

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



Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Применение беспилотных летательных аппаратов российского производства при проведении аварийно-спасательных работ в военное и мирное время

УДК 614.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-17Г11	Белодедов Вадим Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель каф. БЖДЭиФВ	Родионов П.В.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭиАСУ	Нестерук Д.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер каф. БЖДЭиФВ	Романенко В.О.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
направления 280700 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
	Универсальные компетенции
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

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



Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой БЖДЭиФВ
_____ С.А. Солодский
«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г11	Белодедову Вадиму Сергеевичу

Тема работы:

Применение беспилотных летательных аппаратов российского производства при проведении аварийно-спасательных работ в военное и мирное время	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 26/с

Срок сдачи студентами выполненной работы:	14.06.2016 г.
---	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования – организация применения беспилотных летательных аппаратов войсковой части при ликвидации ЧС.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 Аналитический обзор по литературным источникам актуальности мероприятий по ликвидации ЧС с применением БПЛА. 2 Изучение требований нормативно-правовых актов по порядку применения БПЛА в системе РСЧС. 3. Исследование порядка использования в

	работе БПЛА в войсковой части для мероприятий мониторинга обстановки и поиска объектов. 4 Разработка рекомендаций по порядку применения БПЛА российского производства в АСР при ликвидации ЧС. 5 Расчет экономического обоснования проводимых мероприятий по защите от ЧС с применением БПЛА.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Романенко Василий Олегович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель каф. БЖДЭиФВ	Родионов П.В.			10.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-17Г11	Белодедов Вадим Сергеевич		10.02.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 68 страниц, 17 рисунков, 2 таблицы, 50 источников.

Ключевые слова: ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ, БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ, РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС, ОБНАРУЖЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ, МОНИТОРИНГ, ПОИСК И СПАСЕНИЕ ПОСТРАДАВШИХ, ЛИКВИДАЦИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ.

Объектом исследования являются беспилотные летательные аппараты войсковой части российского производства, применяемые при проведении аварийно-спасательных работ в военное и мирное время.

Цель дипломной работы – разработка методических указаний по порядку применению беспилотных летательных аппаратов при проведении мероприятий предупреждения и ликвидации при чрезвычайных обстоятельствах (ЧС).

В результате исследования выполнены следующие мероприятия:

- анализ существующих беспилотных летательных аппаратов российского производства и их применение при проведении аварийно-спасательных работ (АСР) в военное и мирное время;
- изучены требования нормативно-правовых актов по порядку применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в системе единой государственной системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях (РСЧС);
- исследован порядок использования в работе БПЛА в войсковой части для мероприятий мониторинга обстановки и поиска объектов;
- проведен расчет экономического обоснования проводимых мероприятий по защите от ЧС с применением БПЛА;
- разработаны рекомендации по порядку применения БПЛА российского производства в АСР при ликвидации ЧС.

Степень внедрения: начальная и средняя.

Область применения: беспилотные летательные аппараты.

Экономическая эффективность/значимость работы высокая.

В процессе работы были рассмотрены основные способы применения беспилотных летательных аппаратов в различных климатических зонах и при различных чрезвычайных ситуациях в военное и мирное время.

The abstract

Graduation qualifying work contains 60 pages, picture 4, 2 tables, 8 diagrams, 4 photos, 16 sources.

Keywords: EMERGENCY, UNMANNED AERIAL VEHICLES, ROBOTIC SYSTEMS, DETECT EMERGENCY, MONITORING, SEARCH AND RESCUE, EMERGENCY MANAGEMENT.

The object of the study are drones of the military unit of Russian production, used during the rescue in wartime and peacetime.

The aim of the thesis - to develop guidelines in order of use of UAVs in conducting prevention activities and response in an emergency (emergency).

The study made the following event:

- Analysis of the existing unmanned aerial vehicles of Russian production and use of conducting rescue operations (ACP) in war and peace;
- Studied the requirements of normative-legal acts in order of use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in the system of a unified state system of prevention and action in emergency situations (RSE);
- Investigated how to use the UAV in military unit for monitoring the activities of the situation and search facilities;
- Calculated the economic feasibility of the activities for protection from disaster using the UAV;
- Recommendations on the procedure for applying the Russian UAV production in ACP at liquidation of emergency situations.

Degree of implementation: primary and secondary.

Scope: drones.

Cost-effectiveness / value of the work is high.

In the process, it was considered the main ways to use UAVs in different climatic zones and different emergency situations in wartime and peacetime.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

эвакуация: это комплекс мероприятий, по организованному вывозу (выводу) из городов персонала объектов экономики, прекративших свою работу в условиях чрезвычайной ситуации, а также остального населения [14].

чрезвычайная ситуация: обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

военные действия: организованное применение (действие) вооруженных сил (ВС) государства для выполнения поставленных перед ними задач (то есть ведение войны на стратегическом уровне), то есть столкновение вооружённых сил противоборствующих государств (коалиций государств).

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;

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;
РСЧС – Единая государственная система предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях;
СОИ – средства отображения информации;
СУАК – система управления авиационным комплексом;
ХОВ – химически-опасные вещества;
ХОО – химически опасный объект;
ЦПУ – центральный процессорный узел.

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-З

«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

Содержание

Введение	16
1 Обзор литературы	18
2 Объект и методы исследования	26
2.1 Подразделение беспилотного авиационного комплекса (БАК)	26
2.2 Должностные обязанности	27
2.3 Применение БПЛА	28
2.4 Типы БПЛА по принципу полета	31
2.4.1 БПЛА самолетного типа	31
2.4.2 БПЛА с гибким крылом	32
2.4.3 БПЛА вертолетного типа	32
2.4.4 БПЛА с машущим крылом	33
2.4.5 БПЛА аэростатического типа	33
2.5 Классификация БПЛА принятая в России	34
2.6 Применяемые БПЛА	35
2.7 Беспилотные авиационные системы и комплексы	40
2.8 Планирование действий БАК	42
2.9 Управление БАК	43
3 Расчеты и аналитика	44
3.1 Пример применения БПЛА	44
3.2 Упрощенная классификация оборудования БЛА по требованиям к вероятности безотказной работы	46
3.3 Требования к комплексу БПЛА	48
3.4 Требование к составу и оснащению команд операторов.	49
3.5 Описание процедуры выполнения задачи, включая необходимые процедуры по согласованию использования БПЛА в воздушном пространстве.	50
3.6 Результаты проведения разведки БПЛА.	54

4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	55
5	Социальная ответственность	56
	Заключение	58
	Список использованных источников	59

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) не только в военной сфере, но и 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 20 км, а в перспективе и до 30 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.

Целью дипломной работы является разработка методических указаний по применению беспилотных летательных аппаратов при проведении мероприятий предупреждения и ликвидации ЧС.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Провести детальный обзор литературных источников по теме ВКР.
2. Изучить характеристики БПЛА и их возможности по применению при предупреждении и ликвидации ЧС.
3. Определить оптимальную организацию управления подразделениями БПЛА при ликвидации ЧС.
4. Разработать методические указания по применению БПЛА при проведении мероприятий предупреждения и ликвидации ЧС.

По результатам проведенных работ должны быть получены результаты в виде рекомендации по эффективному применению данным видом техники.

1. Обзор литературы

Начиная изучать данную тему, рассмотрим истоки зарождения и развития беспилотных летательных аппаратов.

В 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 мишенями 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. [3]

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

этом году, инженерами Великобритании был разработан первый БПЛА. Проект получил название DH.82B Queen Bee, данный аппарат был первым беспилотным и к тому же многоразового 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.82B Queen Bee служил ВВС ее Величества с 1934 года по 1943. [5]

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 100 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. [6]

В 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. [7]

Поскольку БПЛА в первую очередь разрабатывались для военных нужд, а военный бюджет США является одним из самых больших, то на данный момент ведущим лидером в разработке и применении БПЛА считается именно США. Для сравнения в 2012 году БПЛА, состоявшие на вооружении ВВС США, составили 7494 штук, в то время как пилотируемых аппаратов насчитывается почти 11 тысяч.

