройства дистанционного управления; с помощью системы автоматического пилотирования, функционирующей как на самом устройстве, так и на устройстве мониторинга и управления полетом. По сравнению с пилотируемыми летательными аппаратами, БПЛА предназначены для выполнения миссий, представляющих существенную опасность для людей, а также миссий, имеющих неоправданный большой расход ресурсов на выполнение примитивных действий. В БПЛА может быть установлено соответствующее программное обеспечение на выполнение различных задач в автономном режиме, то есть без участия человека. Изначально БПЛА создавались предпочтительно для военных целей, но с развитием технологий БПЛА нашли свое применение в гражданских сферах (патрулирование и наблюдение, доставка товара, аэрофотосъемка, видеосъемка, и др.) использования для поиска пострадавших в зонах ЧС.

### **4.1 Предпроектный анализ**

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Основной продукцией являются разведывательные беспилотные системы на базе широкого ряда БВС самолетного и вертолетного типа. В настоящее время в России работает более 1000 комплексов ZALA. Область применения - охрана государственных границ, разведывательные и спасательные операции, мониторинг объектов повышенной опасности и мест чрезвычайных ситуаций.

Специалистами компании разработаны уникальные решения и введены стандарты в рамках выполнения геодезических/экологических и научных исследованиях в суровых условиях эксплуатации.

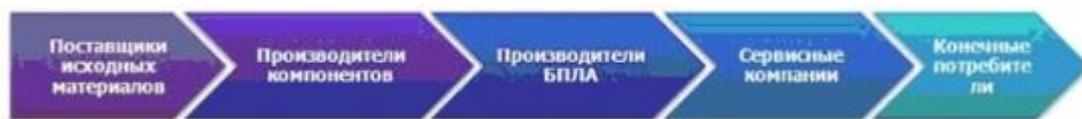
ZALA AERO является лидером по предоставлению услуг воздушного мониторинга в топливно-энергетических секторах РФ. БВС ZALA AERO ежегодно обследуют более 5 миллионов километров инфраструктуры ТЭК при выполнении более 20 000 полетов.

ZALA AERO обладает собственным учебным лицензированным центром по профессиональной подготовке операторов и индивидуальными курсами по обучению тактики применения систем по специфике задач заказчика.

#### **4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Несмотря на приведенные выше трудности, вокруг производства БПЛА выстроилась целая экосистема, включающая производителей комплектующих, разработчиков программного обеспечения, интеграторов, сервисные компании, страховые компании, торговые площадки.

Цепочка создания ценности рынка БПЛА выглядит следующим образом:



Специфика российского рынка БПЛА заключается в преобладании производителей военных дронов и практически полном отсутствии производителей потребительских и коммерческих дронов. При этом преобладающая часть производителей военных БПЛА имеет в своем портфеле либо уже технически устаревшие модели, либо только опытные современные образцы, которые демонстрируются на выставках, но не поступают в массовое производство – для нужд государства или на экспорт. И, несмотря на

значительные бюджетные вливания со стороны государства, продукция российских компаний ВПК сейчас не выдерживает конкуренции с западными образцами, например, с дронами Израиля.

Аналогичная картина и в сегменте потребительских БПЛА – весь рынок занят продукцией иностранных компаний, в большей степени китайских. Несмотря на то, что за последние 2–3 года в стране появились компании-стартапы, например, на базе Сколково, все они находятся на стадии разработки и тестирования прототипов или в лучшем случае первых штучных заказов и не осуществляют массовых продаж.

Среди основных российских компаний-производителей БПЛА можно выделить: ZALA Aero Group (входит в концерн «Калашников» госкорпорации Ростех); ООО «Беспилотные системы»; КБ «Луч» (входит в Ростех); «Истринский экспериментальный механический завод»; ООО «Аэрокон»; ООО «Специальный технологический центр» и др.

При этом J'son & Partners Consulting отмечает следующие ключевые перспективы развития рынка дронов в России:

- применение пожарными.
- мониторинг трубопроводов и линий электропередач.
- использование в СМИ.
- увеличение коммерческой активности в разработке программного обеспечения.
- увеличение продаж дронов с высококачественными камерами и системами стабилизации.

**Анализ конкурентных технических решений.** Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Конкурирующие технологии, основанные на принципах CALS:

- ERP - технологии;
- MRP - система;
- PDM - системы.

**ERP**-система — конкретный программный пакет, реализующий стратегию ERP.

**MRP** (англ. Material Requirements Planning — планирование потребности в материалах) — система планирования потребностей в материалах, одна из наиболее популярных в мире логистических концепций, на основе которой разработано и функционирует большое число микрологистических систем.

**PDM**-система (англ. Product Data Management — система управления данными об изделии) — организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии. При этом в качестве изделий могут рассматриваться различные сложные технические объекты (корабли и автомобили, ракеты, БПЛА и др.).

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в табл. 4.1

Таблица 4. 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Механизация производства	0,09	4	4	4	4	5	5
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,06	4	4	4	5	5	4
Трудоемкость процесса	0,07	4	4	4	5	4	4
Энергоэкономичность	0,06	5	4	4	5	4	4
Надежность	0,04	5	5	4	4	5	4
Безопасность	0,06	5	5	5	5	5	5
Доступность сырья	0,09	4	4	4	4	4	4
Простота эксплуатации	0,05	4	5	5	4	4	4
Экологичность	0,05	5	4	5	5	5	5
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Конкурентоспособность продукта	0,05	5	5	5	5	5	5
Уровень проникновения на рынок	0,04	4	4	4	5	4	4
Цена	0,09	5	3	4	5	5	5
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	5	4	4	4	4	4
Финансирование научной разработки	0,05	5	5	5	5	5	5
Срок выхода на рынок	0,04	5	4	5	4	5	5
Наличие сертификации разработки	0,04	5	5	5	5	5	5
Итого	1	72	65	66	78	77	76

БФ -- ERP - технологии;(проект)

БК1 -- MRP - система;(конкурент1)

БК2 -- PDM - системы.(конкурент 2)

В целях оценки сравнительной эффективности и определения направлений для ее будущего повышения, необходимо провести анализ конкурирующих разработок с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (4.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;  $V_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

К конкурентным преимуществам производимого изобретения (БПЛА), можно отнести: высокое качество, простота эксплуатации, сокращение производственного цикла, высокую конкурентоспособность изобретения и уровень проникновения на рынок. Эти качества помогут завоевать доверие покупателей путем предложения товара высокого качества со стандартным набором определяющих его параметров.

#### 4.1.3 Диаграмма Исикавы

Диаграмма Исикавы (Cause-and-Effect-Diagram) – это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей, инструментальное средство для систематического определения причин проблемы и последующего графического представления. Причинно-следственная диаграмма по получению БПЛА представлена на рис.4.1. Данная диаграмма помогает выявить основные причины возникновения проблем, анализ и структурирование процессов на предприятии, оценить причинно-следственные связи.

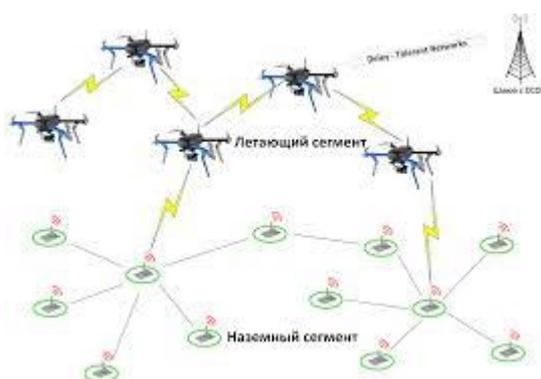


Рисунок 4.1 – Причинно-следственная диаграмма по управлению БПЛА  
Анализ причин и решения проблемы сведены в таблицу 4.2

Таблица 4.2 - Анализ причин и решения проблемы некачественной продукции.

<b>Категория</b>	<b>Причина</b>	<b>Решение</b>
Материалы для БПЛА	Низкое качество, как следствие – нестабильные работы БПЛА в воздухе	Поиск поставщиков, выбор оптимального сырья
	Высокая стоимость отдельных запчастей	
	Задержки с поставками	
Измерения	Точность приборов	Поверка приборов
	Нестабильное качество	Соблюдение технологий производства
	Фракционирование	Регулирование фракций
Персонал	Низкая квалификация рабочих	Повышение квалификации
	Нехватка квалифицированного персонала (инженеров)	Прием на работу
Оборудование	Поломки	Соблюдение режима работы, качественное и современное техобслуживание

#### **4.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации**

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка, полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). В

таблице 4.2 показаны оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации.