Комплексы БПЛА разрабатываются нескольких основных разведки тактического, оперативно-тактического и стратегического уровней. Были созданы и успешно эксплуатировались комплексы беспилотных самолетов-мишеней Ла-17 и его модификации, БЛА – разведчики Ту-121 «Ястреб», Ту-141 «Стриж», Ту-143 «Рейс» и его модификациями и др. [6]

История показывает, что основное развитие научной и технической базы происходит в военных отраслях, а в дальнейшем наработки применяются и в гражданской области. Несмотря на развитие БПЛА в военной сфере, нельзя забывать и о гражданском применении данных аппаратов. Подобных аппаратов с каждым годом появляется все больше и больше. БПЛА, разработанные частными компаниями являются более развитыми в технологическом плане за счет своей узкой специализации и малых объемов производства. Заказы от государственных организаций таких как МЧС и МВД, предъявляют конкретные требования к беспилотным летательным аппаратам, что позволяет инженерам производителей более оперативно реагировать на изменение рынка потребителей.

История развития гражданских БПЛА насчитывает гораздо меньше времени в отличие от своих военных предков, ведь первые гражданские БПЛА появились лишь в 2000 году и существенно отличались от своих предшественников, не смотря на позднее начало развития имея опыт военных наработок, темпы развития БПЛА в гражданской сфере впечатляют. Уже сейчас в США законодатели серьезно обеспокоены появлением большого количества малых летательных дронов, на данный момент достаточно много появляется

стартапов, предлагающих производить не только крупные беспилотные самолеты, но и небольшие управляемые летательные аппараты для быта.

В последнее время много говорят об автоматизации о машинах без водителей, дистанционном управлении аватарами и подобных вещах. Так, например, глава Amazon Джефф Безос, крупнейшего онлайн магазина, пообещал своим пользователям купивших у них товар, доставлять инновационным способом, а именно, если покупатель находится на расстоянии не более 15 км от складов компании, то в течении пол часа к нему на порог приземлится БПЛА с посылкой. Обещание звучит фантастически, но уже частично воплощено в жизнь и БПЛА проходят испытания. Правда имеется ряд ограничений и сложностей, помимо ранее сказанного ограничения расстояния от склада, имеется ограничение на вес посылки, которая не должна превышать 2 кг (аналитики Amazon, утверждают, что более 80% заказов весят меньше 2 кг). Помимо ограничений имеются и трудности, например, БПЛА могут сбить и украсть посылку, по мимо всего прочего законодательная база еще не совершенна и требует доработки в правовой сфере данного вопроса.

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].

Также в ИВП определяет классификацию, которую возможно принять следующим образом:

- автоматически управляемые в полете БПЛА;
- БПЛА управляемые в полете оператором с пункта управления;
- БПЛА с комбинированной системой управления в полете (сочетание автоматического управления и управления оператором с пункта управления).

После вступления ИВП в силу, дает возможность применения БПЛА при нормативном правовом регулировании других сфер деятельности, где рассматривается использование БПЛА для решения отраслевых и гражданских задач.

В нашей стране имеются производители БПЛА, в частности подразделения МЧС России оснащаются в достаточно большом объёме БПЛА компании ZALA [9]. 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 [11].

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 421-16Е были получены ценные видео- и фото материалы высокого разрешения. БПЛА были использованы также для оперативной разведки местности и поиска разлетевшихся боеприпасов [12].

В июне 2011 г. в Красноярском крае при локализации лесных пожаров с помощью БПЛА была проведена разведка лесопожарной обстановки в радиусе 50 км от г. Кодинска. Данные были занесены на карту местности, что позволило скоординировать действия наземной и воздушной группировки, сосредоточенной в районе. Также был организован ночной мониторинг по выявлению с помощью БПЛА термоточек в инфракрасном диапазоне с фиксацией координат и последующим нанесением на карту местности [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.

Рассматривая опыт применения беспилотных летательных аппаратов в интересах МЧС России, можно сделать следующие обобщения:

- экономическая целесообразность применения беспилотных летательных аппаратов обусловлена простотой использования, возможностью взлета и посадки на любой выбранной территории;
- оперативный штаб получает достоверную видео- и фотоинформацию, что позволяет эффективно управлять силами и средствами локализации и ликвидации ЧС;
- возможность передачи видео и фотоинформации в реальном масштабе времени на пункты управления позволяет оперативно влиять на изменение ситуации и принимать правильное управленческое решение;
- возможность ручного и автоматического использования беспилотных летательных аппаратов.

В соответствии с Положением «О Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» МЧС России осуществляет на федеральном уровне управление Единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [2]. Эффективность работы такой системы во многом определяется уровнем ее технической оснащенности и правильной организацией взаимодействия всех входящих в нее элементов.

2. Объект и методы исследования

2.1 Подразделение беспилотного авиационного комплекса (БАК)

В качестве примера рассмотрим подразделение БПЛА, расположенное в войсковой части.

Основной задачей подразделения является разведка и точное на ведение на цель высокоточного орудия и артиллерии. В мирное время при ЧС, подразделение привлекается для аварийно-спасательных работ.

Состав роты:

Командир роты

Старшина роты

Старший техник роты

Метеоролог-радиотелефонист

Расчет БПЛА 1 типа – 3шт.

Начальник расчета

Техник-радиотелефонист

Старший оператор

Старший оператор

Оператор

Оператор

Водитель-электрик

Расчет БПЛА 2 типа – 2шт.

Начальник расчета

Техник-радиотелефонист

Старший оператор

Старший оператор

Оператор

Оператор

Водитель-электрик

Взвод ближнего действия

Командир взвода

Отделение БПЛА 3 типа

Старший оператор

Старший оператор

Старший оператор

Старший оператор

Оператор

Оператор

Оператор

Оператор

Водитель

Отделение БПЛА 4 типа

Старший оператор

Старший оператор

Старший оператор

Старший оператор

Оператор

Оператор

Оператор

Оператор

Водитель

2.2 Должностные обязанности

Командир роты - организатор полетов. При запуске двух и более бортов, является и руководителем полетов.

Метеоролог-радиотелефонист - производит разведку погоды, готовит метеобюлеть руководителю полетов. Ведет метеонаблюдение во время полетов.

Начальник расчета - организатор полетов в расчете. Подготовка пуска, во время полетов и посадка бортов. Ведет документацию.

Техник-радиотелефонист - готовит борта к пуску, производит укладку буфера и парашюта. Готовит топливную смесь и производит заправку борта. Производит сборку пусковой установки и бортов. Перед пуском, совместно со старшим оператором проводит сервисные проверки борта. При посадке встречает борт. Проводит техническое обслуживание.

Старший оператор - управляет бортом.

Оператор - управляет полезной нагрузкой.

Водитель-электрик – водитель транспортного средства доставки. Перед запуском борта производит запуск дизельгенератора, для электрообеспечения комплекса БПЛА и контролирует бесперебойную его работу. Проводит его техническое обслуживание.

2.3 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:

- осуществляют полеты при различных погодных условиях, сложных помехах (порыв ветра, восходящий или нисходящий воздушный поток,

попадание БПЛА в воздушную яму, при среднем и сильном тумане, сильном ливне);

- 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 ДПЛА, 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 видеомagneитофон и обработать после возвращения ДПЛА.

2.4 Типы БПЛА по принципу полета

По принципу полета все БПЛА можно разделить на 5 групп (первые 4 группы относятся к аппаратам аэродинамического типа):

- 1) БПЛА с жестким крылом (БПЛА самолетного типа);
- 2) БПЛА с гибким крылом;
- 3) БПЛА с вращающимся крылом (БПЛА вертолетного типа);
- 4) БПЛА с машущим крылом;
- 5) БПЛА аэростатического типа.

Кроме БПЛА перечисленных пяти групп существуют также различные гибридные подклассы аппаратов, которые по их принципу полета трудно однозначно отнести к какой-либо из перечисленных групп. Особенно много таких БПЛА, которые совмещают качества аппаратов самолетного и вертолетного типов.

2.4.1 БПЛА самолетного типа

Этот тип аппаратов известен также как БПЛА с жестким крылом. Подъемная сила данных аппаратов создается аэродинамическим способом за счет напора воздуха, набегающего на неподвижное крыло. Аппараты такого типа, как правило, отличаются большой длительностью полета, большой максимальной высотой полета и высокой скоростью.

Существует большое разнообразие подтипов БПЛА самолетного типа, различающихся по форме крыла и фюзеляжа. Практически все схемы компоновки самолета и типы фюзеляжей, которые встречаются в пилотируемой авиации [13], применимы и в беспилотной.