Таблица 4.2 – Оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического Задела	5	4
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	5	4
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	5	4
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	5	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	4
11.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	4
12.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	4
13.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
14.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	3
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	65	56

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (4.1)$$

где  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Значение  $B_{\text{сум}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Разработка считается перспективной, так как значение и знания разработчика достаточными для успешной ее коммерциализации.

#### **4.1.4 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

В качестве метода коммерциализации можно предложить *инжиниринг*. Данный вид коммерциализации предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, сборкой и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции.

#### **4.1.5 Инициация проекта**

#### **4.1.5 Цели и результаты проекта**

Основной задачей работы является разработка принципов и методов решения задачи позиционирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на базе системы технического зрения. Проведение работы основывается на методологии моделирования систем технического зрения и позиционирования БПЛА с помощью современных аппаратных и программных средств.

В данном разделе приводится информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

В таблице 4.3 представлена информация о заинтересованных сторонах проекта - это заказчик и исполнитель, и их ожидания относительно результатов

проекта. Также в таблице 4.4 сформулированы цели проекта и требования к его результатам.

Таблица 4.3 – Заинтересованные стороны проекта

<b>Заинтересованные стороны проекта</b>	<b>Ожидания заинтересованных сторон</b>
Предприятия по изготовлению БПЛА	Усовершенствование и упрощение технологического процесса.

Таблица 4.4 – Цели и результат проекта

<b>Цели проекта:</b>	Изучить БПЛА для ЧС
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Усовершенствование технологической линии по производству БПЛА
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Улучшение БПЛА
<b>Требования к результату проекта:</b>	<b>Требование:</b>
	Обеспечение непрерывного уровня мониторинга

#### 4.1.6 Организационная структура проекта

На данном этапе работы необходимо решить следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Информация об организационной структуре представлена в таблице 4.5 .

Таблица 4.5 – Рабочая группа проекта

п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо- затраты, ч
	Романцов И И	Руководитель	Выбор направления исследований, формулировка темы, консультации и обсуждение полученных результатов	536
	Проценко В С	Исполнитель	Разработка плана работ, выполнение работ, обсуждение полученных результатов	920
Итого			1456	

#### 4.1.7 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а так же «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

#### 4.1.8 Планирование управления научно-техническим проектом

##### 4.1.8 Иерархическая структура работ проекта

Научно-исследовательскую работу можно разделить на отдельные части (этапы), содержание которых определяется спецификой темы. Как правило, НТИ включает в себя следующие этапы:

Подготовительный этап. К этому этапу относится сбор и изучение литературных данных, составление литературного обзора по выбранной тематике, подготовка рабочего места, подготовка исходных веществ и вспомогательных веществ.

Экспериментальный этап. Этот этап включает непосредственное проведение цикла экспериментов и обработку полученных результатов.

Обсуждение результатов, вывод о проделанной работе.

Заключительный этап. Выполнение графической части, оформление пояснительной записки.

Иерархическая структура НТИ представлена на рисунке 4.2.

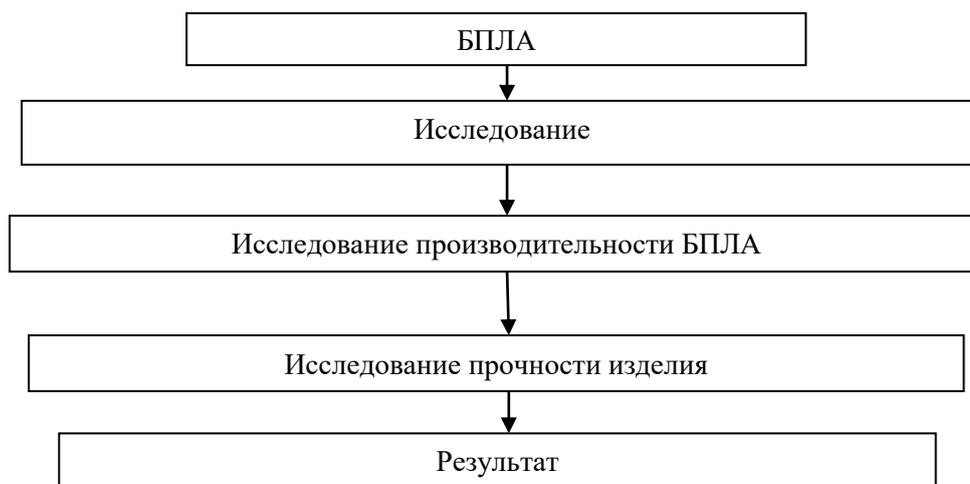


Рисунок 3.1 – Иерархическая структура НТИ

#### 4.1.9 Контрольные события проекта

Основные контрольные события проекта представлены в таблице 4.7

Таблица 4.7 – Контрольные события проекта

п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
	Получение задания и составление плана работ	10.01.2019	
	Литературный обзор проблематики	19.01.2019	Литературный обзор в ВКР
	Постановка цели и задач	20.02.2019	Раздел цели и задачи в ВКР
	Разработка плана экспериментальных работ	20.02.2015	План работ
	Исследование БПЛА	14.03.2019	Результаты экспериментов, представленных в ВКР
	Проведение эксперимента	23.03.2019	Результаты экспериментов представленных в ВКР
	Обработка экспериментальных данных, обсуждение результатов	07.04.2019	Результаты экспериментов представленных в ВКР
	Оформление графической части (таблицы, графики).	12.04.2019	Результаты экспериментов представленных в ВКР
	Разработка презентаций и раздаточного материала	03.05.2019	Результаты экспериментов представленных в ВКР
	Оформление пояснительной записки	25.05.2019	ВКР

## **5. План проекта**

Календарный план-график выполнения научно-исследовательской работы по теме: «Анализ эффективности использования БПЛА» представлен в календарном плане-графике (таблица 4.8)

Таблица 4.8 – Календарный план-график проведения НИОКР

Код работы	Вид работы	Исполнители	Тк	Продолжительность выполнения работ												
				Январь	февраль	Март	апрель	май	июнь							
1	Составление технического задания	Романцов.И.И	9	■												
2	Обзор литературы	Проценко.В.С. Романцов.И.И	32		■	■										
3	Постановка цели и задач	Проценко.В.С.	2													
4	Разработка плана экспериментальных работ	Романцов.И.И	20													
5	Исследование сырьевых материалов	Проценко.В.С.	10													
6	Проведение эксперимента	Проценко.В.С.	15													
7	Обработка полученных данных	Проценко.В.С. Романцов.И.И	6													
8	Оформление графической части	Проценко.В.С.	22													
9	Разработка презентаций и раздаточного материала	Проценко.В.С.	21													
10	Оформление пояснительной записки	Проценко.В.С.	7													



-научный  
руководитель  
Романцов.И.И



- магистрант Проценко.В.С.

Таблица 4.12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	144	144
Количество нерабочих дней	24	24
- выходные дни	19	19
- праздничные дни	5	5
Потери рабочего времени		
- отпуск	19	19
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	101	101

### 5.1 Организационная структура проекта

Из нескольких базовых вариантов организационных структур, используемых в практике, нами была выбрана проектная, которую можно изобразить следующим образом:



Рисунок – 4.3. Проектная структура проекта

## 5.2. Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта формируется матрица ответственности (табл. 4.14).

Таблица - 4.14 Матрица ответственности

Этапы проекта	Руководитель	Исполнитель
Составление задания и составление плана работ	Р	-
Литературный обзор	Р	П
Постановка цели и задач	Р	-
Разработка плана экспериментальных работ	Р	П
Проведение эксперимента	-	П
Обработка экспериментальных данных, обсуждение результатов	Р	П
Оформление результатов	Р	П

## 5.3 Реестр рисков проекта

На пути реализации проекта могут возникнуть разного рода риски, представляющие опасность того, что поставленные цели проекта могут быть не достигнуты полностью или частично. Полностью избежать риска практически невозможно, но снизить их угрозу можно, уменьшая действие неблагоприятных факторов. Возможные риски представлены в таблице 4.15

Таблица 4.15 - Реестр рисков

	Риск	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения риска
<b>Технические риски</b>					
	Требования	1	4	средний	Отслеживание изменений требований к БПЛА, с помощью которых проводится исследование. Постоянный поиск путей оптимизации производства..
	Технология	1	3	низкий	
	Использование ненадежных источников	2	4	средний	
	Качество	2	4	средний	
<b>Внешние риски</b>					
	Качество предоставляемых расходных материалов	2	4	низкий	Изучение конъюнктуры рынка. Страхование имущества. Изучение изменений в российском законодательстве. Определение мер поощрений и наказаний по отношению к рабочим.
	Предписания контролирующих органов	3	3	средний	
	Рынок	3	4	средний	
	Непредвиденные обстоятельства	1	4	средний	
	Изменения российского законодательства	4	5	высокий	
0	Небрежность и недобросовестность сотрудников	3	3	низкий	

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

### **5.4.1 Оценка абсолютной эффективности исследования**

Для оценки общей экономической эффективности инноваций в качестве основных показателей рекомендуются:

- чистый доход;
- чистый дисконтированный доход;
- внутренняя норма доходности;
- потребность в дополнительном финансировании;
- срок окупаемости;
- индексы доходности затрат и инвестиций и др.