2.4.2 БПЛА с гибким крылом

Это дешевые и экономичные летательные аппараты аэродинамического типа, в которых в качестве несущего крыла используется не жесткая, а гибкая (мягкая) конструкция, выполненная из ткани, эластичного полимерного материала или упругого композитного материала, обладающего свойством обратимой деформации.

В этом классе БПЛА можно выделить беспилотные моторизованные парaplаны, дельтапланы и БПЛА с упруго деформируемым крылом.

Беспилотный моторизованный парaplан – аппарат на основе управляемого парашюта-крыла, снабжённый мототележкой с воздушным винтом для автономного разбега и самостоятельного полёта. Крыло обычно имеет форму прямоугольника или эллипса. Крыло может быть мягким, иметь жесткий или надувной каркас. Недостатком беспилотных моторизованных парaplанов является трудность управления ими, так как навигационные датчики не имеют жесткой связи с крылом. Ограничение на их применение оказывает также очевидная зависимость от погодных условий.

2.4.3 БПЛА вертолетного типа

Этот тип аппаратов известен также как БПЛА с вращающимся крылом. Часто их называют также – БПЛА с вертикальным взлетом и посадкой. Последнее не совсем корректно, так как в общем случае вертикальный взлет и посадку могут иметь и БПЛА с неподвижным.

Подъемная сила у аппаратов этого типа также создается аэродинамически, но не за счет крыльев, а за счет вращающихся лопастей несущего винта (винтов). Крылья либо отсутствуют вовсе, либо играют вспомогательную роль. Очевидными преимуществами БПЛА вертолетного типа являются способность зависания в точке и высокая маневренность, поэтому их часто используют в качестве воздушных роботов.

2.4.4 БПЛА с машущим крылом

БПЛА с машущим крылом основаны на бионическом принципе – копировании движений, создаваемых в полете летающими живыми объектами – птицами и насекомыми.

Хотя в этом классе БПЛА пока нет серийно выпускаемых аппаратов и практического применения они пока не имеют, во всем мире проводятся интенсивные исследования в этой области. В последние годы появилось большое количество разных интересных концептов малых БПЛА с машущим крылом.

Главные преимущества, которые имеют птицы и летающие насекомые перед существующими типами летательных аппаратов – это их энергоэффективность и маневренность.

Аппараты, основанные на имитации движений птиц, получили название орнитоптеров, а аппараты, в которых копируются движения летающих насекомых – энтомоптерами.

2.4.5 БПЛА аэростатического типа

БПЛА аэростатического типа – это особый класс БПЛА, в котором подъемная сила создается преимущественно за счет архимедовой силы, действующей на баллон, заполненный легким газом (как правило, гелием). Этот класс представлен, в основном, беспилотными дирижаблями.

Дирижабль – Л А легче воздуха, представляющий собой комбинацию аэростата с двигателем (обычно это винт (пропеллер, импеллер) с электрическим двигателем или ДВС) и системы управления ориентацией.

По конструкции дирижабли подразделяются на три основных типа: мягкий, полужёсткий и жёсткий.

В дирижаблях мягкого и полужёсткого типа оболочка для несущего газа мягкая, которая приобретает требуемую форму только после закачки в неё несущего газа под определённым давлением. В дирижаблях мягкого типа неизменяемость внешней формы достигается избыточным давлением несущего газа, постоянно поддерживаемым баллонетами – мягкими ёмкостями, расположенными внутри оболочки, в которые нагнетается воздух. Баллонеты, кроме того, служат для регулирования подъемной силы и управления углом тангажа (дифференцированная откачка/закачка воздуха в баллонеты приводит к изменению центра тяжести аппарата).

Дирижабли полужёсткого типа отличаются наличием в нижней части оболочки жесткой (в большинстве случаев на всю длину оболочки) фермы. В жёстких дирижаблях неизменяемость внешней формы обеспечивается жестким каркасом, обтянутым тканью, а газ находится внутри жёсткого каркаса в баллонах из газонепроницаемой материи. Жесткие дирижабли в беспилотном исполнении пока практически не применяются.

2.5 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:

Микро - и мини - БПЛА ближнего радиуса действия – взлётная масса до 5 кг, дальность действия до 25-40 км;

Лёгкие БПЛА малого радиуса действия – взлётная масса 5 - 50 кг, дальность действия 10 - 70 км;

Лёгкие БПЛА среднего радиуса действия – взлётная масса 50 - 100 кг, дальность действия 70 - 150 (250) км;

Средние БПЛА – взлётная масса 100 - 300 кг, дальность действия 150 - 1000 км;

Средне - тяжёлые БПЛА – взлётная масса 300 - 500 кг, дальность действия 70 - 300 км;

Тяжёлые БПЛА среднего радиуса действия – взлётная масса более 500 кг, дальность действия 70 - 300 км;

Тяжёлые БПЛА большой продолжительности полёта – взлётная масса более 1500 кг, дальность действия около 1500 км;

Беспилотные боевые самолёты – взлётная масса более 500 кг, дальностью около 1500 км.

2.6 Применяемые БПЛА

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. 1.) 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 C-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 1– БПЛА ZALA 421-16E

БПЛА ZALA 421-08M (рис. 2.) выполнен по схеме «летающее крыло» – это беспилотный самолет тактической дальности с автопилотом, имеет подобный набор функций и модулей, что и ZALA 421-16E.

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

БПЛА ZALA 421-08M 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.

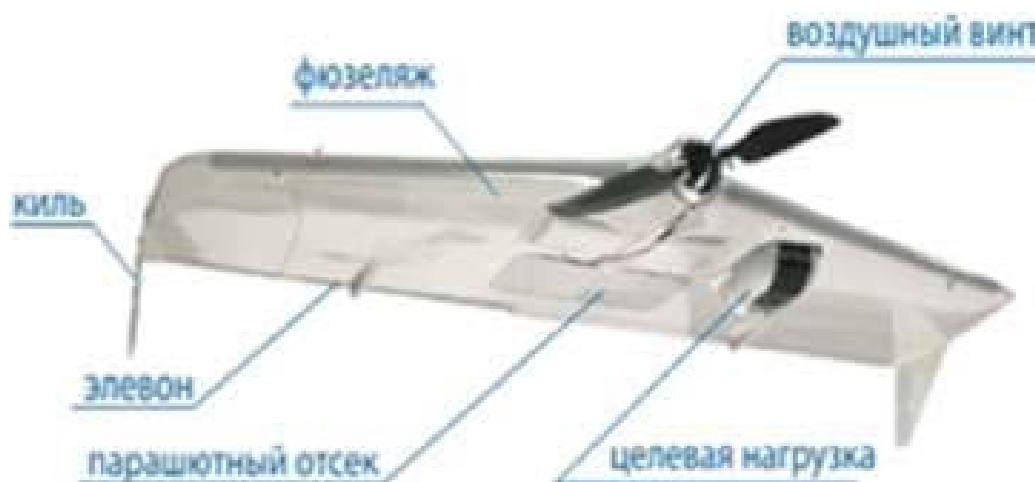


Рисунок 2– БПЛА ZALA 421-08М

БПЛА ZALA 421-22 – это беспилотный вертолет с восемью несущими винтами, средней дальности действия, со встроенной системой автопилота (рис. 3).

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.



Рисунок 3– БПЛА ZALA 421-22

Все характеристики перечисленных выше БПЛА представлены в таблице 1.

Таблица №1 – Характеристики БПЛА

БПЛА	ZALA 421-16E	ZALA 421-16EM	ZALA 421-08M	ZALA 421-08Ф	ZALA 421-16	ZALA 421-04M
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	1020	900	425	-	-	635
Скорость, км/ч	65-110	65-110	65-130	65-120	130-200	65-100
Максимальная высота полета, м	3600	3600	3600	3000	3000	-
Масса целевой нагрузки, кг(г)	До 1,5	До 1	(300)	(300)	-	До 1

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 БЛА вертолетного типа.

Отдельно стоит остановиться на информационно-аналитическом обеспечении комплекса БЛА. Данный комплекс реализует как функции управления БЛА, так и функции получения, обработки, передачи и защиты информации от несанкционированного доступа. Важно заметить, что применение в данном случае стандартных сетевых технологий позволяет, удаленно, с любой точки мира используя интернет-технологии управлять БЛА, получать и обрабатывать информацию с БЛА и размещенных с его помощью информационных датчиков. Данный подход безусловно очень перспективен, поскольку позволяет использовать весь спектр специализированного программного обеспечения в управляющих и аналитических целях в режиме реального времени.

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.

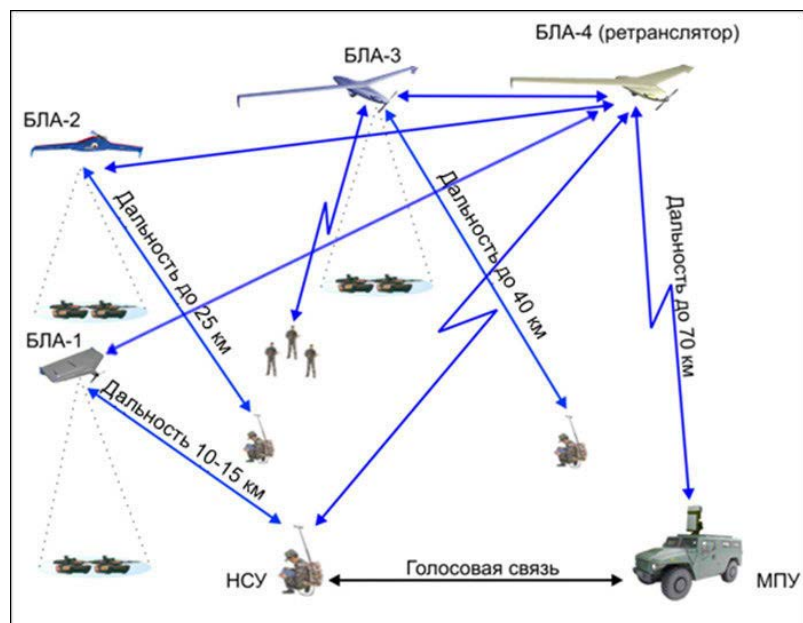


Рисунок 4– Схема управления БЛА с использованием ретрансляторов.
Упрощенная схема управления БПЛА, представлена на Рис 1.

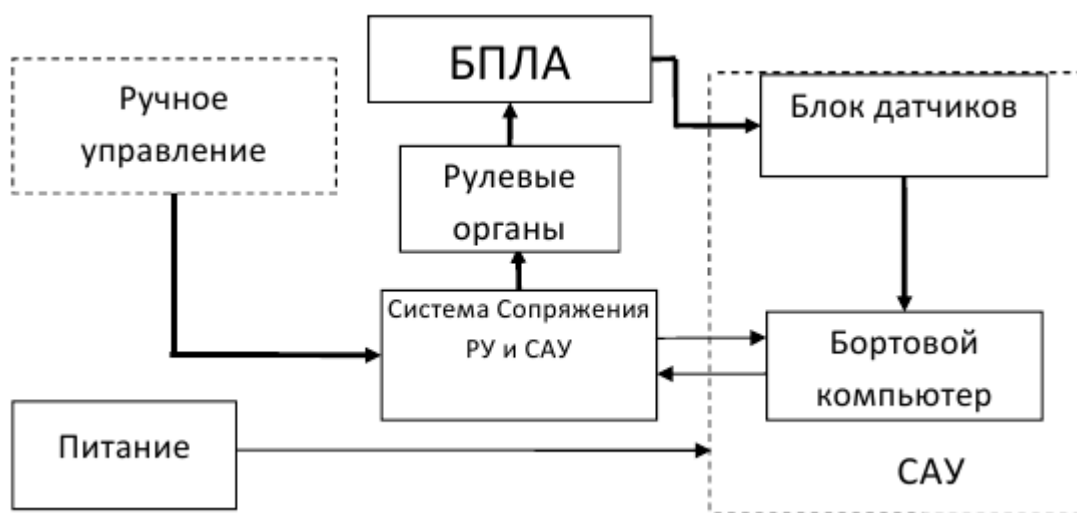


Рисунок 5– Система управления БПЛА.

2.7 Беспилотные авиационные системы и комплексы

Необходимо различать понятия беспилотной авиационной системы (БАС) и беспилотного авиационного комплекса (БАК). Разница между ними заключается в том, что БАС является более широким понятием. БАК – это только совокупность материально-технических средств, необходимых для выполнения определенных функций. БАК включает один или несколько

беспилотных ЛА, управляющее, транспортное оборудование, технические устройства, формирующие каналы связи и передачи информации, устройства обработки информации и др [15].

Беспилотная авиационная система (БАС) включает в себя не только авиационный комплекс, но и дополнительные компоненты, формирующие связи различного вида между его элементами (схема. 2). Прежде всего это технический персонал и необходимое программное обеспечение (ПО). Еще один важный элемент БАС – средства интеграции с другими системами, позволяющие объединять несколько БАК в систему с единым управлением. Также в систему следует включить совокупность необходимой технической и регламентирующей документации [16].

Как правило, БАК поставляется с предприятия-изготовителя заказчику в виде законченного комплекса, полностью готового к применению. Но при необходимости этот комплекс может расширяться и интегрироваться в другие системы за счет дополнительных аппаратных и программных средств. Например, в состав поставляемого тактического БАК могут входить: БПЛА, специальный тягач с установленной на нем стартовой катапультной, мобильный командный пункт, выносимые антенно-фидерные устройства, включая ретрансляторы сигналов. Но этот комплекс может использовать не входящие в него: спутниковую систему глобального позиционирования, вспомогательный транспорт для перевозки людей и материальных ресурсов, ангары для хранения техники, инфраструктуру аэродромов включая радиолокационные средства и т.д. (рис.6).



Рисунок 6 – Обобщенная структура БАС.

2.8 Планирование действий БАС

Хотя полезная нагрузка современных БПЛА может иметь самое разнообразное назначение, основной задачей при управлении функционированием БАС является планирование траекторий полета и пилотирование БПЛА по этим траекториям. С учетом того, что БАС имеет в своем составе, как правило, не один, а два и более БПЛА, а многие небольшие комплексы (включая пункты управления) мобильны, то возникает задача планирования действий нескольких подвижных компонентов.

Задачи первого типа в настоящее время хорошо проработаны, существует большое количество систем автоматического управления,

управляющих как подсистемами, так и целыми БПЛА в программных и командных режимах. Ко второму типу относятся принципиально иные задачи, и в первую очередь, задача планирования групповых действий мобильных объектов, суть которой заключается в определении действий каждого объекта в составе группы для достижения поставленной перед БАК цели.

Один из подходов к решению такой задачи – представить весь комплекс как единый объект управления. В этом случае каждый компонент должен постоянно передавать в центральный процессорный узел (ЦПУ) информацию о своем текущем состоянии и текущем состоянии окружающей его среды. На основе этой информации ЦПУ определяет текущие действия компонентов и передает команды на выполнение этих действий на их исполнительные системы.

Такой метод реализуется в настоящее время в глобальных станциях управления. Постоянная связь между всеми компонентами осуществляется через глобальные спутниковые системы. Координаты всех управляемых БПЛА (оснащенных аппаратурой спутниковой связи) непрерывно отслеживаются, а командные сигналы управляющей платформы транслируются на них. Таким образом, созвездие спутников выступает в роли двустороннего канала связи между управляющим и управляемыми компонентами.

2.9 Управление БАК

Всю систему автоматического управления авиационным комплексом (АК) можно представить в виде иерархической структуры, показанной на схеме 3. Здесь стрелками показаны сигналы: управляющие (сверху вниз) и информационные (снизу-вверх). На схеме показаны три уровня автоматического управления АК и модели, используемые при формировании управляющих воздействий, а также верхний уровень управления, всю работу на котором выполняет человек-оператор. Следует отметить, что оператор, как

правило, имеет возможность управлять любым из низлежащих уровней, задавая:

- текущую задачу для СУАК;
- действие для конкретного БПЛА;
- требуемое значение какого-либо параметра состояния БПЛА.

При этом всю необходимую информацию о состоянии компонентов БАК (помимо визуальной из окружающего пространства) оператор получает через средства отображения информации (СОИ), как правило, входящие в состав СУАК.



Рисунок 7– Уровни управления АК.

3. Расчеты и аналитика

Применение беспилотных летательных аппаратов позволяют оперативно отслеживать ситуацию в зоне ЧС, особенно это актуально в зонах опасных для здоровья человека.

3.1 Пример применения БПЛА:

В апреле 2011 г. были использованы три беспилотных вертолета HE300 для визуального наблюдения над пострадавшей ядерной станцией в Фукусиме. Эти БПЛА оснащены профессиональной видеокамерой, тепловизионной камерой, различными датчиками для измерений и съемки, также имеется резервуар для распыления различных жидкостей.