Чистым доходом (другие названия – ЧД, Net Value, NV) называется накопленный эффект (сальдо денежного потока) за расчетный период, где суммирование распространяется на все шаги расчетного периода. Важно четко различать окончательную эффективность проекта и затраты предприятия до даты, когда проект начнет приносить прибыль.

Дисконтированный доход (другие названия - ЧДД, интегральный эффект, Net Present Value, NPV) - накопленный дисконтированный эффект за расчетный период. Дисконтирование представляет собой приведение доходов и расходов будущих периодов к текущему моменту с учетом временной стоимости денежных средств.

Определяем ЧД и ЧДД. Будем считать, что продолжительность шага расчета равна одному месяцу. Предполагается, что поступления денежных средств заносятся в таблицу со знаком "+", а расходование (оттоки) - со знаком "-". Составим план денежных потоков:

Таблица 4.16 – План денежных потоков для использования БПЛА

	Показатель, млн.руб	Номер месяца					
<b>Операционная деятельность</b>							
	Выручка без НДС, тыс.руб		1300	2080	3380	4420	5460
	Полные текущие издержки, в том числе:		-934,7	-1495,52	-	-	-
	прямые материальные затраты		-325	-520	-845	-1105	-1365
4	ФОТ основных рабочих, включая взносы во внебюджетные фонды	0	-400	-640	-1040	-1360	-1680
	Силовая энергия		-65	-104	-169	-221	-273
	Общепроизводственные расходы		-150	-200	-235	-250	-260
	Общехозяйственные расходы		-100	-110	-115	-115	-130
	Коммерческие расходы		-25	-28	-35	-47	-55
	Прочие расходы		-30	-40	-50	-60	-70
0	Денежный поток от производственной (операционной) деятельности (п.1-п.2)		365,3	584,48	949,78	1242,0	1534,26
<b>Инвестиционная деятельность</b>							
1	Поступление инвестиций						
2	Капиталовложения, обслуживание инвестиций	-450	-200				
3	Сальдо от инвестиционной деятельности (п.11+п.12)	-450	-200				
4	Сальдо суммарного потока (п.10+п.13)	-450	165,3	584,48	949,7	1242,02	1534,26
5	Сальдо накопленного потока	-450	-284,7	299,78	1249,	2491,58	4025,84
6	Коэффициент дисконтирования при ставке дохода 30%	1,000	0,769	0,592	0,455	0,350	0,269
7	Дисконтированное сальдо суммарного потока (стр.14*’стр.16)	-	127,15	345,85	432,3	434,87	413,22
8	Дисконтированные инвестиции (стр.12*’стр.16)	-450	-			0	
Срок окупаемости, отсчитанный от нулевого периода							2,4871
ИД							7,1936
ИД							1,684315
ВНД							181,98 %

Обычно проект считается устойчивым, если в расчетах по проекту в целом уровень безубыточности не превышает 0,6 - 0,7 после освоения проектных мощностей. Близость уровня безубыточности к 1 (100%), как

правило, свидетельствует о недостаточной устойчивости проекта к колебаниям спроса на продукцию в данном периоде.

Расчет уровня безубыточности для проекта приведен в таблице 4.17

Таблица 4.17 – Расчет безубыточности БПЛА

	Показатель, млн.руб	Номер месяца				
			2	3	4	5
	Выручка без НДС, тыс.руб	1300	2080	3380	4420	5460
	Полные текущие издержки, в том числе:	934,7	1495,52	2430,22	3177,98	3925,74
	Прямые материальные затраты	325	520	845	1105	1365
	ФОТ основных рабочих, включая взносы во внебюджетные фонды	400	640	1040	1360	1680
	Силовая энергия	65	104	169	221	273
	Общепроизводственные расходы	150	200	235	250	260
	Общехозяйственные расходы	100	110	115	115	130
	Коммерческие расходы	25	28	35	47	55
	Прочие расходы	30	40	50	60	70
0	Условно переменные издержки (стр3+4+5+8)	815	1292	2089	2733	3373
1	Уровень безубыточности УБт [(стр. 2 - стр.10)/(стр. 1 - стр. 10)]	0,2468	0,25827	0,26430	0,2637	0,26484

Из проведенных расчетов можно заключить, что устойчивость проекта особых подозрений не вызывает.

### 5.5. Оценка сравнительной эффективности исследования

Эффективность научного ресурсосберегающего проекта включает в себя социальную эффективность, экономическую и бюджетную эффективность.

Чтобы определить эффективность исследования, необходимо рассчитать интегральный показатель эффективности научного исследования.

Для этого определяют две средневзвешенные величины: финансовую эффективность и ресурсоэффективность.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (4.6),$$

где  $I_{\phi}^p$  - интегральный финансовый показатель разработки;  
 $\Phi_{pi}$  – стоимость i-го варианта исполнения;  
 $\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналогов).

Таблица 4.19 – Группировка затрат по статьям аналогов разработки БПЛА

Вариант исполнения аналога №	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ БПЛА	Стоимость электроэнергии	Основная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого плановая себестоимость
1	400,00	175360,44	1041,01	245185,83	74781,68	496768,96
2	350,00	68973,80	1041,01	248973,76	75937,00	395275,57

Найдем значения интегрального финансового показателя для всех вариантов исполнения научного исследования:

$$\text{Для нашей разработки: } I_{\phi}^p = \frac{\Phi_p}{\Phi_{max}} = \frac{319984,34}{496768,96} = 0,64$$

$$\text{Для первого аналога: } I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{max}} = \frac{496768,96}{496768,96} = 1$$

$$\text{Для второго аналога: } I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{a2}}{\Phi_{max}} = \frac{395275,57}{496768,96} = 0,8$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости

разработки в разы, то есть наша разработка обладает наименьшей стоимостью по сравнению с аналогами.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определяют следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (4.7),$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;  
 $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;  
 $b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;  
 $n$  – число параметров сравнения.  
 Результат расчетов представлены таблице 4.20.

Таблица 4.20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта(БПЛА)

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,35	5	5	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	3	4
3. Помехоустойчивость	0,15	5	4	4
4. Энергосбережение	0,2	4	4	4
5. Надежность	0,07	5	4	4
6. Материалоемкость	0,08	4	4	4
ИТОГО	1	4,57	4,2	4,35

Интегральный показатель эффективности разработки ( $I_{финр}^p$ ) и аналога ( $I_{финр}^a$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}, \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a} \quad (4.7),$$

Для нашей разработки:  $I_{финр}^p = \frac{4,57}{0,64} = 7,14$

Для первого аналога:  $I_{финр}^{a1} = \frac{4,2}{1} = 4,2$

Для второго аналога:  $I_{финр}^{a2} = \frac{4,35}{0,8} = 5,43$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} \quad (4.8),$$

Где  $\mathcal{E}_{cp}$  – сравнительная эффективность проекта;

$I_{финр}^p$  – интегральный показатель разработки;

$I_{финр}^a$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 4. 21 – Сравнительная эффективность разработки с первым аналогом.

п/п	Показатели	Аналог 1	Разработка	Аналог 2
	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,79	0,8
	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,52	4,57	4,35
	Интегральный показатель эффективности	4,2	5,78	5,43
	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,38		1,06

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило определить, что существующий вариант решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является наиболее приемлемым.

## 5.6 Оценка научно-технического эффекта

Таблица 13 – Примерные значения весового коэффициента для каждого признака научно-технического эффекта исследования БПЛА.