Результаты видеосъемки с БПЛА приведены на Рис 8,9.



Рисунок 8,9 – Японская АЭС после аварии с БПЛА.

В феврале 2014 года БЛА ZALA позволили отрядам МЧС по Кировской области держать под контролем обстановку во время пожара на железнодорожной станции (сошел с рельс и загорелся состав с газовым конденсатом), грамотно концентрировать силы для безопасной эвакуации жителей и ликвидации последствий происшествия. Воздушный мониторинг зоны ЧС осуществлялся в дневное и ночное время суток, полностью исключая

риск для жизни населения и аварийно-спасательной группы. Фотографии с места крушения, снятые БПЛА представлены на Рис 10.



Рисунок 10 – Пожар на железнодорожной станции, снятый камерой БПЛА.

Комплекс с БЛА ZALA был задействован для мониторинга наводнения на Дальнем Востоке в 2013 году. Московский отряд «Центроспас» направил в г. Хабаровск комплекс с беспилотными самолетами, которые осуществляли полеты в дневное и ночное время суток, информируя наземные отряды о затопленных территориях и местонахождении людей, оказавшихся в бедственном положении Рис 11.



Рисунок 11– Обзор зоны затопления.

3.2 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 12).



Рисунок 12 – 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:

- приемник спутниковой навигации, обеспечивающий прием навигационной информации от систем ГЛОНАСС и GPS;
- система инерциальных датчиков, обеспечивающая определение ориентации и параметров движения БЛА;
- система воздушных сигналов, обеспечивающая измерение высоты и воздушной скорости;
- различные виды антенн, предназначенные для выполнения задач.

Бортовая система навигации и управления обеспечивает:

- полет по заданному маршруту (задание маршрута производится с указанием координат и высоты поворотных пунктов маршрута);
- изменение маршрутного задания или возврат в точку старта по команде с наземного пункта управления;
- облет указанной точки;
- автосопровождение выбранной цели;
- стабилизацию углов ориентации БЛА;
- поддержание заданных высот и скорости полета (путевой либо воздушной);
- сбор и передачу телеметрической информации и параметрах полета, и работе целевого оборудования;
- программное управление устройствами целевого оборудования.

Бортовая система связи:

- функционирует в разрешенном диапазоне радиочастот;
- обеспечивает передачу данных с борта на землю и с земли на борт.

Данные, передаваемые с борта на землю:

- параметры телеметрии;
- потоковое видео- и фотоизображение.

Данные, передаваемые на борт, содержат:

- команды управления БЛА;
- команды управления целевой аппаратурой.

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.

3.3 Требования к комплексу БПЛА

БПЛА самолетного и вертолетного типов оснащаются электрическими двигателями или двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

В комплект подразделения БПЛА должно входить:

- не менее двух летательных аппаратов;
- наземная станция управления с ноутбуком специального исполнения (противоударное, влаго-пылезащитное исполнение);
- приемо-передающая антенна в комплекте с автоматическим следящим устройством и соединительным кабелем;
- мачта и (или) штатив для крепления приемо-передающей антенны;
- зарядная станция (зарядное устройство) с комплектом аккумуляторных батарей или запас ГСМ для двигателей БПЛА;
- пусковая установка;

- комплект запасных частей и вспомогательного оборудования для проведения мелкого ремонта в полевых условиях;
- руководство по летной эксплуатации.

В зависимости от типа БПЛА видео(фото) камеры располагать в носовой части фюзеляжа, в крыле или под фюзеляжем. Объективы видео(фото) камер могут быть неподвижными или иметь одну или две степени свободы, а так же переменное фокусное расстояние:

- Для мониторинга местности наиболее предпочтительными являются видеокамеры турельного типа, устанавливаемые на гиростабилизированных платформах под фюзеляжем БПЛА и обеспечивающие круговой обзор нижней полусферы.

- Для съемки отдельных участков местности наиболее предпочтительными являются фотоаппараты, устанавливаемые неподвижно в крыле или под фюзеляжем БПЛА.

3.4 Требование к составу и оснащению команд операторов.

Для выполнения всех полетных задач, включая предполетный контроль, взлет, полет по маршруту, посадку, требуется расчет в составе 2-х операторов.

При установке НСУ на автотранспортном средстве в состав расчета может включаться водитель.

Допускается эксплуатация комплекса одним оператором (если это оговорено в руководстве по эксплуатации данного типа БПЛА).

Операторы должны знать:

- порядок и правила эксплуатации БПЛА;
- основы самолетовождения, аэродинамики, метеорологии;
- специфику применения БПЛА для нужд лесного хозяйства;
- правила ведения радиосвязи;
- правила техники безопасности при выполнении работ с БПЛА.

Оснащение команды:

Команда оснащается автомобилем повышенной.

Операторы беспилотных комплексов обеспечиваются спецодеждой и спец.обувью в соответствии с рекомендуемым перечнем в таблице :

Таблица 2 – Перечень вещевого имущества

№ п/п	Наименование спецодежды	Срок носки, лет
1	Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих механических загрязнений и вредных биологических факторов	2
№ п/п	Наименование спецодежды	Срок носки, лет
2	Ботинки из натуральной кожи (юфтевые) с высокими берцами	2
3	Бейсболка	2
4	Полукомбинезон утепленный	3
5	Куртка демисезонная утепленная	3
6	Перчатки кожаные на байке	3
7	Унты меховые	5
7.1	или бахилы влагостойкие утепленные с утепленным (меховым) вставным чулком, подошва с металлическими шипами	5
8	Плащ (плащ-накидка)	Дежурный
9	Сапоги резиновые рыбацкие	Дежурные

3.5 Описание процедуры выполнения задачи, включая необходимые процедуры по согласованию использования БПЛА в воздушном пространстве.

Эксплуатация БПЛА в производственных условиях подразделяется на следующие этапы:

- предварительная подготовка;
- предполетная подготовка;

- выполнение полета (взлет, полет по маршруту, посадка);
- работа на земле (обработка данных).

Функции оператора при выполнении полета в режиме видеонаблюдения:

- обнаружение объекта (как целого);
- распознавание объекта по достаточной совокупности характерных признаков (определение и фиксация характерных признаков объекта);
- вербальное описание объекта (например: «место лесного пожара», «площадь и характер участка повреждения», «автомобиль», «лодка», «человек» и др.);
- фиксирование координат объекта.
- наблюдение и сопровождение объекта (запись видеоизображения объекта в пределах заданного времени);

Для выполнения операций видеонаблюдения оператором предварительно планируется маршрут полета БПЛА, который зависит от поставленной задачи и характера местности. При типовом алгоритме режима воздушного наблюдения участка местности или поиска объекта, БПЛА направляется в район мониторинга и выполняет там полет по заданной оператором программе. В процессе полета в заданном районе БПЛА передает видеоизображение местности и объектов на ней на наземную станцию управления (НСУ) в реальном масштабе времени. Оператор БПЛА оценивает поступающую информацию, при необходимости корректирует маршрут полета БПЛА и управляет бортовой целевой нагрузкой (например, видеокамерой).

Важнейшей особенностью наблюдения с помощью БПЛА является возможность многократных повторных заходов на объект или его отдельные элементы и удержание видеоизображения объекта на определенное время.

Маршрут полета следует планировать так, чтобы обеспечивался осмотр всей рабочей зоны.

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.

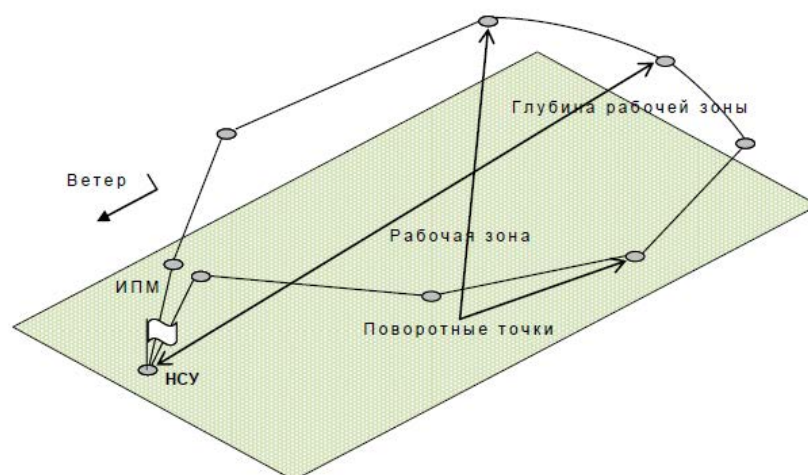


Рисунок 13 – Построение маршрута полета с учетом ветра.