<b>Признак научно-технического эффекта исследования</b>	<b>Примерное значение весового коэффициента (r)</b>
Уровень новизны	0,6
Теоретический уровень	0,4
Возможности реализации	0,2

Поскольку данное исследование позволит, систематизировать и обобщить имеющиеся сведения определяют пути дальнейшего исследования количественная оценка уровня новизны разработки составляет 4.

В результате проведения разработки раздела финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение было выяснено, что данное исследование оправдывает физические и материальные затраты.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1ЕМ71	Проценко Владимир Сергеевич

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение</b>	<b>ОКД</b>
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	Техносферная безопасность

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

1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является ,анализ эффективности использования современных спасательных технологий, при проведении разведки в зоне ЧС. Управление МЧС КР. Иссык-Кульской обл.город Каракол.
---	---

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

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы проектируемой производственной среды: <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенный уровень вибрации;</li> <li>– неудовлетворительный микроклимат;</li> <li>– повышенный уровень шума;</li> <li>– неудовлетворительное освещение;</li> <li>– тяжесть трудового процесса;</li> <li>– поражение электрическим током;</li> </ul>
2. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу, атмосферу, гидросферу;</li> <li>– решение по обеспечению экологической безопасности.</li> </ul>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий;</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень,</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
------------------	------------	------------------------	----------------	-------------

		<b>звание</b>		
Ст.преподавательотделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1ЕМ71	Проценко Владимир Сергеевич		

## **6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Для улучшения условий труда работников в управления МЧС Кыргызской Республики г.Каракол следует предпринять меры по регулированию температурных режимов воздуха в помещении, в разное время года. Для этого предлагается разветвить вентиляционную систему с выводом воздушных шлюзов над местами, которые являются источником высокой температуры. Разработать и применить специальные режимы работы вентиляционной системы, которые позволили бы в холодное время года подавать воздух низкой температуры к источникам высокой температуры, а в теплое время года перемещать нагретые воздушные массы из помещения наружу [28].

В результате анализа вредных и опасных факторов в управлении МЧС Кыргызской Республики г.Каракол по замерам физических факторов можно сделать вывод, что для устранения вредных факторов необходимо провести следующие мероприятия:

Для доведения уровня освещенности до нормативного значения необходимо дополнительно установить светильники, доведя их общее количество до 8. Каждый светильник с 10 лампами по 40 Вт каждая, лампы размещаются в два ряда.

Поскольку уровень шума не превышает предельно допустимый, обязательных мероприятий по снижению уровня шума и\или степени его воздействия на персонал предприятия не требуется. Но для повышения общего уровня комфорта можно рекомендовать снизить степень негативного воздействия шума на персонал.

Уровень амплитуды вибрации, воздействующей на работников управления в МЧС Кыргызской Республики г.Каракол ниже вредных значений, мероприятий по его снижению не требуется.

Загазованность и запыленность рабочей зоны не может оказать заметного негативного воздействия на здоровье персонала управления МЧС Кыргызской Республики г.Каракол в силу своих низких значений.

Для обеспечения безопасности работников управления МЧС Кыргызской Республики г.Каракол от воздействий вредных и опасных факторов предприняты достаточные меры, обеспечивающие сохранение жизни и здоровья персонала.

О каждом несчастном случае пострадавший или очевидец обязан немедленно сообщить. В процессе работы должны соблюдаться правила ношения спецодежды, пользования средствами индивидуальной и коллективной защиты, соблюдать правила личной гигиены, содержать в чистоте рабочее место. Лица, допустившие невыполнение или нарушение инструкций по охране труда, привлекаются к дисциплинарной ответственности в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и, при необходимости, подвергаются внеочередной проверке знаний и норм и правил охраны труда. Общественный экологический контроль должен проводиться профсоюзными или общественными организациями, наблюдающими за состоянием.

### 6.1.1. Производственная безопасность

Для обеспечения безопасности рабочих при работе необходим анализ вредных и опасных факторов. Идентификация потенциальных опасных и вредных производственных факторов проводится по ГОСТ 12.0.003-74[13]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для выбранных объектов исследования представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разрабо тка	Изготов ление	Эксплуа тация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений СанПиН 2.2.4.548-96[2]</li> <li>2. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1) [3]</li> <li>3. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [4]</li> <li>4. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.[5]</li> <li>5. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ссбт). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [6]</li> </ol>
2. Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека		+	+	
6. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу		-	-	

## **6.1.2 Анализ вредных факторов производственной среды**

### **6.1.2 Отклонение показателей микроклимата.**

Под микроклиматом понимают качество воздушной среды в рабочей зоне. Большое значение для охраны здоровья и труда человека имеет качество воздуха в производственных помещениях, в частности в рабочих зонах. Рабочей зоной называется пространство, высотой до 2-х метров над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих (более 2-х часов непрерывно).

Эти требования устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны помещения, нормируемые следующими параметрами: температура, оптимальная влажность, скорость движения воздушного потока.

Оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны регламентированы ГОСТ 12.1.005 – 88.

В управлении МЧС Кыргызской Республики г.Каракол единой диспетчерской службы отдела по делам ГО и ЧС существует оптимальная и допустимая норма температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Оптимальные величины показателей микроклимата соответствуют ПА категории.

Таблица 17 - Допустимые и оптимальные параметры микроклимата производственных помещений.

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С			Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		оптимальная	допустимая		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая
			Диапазон ниже оптимальной величины	Диапазон выше оптимальной величины				
Холодный	I IIА	19-21	19,0-20,9	23,1-24,0	40-60	15-75	0,1	0,1-0,2
Теплый		21-23	20,0-21,9	24,1-28,0	40-60	15-75	0,1	0,1-0,3

Данная работа относится к работе легкой степени, так как для ее выполнения перенос предметов свыше 15 кг осуществляется. В Управлении МЧС КР температура 18-22 °С с влажностью 45-50 %, что соответствует нормам ГОСТа 12.1.005 – 88.

Все показатели микроклимата в здании соответствуют стандартным нормам СанПиН 2.2.4.548 – 96.

Температуру в рабочей зоне в холодное время поддерживается отопление, а в теплое вентиляцией.

### 6.1.3. Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы. Создание благоприятных условий для работоспособности включает рациональное освещение, которое достигается совмещением искусственного и естественного освещения. Днем освещается прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода. Для времени суток, когда недостаточно естественного света, предусмотрено искусственное освещение, создаваемое электрическими источниками - светильниками с люминесцентными лампами. Освещение нормируется СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение»[17], по освещенности относится к IV разряду (работа со средней точностью), наименьший размер объекта различения свыше 0,5-1,0 мм, величина нормируемой освещенности равна 200 лк общего освещения. Размеры помещения 12х7.5х4 м, потолок в имеет светлую окраску, стены и пол - темную. Способ размещения светильников - симметричный, это обеспечивает равномерное освещение оборудования и рабочих мест.

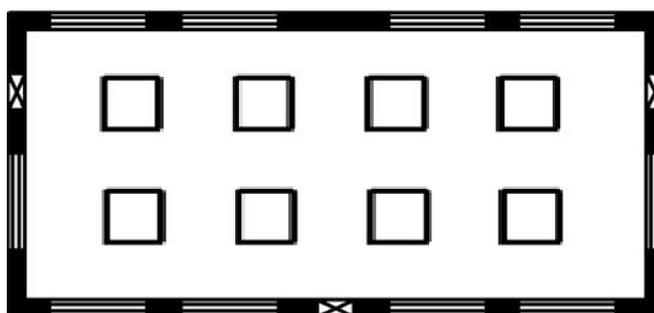


Рисунок 6 – Схема искусственного освещения помещения в управлении МЧС

#### **6.1.4. Повышенный уровень шума.**

Шум создает вытяжная система. В соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 для помещений, допустимый уровень звукового давления составляет 50 дБА [6]. Шум, аналогично со светом, может быть причиной различных стрессовых состояний у человека, появления головных болей, тошноты, раздражительности. В качестве средств индивидуальной защиты для органов слуха от шума применяются противозумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи, противозумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему, противозумные шлемы и каски[7].

#### **6.1.5. Анализ опасных факторов производственной среды**

К опасным производственным факторам рабочих мест персонала управления МЧС КР г.Каракол относится пожароопасность.

Муниципальное управление МЧС КР г.Каракол является потенциально не опасным, но возможны сбои в электросистеме, которые могут повлечь за собой нарушение работы диспетчерской службы и отдельных рабочих участков и элементов оборудования. При нарушении нормальных режимов работы, допущение нагрузок на электроприборы, превышающие нормативные, при нарушении режима работы вычислительной техники и иных нарушениях, может произойти перегревание электрооборудование и выход его из строя с последующим возгоранием.

Согласно НПБ 105-03 все объекты в соответствии с характером технологического процесса по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на пять категорий. Рабочие места сотрудника единой диспетчерской службы МЧС КР отдела по делам ГО и ЧС Иссык-Кульской области относятся к категории Д, так как в нем в незначительном количестве имеются горючие вещества и материалы. В управлении МЧС КР разработаны меры пожаротушения. Предусмотрена пожарная сигнализация, имеются

огнетушители, планы эвакуации, проводятся соответствующие инструктажи, ознакомление с нормативными документами.

Общими мерами безопасности является регулярный инструктаж персонала управления МЧС КР по соблюдению мер безопасности.

Таблица 2 – Значения запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны

ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Целлюлоз	Бензол	Стирол	Формальдегид
	2	15	30	0,5
Действительное значение в рабочей зоне, мг/м <sup>3</sup>	0,02	0,06	0,08	0,01

Воздух рабочей зоны рабочего места должен соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям по параметрам микроклимата, содержанию вредных веществ (газа, пара, аэрозоли) и частиц пыли, приведенным в ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [38] и СанПиН № 11-19-94 «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ» [25].

В рассматриваемом диспетчерском отделе источниками выделения производственной пыли могут быть офисная бумага, выделяющая в воздух микроскопические элементы, содержащие целлюлозу, и, являющиеся очень мощным аллергеном, ковровые покрытия, выделяющие в воздух пары формальдегида, а также принтеры и ксероксы, выделяющие при работе в воздух частицы тонера, содержащие бензол или стирол.

Из таблицы видно, что значения запыленности и загазованности в воздухе рабочего места управления МЧС КР не превышают допустимые значения.

### **6.1.6. Электробезопасность**

Наибольшую опасность при эксплуатации электрических устройств и проведении ремонтно-профилактических работ представляет поражение

электрическим током вследствие присоединения к токоведущим частям аппаратуры и к частям прибора, находящимся под напряжением.

Мероприятия, проводимые для устранения факторов поражения электрическим током:

а) все лица, приступающие к работе с электрооборудованием, проходят инструктаж на рабочем месте, допуск к самостоятельной работе разрешается лишь после проверки знаний техники безопасности;

б) осуществляется постоянный контроль качества и исправности защитных приспособлений и заземлении, ремонтно-наладочные работы на действующих электроустановках производится только с использованием защитных средств;

в) эксплуатация электроустановок предусматривает введение необходимой технической документации; обеспечивается недоступность к токоведущим частям, находящимся под напряжением; корпуса приборов и электроустановок заземляются [30].

### **6.1.7. Механическая опасность**

Механическая опасность возникает при работе на спасательном оборудовании(резак, дрель, домкрат и тд). При работе на оборудовании необходимо быть предельно внимательным и аккуратным, так как существует возможность получения травм рук при внесении их в опасную зону, и ног при падении.

Перед работой необходимо проверять исправность на холостом ходу.

Во время работы запрещается:

- Применять в качестве вспомогательного инструмента случайные детали;
- Останавливать резак и другие опасные оборудования нажатием рук на движущуюся часть;
- Загромождать место лишними деталями или образцами.

### **6.1.8. Экологическая безопасность**

В настоящее время, когда вопросу рационального использования

природных ресурсов и охране окружающей среды, уделяется большое внимание, необходимо совершенствовать технологические процессы с целью сохранения окружающей среды от вредных выбросов. Комплексное использование сырья прогрессивно с позиции экологии. Разработаны безотходные технологии, позволяющие вернуть отходы вновь в производство. Несмотря на успехи в области комплексного использования сырья в промышленности имеются значительные неиспользованные возможности. Управление МЧС КР г.Каракол не оказывает влияние на окружающую среду из-за выброса в атмосферу пылевидных и газообразных продуктов с низким содержанием вредных веществ.

Поддержание экологической безопасности является одной из важнейших проблем. На основании Указа Президента КР от 4 февраля 1994 г. «О государственной стратегии КР по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» была опубликована Концепция перехода КР к устойчивому развитию. Текущая деятельность предприятия и планы его развития находятся в створе основных системообразующих трендов, формируемых государственными органами управления также не предъявляется, кроме поддержания чистоты рабочего места и работы вентиляции для очистки воздуха от пыли.

### **6.1.9. Защита атмосферы**

При эксплуатации предприятиями воздушного бассейна можно поддерживать с помощью применения эффективных очистных аппаратов или посредством местных отсосов вытяжкой вентиляционной системы (зонтов, рукавов, кожухов, вытяжных шкафов) с последующей очисткой запыленного воздуха (газов) в аппаратах пылеуловителях.

#### **6.1.9.1 Защита литосферы**

Здесь имеет место незначительные выбросы в окружающую среду твердых отходов. Твердые отходы, в виде бытового мусора, выбрасываются в урну.

### **6.1.9.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Одним из наиболее вероятных чрезвычайных ситуаций, следует признать землетрясение, так как управление МЧС КР находится на территории, примыкающей к регионам с высокой сейсмической активностью: Постановлением Правительства КР № 738 от 24.07.95 г. утвержден порядок подготовки населения в области защиты от ЧС.

В случае возникновения подобных ситуаций необходимо использовать следующие меры защиты: не создавать панику; держаться дальше от окон; покинуть здание в соответствии с планом эвакуации.

Согласно шкале интенсивности, выделяют следующую классификацию зданий по кладкам А, В, С и Д. Здания, относящиеся к кладкам А и разрушаются с 10 баллов, С и Д с 9 баллов.

Управление МЧС, который находится в г.Каракол, относится к кладке С.

По данным ГО и ЧС Иссык-Кульской области в случае максимальной 12-ти балльной активности, в г.Каракол сила толчков составит 6–8балла. Это приведет к каким-нибудь заметным разрушениям зданий и сооружений, и нарушит технологический процесс [27].

Стены здания сложены из керамического кирпича и обладают большой прочностью. Здание устойчиво к воздействию природных опасностей – ураганов, наводнений и способно обеспечить защиту находящихся в нем людей от природных опасностей. Во избежание затопления подвальных помещений тальми водами своевременно производится отчистка прилегающей территории от снега. В здании предусмотрено несколько аварийных выходов.

Во время военных конфликтов при угрозе нападения противника по телерадиоционной сети передают сигнал тревоги «воздушная тревога». По сигналу тревоги необходимо отключить свет, все работающее электрооборудование, выключить рубильники, закрыть окна и покинуть помещение в соответствии с планом эвакуации [35].



Рисунок 13 – План эвакуации

При стихийном бедствии необходимо оповестить всех работников об угрозе его возникновения, отключить все электроприборы.

Если возникает угроза для жизни, то следует эвакуировать людей по плану, представленным на рисунке 13.

В случае возгорания, возникновения пожара или взрыва необходимо немедленно прекратить работы в помещении и принять меры по устранению чрезвычайной ситуации. По возможности необходимо обесточить всё оборудование при помощи общего рубильника. В случае, если пожар не распространился по помещению, необходимо использовать огнетушитель, для своевременного тушения загоревшегося оборудования или участка электросети. При необходимости нужно обеспечить эвакуацию людей в безопасное место в соответствии с планом эвакуации [], а также использовать кнопку пожарной сигнализации. Также в управлении МЧС находится аптечка с медикаментами для оказания пострадавшим первой медицинской помощи.

### **Вывод по разделу «Социальная ответственность».**

В данном разделе был проведен анализ опасных производственных факторов при работе в управлении МЧС КР г.Каракол Иссык-Кульской области. Также были рассмотрены разделы по охране труда и безопасности жизнедеятельности.

Все мероприятия по безопасности и охране труда разработаны в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами и ГОСТами. Условия труда для работников соответствуют всем нормам.

## **Заключение**

После такого метода, оценив спасательную технику а именно приводил пример и брал за основу эффективность применения БПЛА. Я сделал вывод, при использовании их в МЧС России сразу улучшается эффективность выполняемых задач прямо так сказать хорошим образом.

Лучшим способом будет являться то, если спасатели будут применять такую технику как БПЛА. Ведь мы доказали и разработали новую методику которая проста а так же не обходима нашим спасателям, а особенно при проведении разведки в зоне ЧС. Так же спасательная техника, а именно на примере БПЛА, показали себя со стороны положительных характеристик.