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

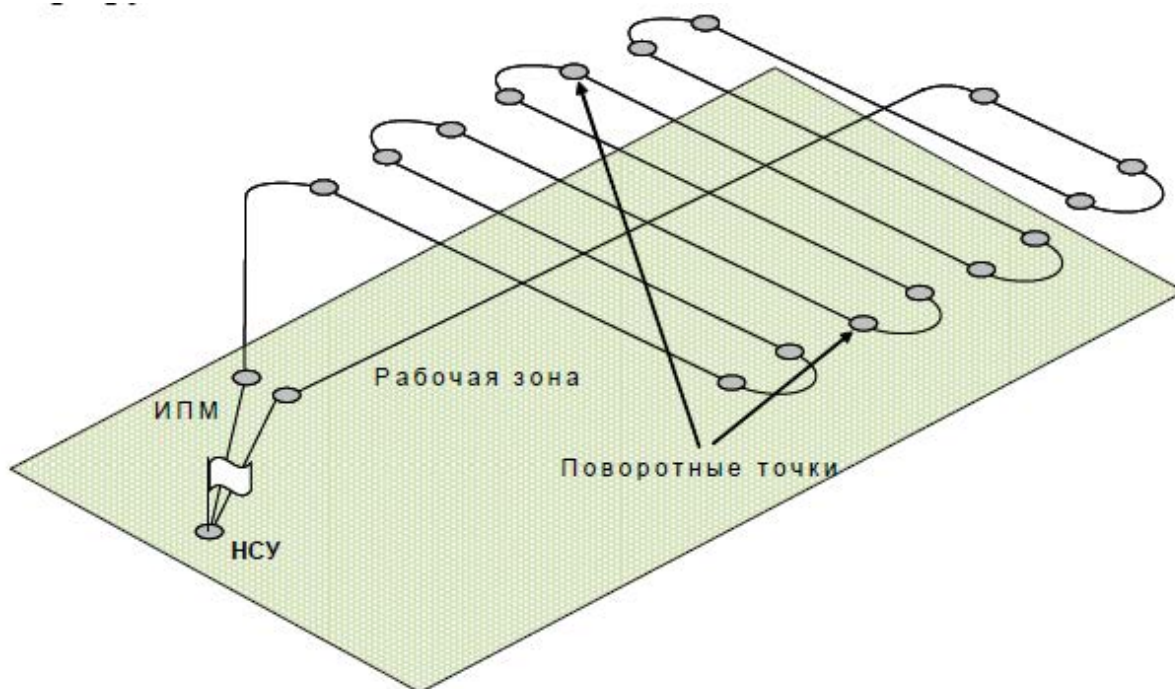


Рисунок 14 – Построение полета прямолинейного параллельного маршрута.

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%.

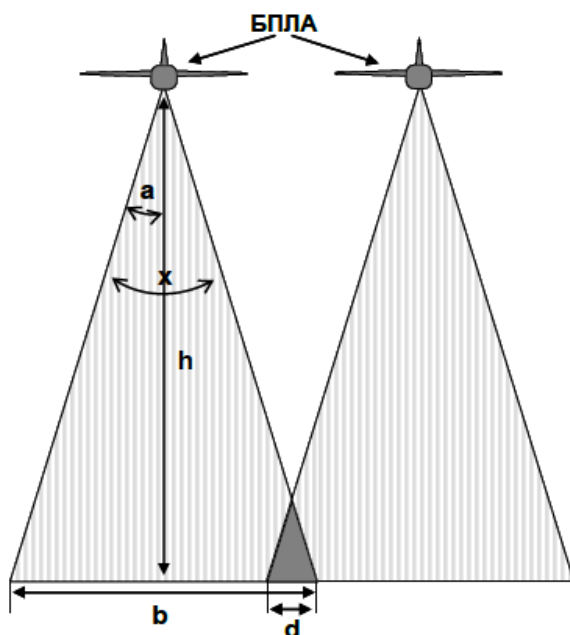


Рисунок 15– Параллельный маршрут.

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

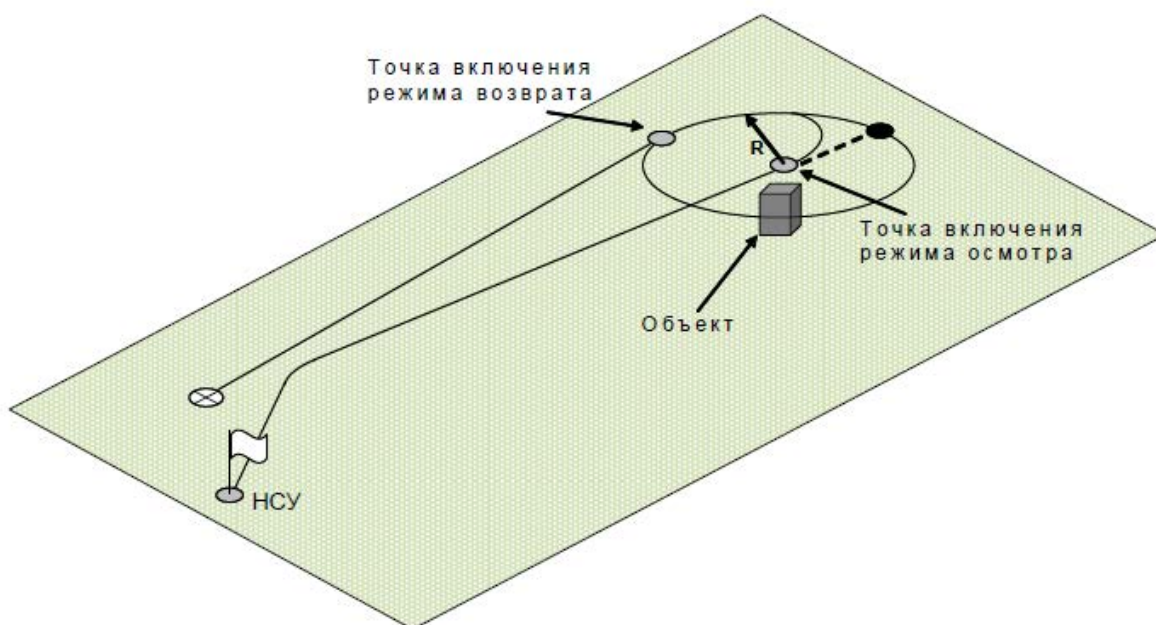


Рисунок 16 – Облет заданного объекта.

3.6 Результаты проведения разведки БПЛА.

Во время осмотра действующих лесных пожаров оператор определяет основное направление распространения огня, наличие угрозы распространения пожара объектам экономики и населенным пунктам, наличие отдельных очагов горения, участков, особо опасных в пожарном отношении, места перехода огня через минерализованные полосы, и по возможности выявляет местонахождения людей и техники, занятых на тушении пожара с целью определения правильности их расстановки на кромке пожара. Одновременно с получением видеоинформации представителями лесной службы принимаются решения о тактических способах тушения, маневрировании людскими и техническими ресурсами. Намечаются естественные рубежи для остановки огня, подъездные пути (подходы) к пожару, участку кромки (дороги, тропы, озера, ручьи, реки, мосты).



Рисунок 17 – Обзор зоны пожара.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В результате землетрясения в республике Алтай, произошли оползни и камнепады, часть основных дорог оказались временно не пригодными для проезда, некоторые горные поселения оказались отрезаны от основных поселений. Необходимо произвести разведку местности, оценить существующие заторы на дорогах и потенциально опасные участки, оценить ущерб для населенных пунктов и произвести поиск пострадавших людей.

Из рассматриваемого примера видно, что автотранспорт не эффективен для оперативных действий, поскольку основные транспортные маршруты преграждены завалами.

Для решения оперативных действий в виде оценки ущерба, поиска путей подъезда основной спасательной технике, поиска путей для эвакуации людей из пострадавших от ЧС населенных пунктов, необходимо использовать авиацию.

Проведем сравнение стоимости закупки и эксплуатации комплекса БПЛА, в пересчете на час работы с ценой аренды вертолета «Ми-8».