Но а так же после использования БПЛА, и завершении операций по спасению можно более точно и быстро вычислить эффективность применения всех видов ЛА, и для этого понадобится только ПК и имеющая в нем программа расчетов, под названием Microsoft Excel.

Данная моя методика которую я предлагаю и на которую были потрачены силы и нервы, также можно будет применять еще и для расчета всех задач сил а так же и средств, иными словами методика является очень не обычной и считается новизной в сфере анализа эффективности и использования спасательных технологий, при проведении разведки в зоне ЧС.

## Список используемых источников

1. Бабат Г.И., Никола Тесла, журнал «Славяне», 1956 г., №7
2. Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: Указ Президента Рос. Федерации от 11 июля 2004 г. №
3. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
4. Авиация: Энциклопедия / Гл. ред. Г. П. Свищёв. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1994. – С. 108. – 736 с.
5. МЧС [Электронный ресурс]. - Режим доступа. - URL: <http://www.mchs.gov.ru>
6. THE QUEEN OF BEES, журнал «Light aviation» / Январь 2012 г. – С. 50. – 53 с.
7. Гончаров А. Беспилотники России (рус.) // Армейский сборник : журнал. – 2015. – Февраль (т. 248, № 2). – С. 39-43
8. Зайцев А., Назарчук И. и др. Беспилотные ЛА зарубежных стран (рус.) // Армейский сборник : журнал. – 2015. – Февраль (т. 248, № 2). – С.44-46.
9. Bento Maria de Fatima. Unmanned Aerial Vehicles : An Overview // Inside GNSS. 2008. Vol. 3. № 1. P. 54–61.
10. Беспилотные системы официальный сайт фирмы ОАО ZALA AERO GROUP [Электронный ресурс]. - Режим доступа. - URL: <http://zala.aero>.
11. Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации: Постановление Правительства Рос. Федерации от 11 марта 2010 г. № 138 // Рос. газ. 2010. 13 апр.
12. Липатов В.Д., Кишалов А.Е. ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА В ЗАДАЧАХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС. Журнал «Технические науки Молодежный Вестник УГАТУ» № 1 (13). Май, 2015 г. С. 74-79.
13. Вашкевич Ю. В., Титов О. В. Опыт использования беспилотных летательных аппаратов при ликвидации чрезвычайных ситуаций. ГУО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь С. 36-37

14. Житомирский Г.И. Конструкция самолетов. – 2-е издание. – М.: Машиностроение, 1995.
15. Об организации материально-технического обеспечения системы МЧС РФ по делам ГО ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий: Приказ Правительства РФ №555 (от 18.09.2012 г) // Российская газета. – 2012. –9.
16. Моисеев В. С., Гущина Д. С., Моисеев Г. В. Основы теории создания и применения информационных беспилотных авиационных комплексов: Монография. – Казань: Изд-во МОиН РТ. – 2010. – 196 с. (Серия «Современная прикладная математика и информатика»)
17. Ростопчин В.В. Современная классификация беспилотных авиационных систем военного назначения // Интернет-издание UAV.ru – Беспилотная авиация
18. Дружинин Е.А., Яшин С.А., Крицкий Д.Н. Анализ влияния функционального назначения и зон применения на структуру и характеристики безопасных к использованию в воздушном пространстве БАР // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2012. – № 54. – С. 60-67
19. Салычев О. С. Автопилот БПЛА с Инерциальной Интегрированной Системой – основа безопасной эксплуатации беспилотных комплексов.
20. Интеллектуальные роботы: учебное пособие для вузов / под общей ред. Е. И. Юревича / И. А. Каляев, В.М. Лохин, И. М. Макаров и др. – М.: Машиностроение, 2007. – 360 с.
21. Бабиченко А.В., Бражник В.М., Герасимов Г.И., Горб В.С., Гуцин Г.М., Джанджгава Г.И., Кавинский В.В., Негриков В.В., Орехов М.И., Полосенко В.П., Рогалев А.П., Семаш А.А., Шелепень К.В., Шерман В.М.
22. Патент РФ на изобретение № 2232102. Распределенный информационно-управляющий комплекс группы многофункциональных летательных аппаратов. Заявка: 2003130782/11, 21.10.2003; опубликовано: 10.07.2004.

23. Неугодникова Л. М. Распределенная система управления гражданским беспилотным авиационным комплексом // Авиакосмическое приборостроение. – 2013,- № 11. – С. 50-58.
24. Ростопчин В. В. Элементарные основы оценки эффективности применения беспилотных авиационных систем для воздушной разведки. // Интернет-издание UAV.ru – Беспилотная авиация.
25. Витковский. А. Беспилотник будущего – машина, которая сможет все // Интернет-издание UAV.ru – Беспилотная авиация.
26. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ, пособие /А.Г. Гребеников, А.К. Мяслица, В.В. Парфенюк и др.– Х.: Нац. аэрокосм, ун-т "Харьк. авиац. ин-т", 2008. 377 с.
27. Сайт ОАО "Туполев", <http://www.tupolev.ru/samoletyi>
28. Сайт "Беспилотные летательные аппараты". <http://bp-la.ru/kompleks-stroj-p-s-dplapchela-lt>
29. Типчак (БПЛА): Материал из Википедии. [http://ru . wikipedia. org/wiki/Типчак\\_\(БПЛА\)#cite\\_note-MAKS-2009-3](http://ru.wikipedia.org/wiki/Типчак_(БПЛА)#cite_note-MAKS-2009-3)
30. Беспилотный самолет ZALA 421-08M // Сайт группы компаний
31. Zala Aero. [http://zala . aero/zala-421-08](http://zala.aero/zala-421-08)
32. Орлан-Ю: Материал из Википедии. [http://ru . wikipedia. org/wiki/Орлан-Ю](http://ru.wikipedia.org/wiki/Орлан-Ю)
33. Сокут С. Бесчеловечные машины // Интернет-газета "Коммерсант. ru", 16.08.2005. <http://www.kommersant.ru/doc/600136>
34. Валендик, Э. Н. Борьба с крупными лесными пожарами / Э. Н. Валендик. – Новосибирск. : Наука, Сиб. отд-ние, 1990. - 193 с.
35. Валендик, Э. Н. Крупные лесные пожары / Э. Н. Валендик, П. М. Матвеев, М. А. Софронов. – М. : Наука, 1979. – 198 с.
36. Воздушный кодекс Российской Федерации (от 19 марта 1997 года N 60-ФЗ с изменениями и дополнениями)

37. Инструкция по авиационной охране лесов, утверждена приказом Федеральной службы лесного хозяйства России 22 сентября 1997 г. № 122
38. Коршунов Н.А., Котельников Р.В. Борьба с лесными пожарами: проблема информационного обеспечения авиасредствами и ее решение // Пожарная безопасность. – 2008. - №1. – С.125-129
39. Коршунов Н.А., Котельников Р.В. Работы над лесом // Лесная Россия. – 2006. - №2. - С. 34-38.
40. Нормативы по площадным нагрузкам на летательные аппараты при выполнении авиалесоохранных работ, утверждены приказом Министерства гражданской авиации от 5 июля 1978 г. № 88/117/у.
41. Правила организации и осуществления авиационных работ по охране и защите лесов, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 19 июня 2007 г. N 385. Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
42. чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: Указ Президента Рос. Федерации от 11 июля 2004 г. № 868. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
43. Статистика чрезвычайных ситуаций: по данным МЧС России за 2012 – 2013 годы [www\mchs. Gov. ru\upload\iblock\509\30162](http://www.mchs.gov.ru/upload/iblock/509/30162)

## **Нормативные ссылки:**

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

ГОСТ Р 12.3.046-91 «Система стандартов безопасности труда. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования»;

ГОСТ Р 12.4.009-83 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание»;

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования;

ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление;

СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства; Директивой МЧС России от 11 марта 2015 года № 47-29-3

«О внесении изменений в некоторые нормативные правовые акты МЧС России» Приказ МЧС России от 18 апреля 2012 года № 217

«О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 г № 68-ФЗ в редакции от 15.02.2016 г. № 31-ФЗ

«Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации»: Постановление Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 г. № 138 // Рос. газ. 2010. 13 апр.

«О создании Государственного унитарного авиационного предприятия МЧС России» Постановления Правительства Российской Федерации № 457

## Приложение А

### Раздел(№3)

Analysis of the effectiveness of the use of modern rescue technologies during reconnaissance in the emergency zone.

#### Консультант-лингвист Отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель иностранных языков.	Ажель Юлия Петровна			

#### Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ71	Проценко Владимир Сергеевич		

## Abstract

The final qualifying paper contains 143 pages, 17 drawings, 2 tables, 50 sources.

Key words: EMERGENCY SITUATION, UNCLEANNED AIRCRAFT, ROBOTIC COMPLEX, EMERGENCY SITUATION DETECTION, MONITORING, SEARCH AND SALVATION AFFECTED, EMERGENCY ELIMINATION, CHARGE CHIVELY CHANGE.

The object of the study is Russian-made unmanned aerial vehicles used in reconnaissance in the emergency zone.

The purpose of the thesis - the development of guidelines on the use of unmanned aerial vehicles during the activities of reconnaissance, prevention and elimination in case of emergency (ES).

As a result of the study, the following activities were performed:

- analysis of the existing Russian-made unmanned aerial vehicles and their use in conducting rescue operations (ASR);
- the requirements of regulatory legal acts on the procedure for the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in the system of the unified state system of warning and actions in emergency situations (RSChS) were studied;
- the order of use in the work of the UAV was investigated, for monitoring the situation and searching for objects;
- the calculation of the economic justification of the emergency response measures with the use of UAVs;
- Recommendations were developed on the procedure for the use of Russian-made UAVs in the ACS during emergency response.

The degree of implementation: initial and average.

Scope: unmanned aerial vehicles.

Economic efficiency / importance of work is high.

In the course of the work, the main methods of using unmanned aerial vehicles in various climatic zones and in various emergency situations were considered.

## Definitions

In this paper, the following terms are used with the corresponding definitions:

evacuation: it is a complex of measures for organized removal (withdrawal) of personnel from economic facilities who ceased their work in an emergency situation, as well as the rest of the population [14].

emergency situation: a situation in a certain area, developed as a result of an accident, a dangerous natural phenomenon, catastrophe, natural or other disaster that may or may have resulted in loss of life, damage to human health or the natural environment, significant material losses and violation of living conditions

## Introduction

The peculiarity of our country lies in the vast territory, low density of population of territories and high concentration of people in large cities, the presence of regions with constant natural emergencies (floods, earthquakes, forest fires, landslides and others). All of the above complicates the work of the Ministry of Emergency Situations and requires constant readiness and quick response from them.

Of particular danger are accidents at nuclear facilities and large chemical industries located in close proximity to human settlements. High risks caused by threats of man-made emergencies and disasters are associated with large depreciation and aging of the main production facilities.

At present, the structural units of the EMERCOM of Russia are undergoing re-equipment with technical means intended for the exploration of hard-to-reach and large-scale emergency situations of natural, man-made and terrorist nature. For these purposes, the territorial bodies of the Ministry of Emergency Situations conclude contracts with airlines or use aviation of regional centers. Using the capabilities of pilot aviation has its negative aspects, such as: financially inefficient due to the high cost, long response time (up to 6 hours), severe dependence on weather conditions, etc.

The relative limited human resources of the EMERCOM of Russia, the need to preserve the health and life of the rescuers themselves in the difficult conditions of large technological disasters with radioactive, chemical and biological objects, significant budgetary constraints make it necessary to find the most effective ways to improve the EMERCOM of Russia in preventing, detecting and localizing emergency situations their consequences.

One of the most effective solutions to the problem is the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) not only in the military sphere, but also during emergency prevention and response measures. Unmanned aerial vehicle - an airplane or helicopter operated by an operator using radio communication at a remote distance, or autonomously using a special flight program. Their capabilities largely depend on such a parameter as flight altitude. Today the limit is 20 km, and up to 30 km in perspective. At this altitude, an unmanned aircraft can compete with a satellite. Tracking on an area of about a million square kilometers everything that happens. UAVs can take over the tracking function, and perform in real time within the entire region.

The aim of the thesis is to develop guidelines for the use of unmanned aerial vehicles during the activities of intelligence, prevention and emergency response.

To achieve this goal it is necessary to perform the following tasks:

- To conduct a detailed review of the literature on the topic of WRC.
- To study the characteristics of the UAV and their possibilities for use in preventing and eliminating emergency situations.
- Determine the optimal organization of the management of UAV units during emergency response.
- Develop guidelines for the use of UAVs with conducting reconnaissance, prevention and emergency response activities.

According to the results of the work carried out, the results should be obtained in the form of recommendations for the effective use of this type of equipment.

At the moment, the main efforts to create new UAVs and modernize existing ones are concentrated in several directions:

- the creation of unified systems mating with automated control systems;
- development of basic systems with the prospect of increasing their capabilities, including the use of interchangeable target loads (exploration, search for survivors, search for a source of fire, determine the best evacuation route, etc.);

One of the most promising is the introduction of complexes with unmanned aircraft

Also in the TRS determines the classification, which may be adopted as follows:

- UAVs automatically controlled in flight;
- UAV controlled in flight by the operator from the control point;
- UAV with a combined control system in flight (a combination of automatic control and operator control from the control point).
- The main task of the Emergencies Ministry units is to save people.

This task is also successfully handled by UAVs equipped with special thermal imaging equipment that allows you to search for people, including those lost in the woods. The design of the UAV allows them to fly even on the most remote and hard-to-reach areas of the terrain.

With the help of remotely controlled UAVs (hereinafter referred to as UAVs), air monitoring of territories is carried out on the basis of forecasts of an increased probability of occurrence of emergencies or on signals from other independent sources. Monitoring is carried out by circling forests in fire-hazardous times. Statistics show that often the person himself is responsible for the fires, and in connection with this, monitoring of the urban recreation areas of citizens is carried out.

The unit of the UAV can be included in structure of forces and means on elimination of an emergency. At the same time, the tasks of the pilot of the UAV and the operator of its payload are put by the head of the rescue operation.

Unmanned aerial vehicles are also used to assess damage from an emergency in cases where it is necessary to do this promptly and accurately, as well as without risk to the health and life of ground rescue teams.

Analysis of the response of the authorities and forces to federal emergencies emphasized the relevance of the use of unmanned aerial vehicles in the interests of EMERCOM of Russia. In connection with which it was decided to create a unit of unmanned aerial vehicles.

Considering the experience of using unmanned aerial vehicles in the interests of the EMERCOM of Russia, the following generalizations can be made:

- the economic feasibility of using unmanned aerial vehicles due to ease of use, the ability to take off and landing on any chosen territory;
- operational headquarters receives reliable video and photographic information, which allows you to effectively manage the forces and means of localization and emergency response;
- the ability to transfer video and photo information in real time to the control points allows you to quickly influence the changing situation and make the right management decision;
- the possibility of manual and automatic use of unmanned aerial vehicles.

## Analysis The effectiveness of the use of UAVs in EMERCOM of Russia.

The problem of effective environmental monitoring, the search for various objects is relevant in a wide variety of areas of human activity, and often

its solution is complicated by the influence of various adverse factors, such as increased radiation or the presence of harmful substances in areas of man-made disasters. This is all the more relevant when solving problems of a natural, technogenic character, searching for victims of an emergency. In these cases, it becomes particularly effective to use unmanned aerial vehicles for these purposes.

Determination of their rational parameters in the course of general design requires the use of a special methodological apparatus, as well as criterion functions, which allow for the substantiated formation of tactical and technical requirements for the apparatus being created.

A search in emergency zones can be represented as a process unfolding in time, a sequence of actions in which can lead to different results. The task of the search theory in emergency zones is to develop methods for determining the best search plan, which provides a set of possible alternatives from a variety of possible alternatives that will lead to the detection of emergencies with minimal time and cost.

Timely and reliable detection of an emergency depends on many factors, the main of which are the following:

- search method (flight route, flight profile, sequence of viewing terrain or space, etc.);
- equipment used for the detection of emergencies, etc.;
- the nature of the emergency;
- weather;
- terrain.

However, the detection of emergencies is also influenced by a number of random factors, as a result of which it is impossible to pretend in advance that the emergencies will or will not be detected under these conditions and the search methods. In other words, the detection of an emergency when searching for it is a random event, and therefore, characterizing the possibility of detecting an emergency and, consequently, the effectiveness of its search, it is necessary to use the appropriate methods of probability theory.

The main criterion for the effectiveness of the air search system is relative efficiency.