4.1 Затраты на использования авиационной техники

В данных условиях более выгодно использовать вертолетную технику. Рассмотрим применение распространенного вертолета «Ми-8».

Аренда данного вертолета составляет 130000 руб. в час.

4.2 Затраты на использования БПЛА

4.2.1 Основные показатели комплекса БПЛА

Состав комплекса БПЛА:

- Транспортно-пусковая установка (ТПУ) на автомобиле УАЗ-3303

- Пункт дистанционного управления (ПДУ) на автомобиле УАЗ-3303
- Комплект БПЛА (4 шт.)

Технические и экономические характеристики комплекса БПЛА:

- Цена комплекса БПЛА 500000. руб.
- Ресурс работы ТПУ и ПДУ не менее 10 лет.
- Ресурс работы БПЛА около 300 часов.
- Цена одного БПЛА 90000 руб.

4.2.2 Расчет эксплуатации комплекса БПЛА

Общая цена затрат на использования БПЛА рассчитывается по формуле:

$$Ц = A_{\text{БПЛА}} + A_{\text{ТПУ}} + C_{\text{Т}} + C_{\text{ТПУ+ПУ}} + C_{\text{ЗП}} \quad (1)$$

Где: Ц – Цена эксплуатации комплекса БПЛА за 1 час;

$A_{\text{БПЛА}}$ - амортизация БПЛА;

$A_{\text{ТПУ}}$ - амортизация ТПУ и ПДУ;

$C_{\text{Т}}$ - затраты на топливо для БПЛА;

$C_{\text{ТПУ+ПУ}}$ - затраты на топливо для автомобилей;

$C_{\text{ЗП}}$ - заработная плата экипажа (10 чел.).

Расчет амортизация производится по формулам:

Для БПЛА:

$$A_{\text{БПЛА}} = Ц_{\text{БПЛА}} / P_{\text{БПЛА}} \quad (2)$$

Где: $Ц_{\text{БПЛА}}$ – стоимость БПЛА;

$P_{\text{БПЛА}}$ – ресурс работы БПЛА;

$$A_{\text{БПЛА}} = 90000 / 300 = 300 \text{ руб/час.}$$

Для ТПУ и ПДУ:

$$A_{\text{ТПУ}} = Ц_{\text{ТПУ}} / P_{\text{ТПУ}} \quad (3)$$

Где: $Ц_{\text{ТПУ}}$ – стоимость ТПУ и ПДУ;

$P_{\text{ТПУ}}$ – ресурс работы ТПУ и ПДУ;

Для определения стоимости ТПУ и ПДУ необходимо из стоимости комплекса вычесть стоимость четырех БПЛА:

$$Ц_{ТПУ} = Ц_{КБПЛА} - 4 * Ц_{БПЛА} \quad (4)$$

Где: $Ц_{КБПЛА}$ – стоимость комплекса БПЛА;

$Ц_{БПЛА}$ – цена одного БПЛА;

$$Ц_{ТПУ} = 500000 - 4 * 90000 = 140000 \text{ руб.}$$

Годовой фонд рабочего времени составляет 1080 часов, следовательно, ресурс работы ТПУ и ПДУ за 10 лет составляет $P_{ТПУ} = 1080 * 10 = 10800$ часов.

Согласно (3) амортизация ТПУ и ПДУ составит:

$$A_{ТПУ} = 140000 / 10800 = 13 \text{ руб/час.}$$

Принимая во внимание расход топлива БПЛА 2 л/час и цену топлива 30 руб/л, затраты на топлива составят:

$$C_T = P_T * C_T \quad (5)$$

Где: P_T – расход топлива БПЛА;

C_T – цена топлива за 1 литр;

$$C_T = 30 * 2 = 60 \text{ руб.}$$

Принимая во внимание расход топлива автомобилей «УАЗ – 3303», 8 л/час и цену топлива 30 руб/л, затраты на топлива для ТПУ и ПДУ составят:

$$C_{ТПУ+ПУ} = C_{ТПУ} + C_{ДУ} \quad (6)$$

Где: $C_{ТПУ}$ – стоимость топлива для ТПУ;

$C_{ДУ}$ – стоимость топлива для ПДУ;

Аналогично (5) рассчитывается стоимость топлива для ТПУ и ПДУ:

$$C_{ТПУ} = 8 * 30 = 240 \text{ руб.}$$

$$C_{ПУ} = 8 * 30 = 240 \text{ руб.}$$

$$C_{ТПУ+ПУ} = 240 + 240 = 480 \text{ руб.}$$

Фонд заработной платы с учетом 22 дневного рабочего месяца по 8 часов в сутки, рассчитываем по формуле:

$$C_{ЗП} = P_{ЗП} / (22 * 8) \quad (7)$$

$$P_{ЗП} = З_{КМ} + З_{СТ} + 2 * З_{РТ.} + З_{НР} + 2 * З_{СТ.ОП} + 2 * З_{ОП} + З_{ВД} \quad (8)$$

где $P_{ЗП}$ – Зарплата обслуживающего персонала в месяц;

$Z_{\text{КМ}}$ – зарплата командира (65 т.р.);

$Z_{\text{СТ}}$ – зарплата старшего техника (53 т.р.);

$Z_{\text{РТ}}$ – зарплата радиотелефониста (40 т.р.);

$Z_{\text{НР}}$ – зарплата начальника расчета (47 т.р.);

$Z_{\text{СТ.ОП}}$ – зарплата старшего оператора (35 т.р.);

$Z_{\text{ОП}}$ – зарплата оператора (30 т.р.);

$Z_{\text{ВД}}$ – зарплата водителя (30 т.р.);

$$P_{\text{ЗП}} = 65 + 53 + 2 \cdot 40 + 47 + 2 \cdot 35 + 2 \cdot 30 + 25 = 400 \text{ т.р.}$$

$$C_{\text{ЗП}} = 400000 / (22 \cdot 8) = 2273 \text{ руб/час}$$

Стоимость 1 час эксплуатации по БПЛА (1) составит:

$$\text{Ц} = A_{\text{БПЛА}} + A_{\text{ТПУ}} + C_{\text{Т}} + C_{\text{ТПУ+ПУ}} + C_{\text{ЗП}} = 300 + 13 + 60 + 480 + 2273 = 3126 \text{ руб/час}$$

4.3 Сравнение эксплуатации БПЛА и вертолета «Ми-8»

При использовании вертолетов затраты составят 130000 рублей в час, затраты на эксплуатацию БПЛА 3126 рублей в час, что в 42 раза дешевле. Следовательно, для срочности целесообразно использовать БПЛА.

5. Социальная ответственность

5.1 Описание рабочей зоны. Вредные и опасные производственные факторы

Рабочее место оператора является открытая местность, в любой климатической зоне России. При ведении аварийно-спасательных работ в данной рабочей зоне на спасателей могут действовать следующие опасные и вредные факторы:

- погодные условия (температура воздуха);
- запыленность;

- освещенность рабочей зоны в ночное время;
- опасные механические факторы;
- электробезопасность;

5.2 Анализ выявленных вредных факторов

5.2.1 Микроклимат рабочей зоны

Условия труда – это совокупность факторов рабочей среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека. Параметрами, определяющими микроклимат рабочей зоны являются: температура воздуха в местности чрезвычайного происшествия, выраженная в °С; относительная влажность воздуха в %; скорость его движения – в м/с. От микроклимата рабочей зоны в значительной мере зависят самочувствие и работоспособность человека. Негативное влияние на организм человека оказывает как высокая, так и низкая температура окружающей среды. Резкие температурные колебания приводят к нарушению терморегуляции. Естественно, что это негативно сказывается на здоровье человека. В некоторых случаях даже приводит к смерти. Поисково-спасательные работы проводятся как зимой, так и летом. Следовательно, необходимо обеспечить условия проведения аварийно-спасательных работ.

Нормирование параметров микроклимата рабочей зоны спасателей осуществляется в соответствии с Федеральным законом от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» (с изменениями и дополнениями).

Защитой от температурного воздействия является организация посменной работы. В холодное время года оборудуются пункты обогрева, а в теплое время года наоборот помещения с прохладным воздухом. Также в условиях высоких температур подразделения обеспечиваются дополнительным питьем.

Специалисты, участвующие в работах, обеспечиваются спецодеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты согласно утвержденным нормам.