Simulation modeling, due to the rapid development of computing equipment and software products, becomes very important in studying the use of robotics in the MES. To analyze the effectiveness of the use of UAVs, multi-level mathematical models are used, allowing to obtain the maximum amount of information. Direct tests of UAVs in conditions close to actual use provide reliable information, but not enough to conduct a comprehensive analysis.

At the stage of setting the task, the operational-tactical situation is specified with the indication of the conditions for performing the task by the aerial reconnaissance complex and the requirements for the UAV and the complex as a whole are formed. Based on the data obtained, aerial reconnaissance complex is selected: with a low-speed UAV of various flight durations, with a high-speed UAV, etc. After that, the development of the operational-tactical situation in the process of which changes is carried out: weather conditions, mobile reconnaissance objects (mobile complexes, mobile groups, and rescue equipment) carry out their movement at predetermined lines, fixed objects (immobile complexes, points, false accidents, and t.p) can change their state (from active to inactive and vice versa).

With the help of the information exchange model, the formation of a temporary information network of data transmission to intelligence consumers is carried out. Thus, in the process of modeling, a virtual environment is recreated in which the aerial reconnaissance complex should perform its functions.

Measure the compliance of the air reconnaissance complex under investigation with the tasks assigned to it is a system of indicators and criteria. They are usually used to judge the feasibility of using the selected aerial reconnaissance complex, search methods that are rational in a particular situation, etc.

Before using reconnaissance equipment, it is necessary to evaluate the possibility of its use, for this it is necessary to determine the probability of detecting an emergency and the effectiveness of using this equipment.

The probability of detection of emergencies by intelligence agencies is determined by the formula:

$$P = \frac{2R \cdot V \cdot t}{S} \text{ at } 2R \cdot V \cdot t \leq S \quad (1)$$

where P is the probability of detecting an emergency;

R –actual range of reliable observation, km;

V –search speed, km / h;

T –search duration, h;

S –area of search area, km<sup>2</sup>.

An example of calculating the probability of detecting an emergency without the use of a UAV.

Determine the probability of detecting an emergency in 8 hours, an area of which is 250 km<sup>2</sup>, if the search speed is 4 km / h:

$$P = \frac{2 \cdot 1,3 \cdot 4 \cdot 8}{250} = 0,3$$

An example of calculating the probability of detection of emergencies for more detailed exploration of the area.

Determine the probability of detecting an emergency for 1 hour, an area of 6 km<sup>2</sup> with a reliable observation range of 0.7 km, if the search speed is 3 km / h:

$$P = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 3 \cdot 1}{4} = 0,7,$$

An example of calculating the probability of detection of emergencies with the use of aircraft-type UAV

Determine the probability of detecting emergencies in 4 hours, the area of which is 250 km<sup>2</sup>, if the search speed using the UAV increases by 60 km / h with a valid reliable observation range of 0.5 km. Since the search speed has increased, the time for detecting an emergency is halved:

$$P = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 60 \cdot 4}{250} = 0,9,$$

The use of aircraft-type UAVs increases the probability of detecting emergencies by 0.6, but one should not forget that weather conditions also affect reconnaissance.

An example of calculating the probability of detection of emergencies with the use of aircraft-type UAVs for more detailed exploration

Determine the probability of detecting emergencies in 0.2 hours, the area of which is 5 km<sup>2</sup>, if the search speed using the UAV increases by 60 km / h with a valid reliable observation range of 0.2 km.

$$P = \frac{2 \cdot 0.2 \cdot 60 \cdot 0.2}{5} = 0.9,$$

The use of a helicopter-type UAV is not advisable to use for reconnaissance where the search area will be 250 km<sup>2</sup>, since the tactical and technical characteristics of vertical take-off and landing aircraft do not allow it to be used for such tasks. If you reduce the search area for more detailed reconnaissance of the area or use it for observation, then the UAV of vertical takeoff and landing is more appropriate to use.

An example of calculating the probability of detecting an emergency using a helicopter-type UAV:

Determine the probability of detecting emergencies in 0.2 hours in a hilly area, the area of which is 2 km<sup>2</sup> with a valid reliable observation range of 0.2 km, if the search speed with the calculation of the UAV increases by 25 km / h.

$$P = \frac{2 \cdot 0.2 \cdot 25 \cdot 0.2}{4} = 0.5,$$

Based on the formula for determining the probability of detecting an emergency, it is possible to calculate the efficiency of performing tasks using the UAV.

The initial data for the calculations are information on the number of available funds, a given degree of accomplishment of the task, data on the effectiveness of the means used, which are expressed by the probability of performing the tasks or the average value of the damage caused (a single means is also a set of tools combined into a single whole). Such data, for example, is

the probability of finding an emergency situation, the reliability of the communication channel, the probability of uninterrupted operation of a crossing through a water barrier during a certain period of time, etc. These data can be obtained on the basis of the results of exercises, from statistical data and tactical and technical characteristics.

Calculations of the degree of accomplishment of a task by a given amount of funds, expressed in terms of the probability of completing the tasks, are represented by the formula:

$$P_n = 1 - (1 - P_1)^n, \quad (2)$$

Where  $P_n$ —probability of completing a task by a group of similar means;

$P_1$  —probability of completing a task with one tool;

$n$ — amount of funds available.

An example of calculating the probability of detecting an emergency when using two means of intelligence:

Determine the probability of detecting an emergency when sharing two reconnaissance assets, if their effectiveness, expressed by the probability of detecting an enemy object, is equal to:

$$P_1 = 0,3; P_2 = 0,9,$$

Decision:

$$P_n = 1 - (1 - 0,3)(1 - 0,9) = 0,93,$$

$$P_1 = 0,7; P_2 = 0,9,$$

Decision:

$$P_n = 1 - (1 - 0,7)(1 - 0,9) = 0,97,$$

$$P_1 = 0,3; P_2 = 0,5,$$

Decision:

$$P_n = 1 - (1 - 0,3)(1 - 0,5) = 0,7,$$

In these examples, the probability of detecting emergencies with two specified intelligence means is higher than the probability of completing the task without the assigned funds, and it can be seen that the probability of completing the task increases as the number of funds increases, but not in direct proportion to the amount of funds raised.

Thus, the calculations made allow us to estimate the effectiveness of using four homogeneous intelligence tools for detecting emergency situations in a given area, if the probability of detection by one tool is 0.5 (50%).

Monogrammed

the probability of detecting an emergency by four means will be close to one (0.94).

For a simpler calculation of the probability of detecting an emergency, the commander of the intelligence agency at the preparatory stage for completing the task may need only a computer and Microsoft Excel to more quickly and efficiently calculate the probability of detecting an emergency and assess the effectiveness of the application .

An example of calculating the probability of detecting an emergency using a PC:

Determine the probability of detecting an emergency in 8 hours, an area of which is 250 km<sup>2</sup>, if the search speed is 4 km / h.

$$P = \frac{2 \cdot 1,3 \cdot 4 \cdot 8}{250} = 0,3,$$

An the same way, it is possible to calculate the degree of completion of a search task, given by the amount of funds:

An example of calculating the probability of detecting an emergency when sharing two intelligence tools, if their effectiveness, expressed by the probability of detecting an emergency, is:

$$P_1 = 0,3; P_2 = 0,9,$$

Decision:

$$P_{..} = 1 - (1 - 0.3)(1 - 0.9) = 0.93,$$

Thus, assessing the effectiveness of the use of unmanned aerial vehicles, we can conclude that when they are used, the efficiency of aerial

reconnaissance tasks performed, as well as the likelihood of finding an emergency, increases as the amount of funds increases, but not in direct proportion to the amount of funds raised. The most effective use of "drones" as a vertical take-off and landing, and the aircraft type, but everything will depend on the task and the technical characteristics of the means used. And for a more accurate and faster calculation of the effectiveness of the use of certain types of aircraft, you can use the calculations in Microsoft Excel.

The proposed technique can also be used to calculate a wide range of direct and inverse problems associated with the use of various forces and means.

## List of sources used

1. Babat G.I., Nikola Tesla, magazine "Slavs", 1956, №7
2. Questions of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters: Decree of the President of Ros. Federation of July 11, 2004 №
3. Access from the informational-legal portal "Garant".
4. Aviation: Encyclopedia / Ch. ed. G.P. Svishchev. - M.: Great Russian Encyclopedia, 1994. - p. 108. - 736 p.
5. MES [Electronic resource]. - Access mode. - URL:<http://www.mchs.gov.ru>