При работе в горной, лесной, пересеченной, болотистой местности, в условиях крайнего севера, над водной поверхностью, работник должен быть обеспечен необходимым оборудованием и приспособлениями для безопасной работы и обеспечения сохранности комплекса при его эксплуатации.

5.2.2 Запыленность рабочей зоны

Воздух рабочей зоны 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»

Пыль, находящаяся в воздухе зоны разрушений, оседает на поверхности кожного покрова работающих, попадает на слизистые оболочки полости рта, глаз, верхних дыхательных путей, вдыхается в более глубокие участки органов дыхания (легкие), со слюной заглатывается в пищеварительный тракт. Наиболее опасно вдыхание пыли. Попавшие внутрь организма с вдыхаемым воздухом вещества быстро всасываются слизистой оболочкой дыхательных путей. Затем усваиваются потоками крови и разносятся ими по всему организму. Большинство отравлений (до 95 %) происходит через органы дыхания.

При запыленности рабочей зоны требуется применение средств защиты органов дыхания. Пониженная концентрация запыленности обеспечивается за счет «Струйных вентиляторов». Это форсунки, перемещающие запылённый воздух за счёт распыления воды. Распыление воды может быть эффективным способом перемещения воздуха и при правильном применении может использоваться для уменьшения распространения пыли в местах работы людей.

5.2.3 Освещенность рабочей зоны в ночное время

Такой фактор, как недостаточная освещенность рабочего места, влияет не только на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, но и воздействует через нервную оптико-вегетативную систему на эндокринную систему. Также влияет на формирования иммунной защиты, рост и развитие организма, изменяет естественные реакции в сторону замедления, снижает общий тонус и может привести к созданию травмоопасной ситуации. Влияет на многие основные процессы жизнедеятельности, нарушает обмен веществ и снижает устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Нормирование естественного и искусственного освещения осуществляется в соответствии с СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном.

Большей частью спасательные и аварийно-спасательные работы приходится вести круглосуточно, а это значит требуется освещение в тёмное время суток. Для освещения места работы наиболее удобны источники направленного или заливающего света – различного типа прожекторы, которые применяются при освещении строительных площадок, а также используются для декоративного освещения улиц, зданий, памятников. Для кратковременного освещения можно пользоваться светом зажжённых фар автомобиля, тракторов, тягачей.

5.3 Анализ выявленных опасных факторов

5.3.1 Механические факторы опасности

Повреждения механические возможно получить только при разрушении беспилотного летательного аппарата, повреждения возможны от быстро крутящихся пропеллеров.

Для предотвращения несчастных случаев, необходимо соблюдать правила пользования БПЛА.

При подготовке к работе необходимо проверить надежность креплений всех элементов конструкции комплекса и БПЛА.

Перед запуском БПЛА необходимо убедиться в отсутствии людей и препятствий в направлении старта, а также сбоку и сзади пускового устройства в радиусе не менее 50 м.

5.3.2 Фактор электроопасности

Опасным фактором электроопасности является поражение электрическим током от аккумуляторной батареи или ее взрыв. Для предотвращения данного несчастного случая необходимо соблюдать следующие требования:

- По окончании работы свернуть комплект согласно инструкции по эксплуатации, снять аккумуляторную батарею с БПЛА, провести зарядку батареи и убрать ее в контейнер. Хранение аккумуляторной батареи в свободном доступе запрещается.
- При подключении аккумуляторной батареи соблюдать полярность. Не допускать закорачивания контактов аккумуляторной батареи.
- Не допускать эксплуатацию и зарядку аккумуляторных батарей при температуре окружающей среды выше $+40^{\circ}\text{C}$.

5.4 Заключение по разделу социальная ответственность

Проведен анализ рабочей зоны на наличие вредных и опасных производственных факторов, влияющих на здоровье и самочувствие человека.

В данной рабочей обстановке необходимо особо уделить внимание освещению рабочей зоны в ночное время аварийно-спасательных работ.

Принимаются меры по защите от температурного воздействия. Предложены как коллективные средства защиты, так и индивидуальные.

Предложены меры по предотвращению получения травм от механических повреждений.

В целях защиты от поражения током, в рабочей зоне предприняты необходимые меры предосторожности. Требования по электробезопасности выполняются.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были разработаны методические указания по применению беспилотных летательных аппаратов при проведении мероприятий предупреждения и ликвидации ЧС.

Поставленные задачи полностью выполнены:

- Проведен детальный обзор литературных источников по теме ВКР.
- Изучены характеристики БПЛА и их возможности по применению при предупреждении и ликвидации ЧС.
- Определена оптимальная организация управления подразделениями БПЛА при ликвидации ЧС.
- Разработаны методические указания по применению БПЛА при проведении мероприятий предупреждения и ликвидации 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. № 868. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
3. Авиация: Энциклопедия / Гл. ред. Г. П. Свищёв. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1994. – С. 108. – 736 с.
4. МЧС [Электронный ресурс]. - Режим доступа. - URL: <http://www.mchs.gov.ru>
5. THE QUEEN OF BEES, журнал «Light aviation» / Январь 2012 г. – С. 50. – 53 с.
6. Гончаров А. Беспилотники России (рус.) // Армейский сборник : журнал. – 2015. – Февраль (т. 248, № 2). – С. 39-43
7. Зайцев А., Назарчук И. и др. Беспилотные ЛА зарубежных стран (рус.) // Армейский сборник : журнал. – 2015. – Февраль (т. 248, № 2). – С. 44-46.
8. Bento Maria de Fatima. Unmanned Aerial Vehicles : An Overview // Inside GNSS. 2008. Vol. 3. № 1. P. 54–61.
9. Беспилотные системы официальный сайт фирмы ОАО ZALA AERO GROUP [Электронный ресурс]. - Режим доступа. - URL: <http://zala.aero>.
10. Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации: Постановление Правительства Рос. Федерации от 11 марта 2010 г. № 138 // Рос. газ. 2010. 13 апр.
11. 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.

12. 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
13. Житомирский Г.И. Конструкция самолетов. – 2-е издание. – М.: Машиностроение, 1995.
14. 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.
15. 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»)
16. Ростопчин В.В. Современная классификация беспилотных авиационных систем военного назначения // Интернет-издание UAV.ru – Беспилотная авиация
17. 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 БАК // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2012. – № 54. – С. 60-67
18. Салычев О. С. Автопилот БПЛА с Инерциальной Интегрированной Системой – основа безопасной эксплуатации беспилотных комплексов.
19. 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.
20. 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.

Патент РФ на изобретение № 2232102. Распределенный информационно-управляющий комплекс группы многофункциональных летательных аппаратов. Заявка: 2003130782/11, 21.10.2003; опубликовано: 10.07.2004.

21. Неугодникова Л. М. Распределенная система управления гражданским беспилотным авиационным комплексом // Авиакосмическое приборостроение. – 2013,- № 11. – С. 50-58.

22. Ростопчин В. В. Элементарные основы оценки эффективности применения беспилотных авиационных систем для воздушной разведки. // Интернет-издание UAV.ru – Беспилотная авиация.

23. Витковский. А. Беспилотник будущего – машина, которая сможет все // Интернет-издание UAV.ru – Беспилотная авиация.

24. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ, пособие /А.Г. Гребеников, А.К. Мялица, В.В. Парфенюк и др. – Х.: Нац. аэрокосм, ун-т "Харьк.авиационн-т", 2008. 377 с.

25. Сайт ОАО "Туполев", <http://www.tupolev.ru/samoletyi>

26. Сайт "Беспилотные летательные аппараты". <http://br-la.ru/kompleks-stroj-p-s-dpla-pchela-lt>

27. 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)

28. Беспилотный самолет ZALA 421-08М // Сайт группы компаний Zala Aero. [http://zala . aero/zala-421-08](http://zala.aero/zala-421-08)

29. Орлан-Ю: Материал из Википедии. [http://ru . wikipedia.org/wiki/Орлан-Ю](http://ru.wikipedia.org/wiki/Орлан-Ю)

30. Сокут С. Бесчеловечные машины // Интернет-газета "Коммерсант. ru", 16.08.2005. <http://www.kommersant.ru/doc/600136>

31. Валендик, Э. Н. Борьба с крупными лесными пожарами / Э. Н. Валендик. – Новосибирск. : Наука, Сиб. отд-ние, 1990. - 193 с.

32. Валендик, Э. Н. Крупные лесные пожары / Э. Н. Валендик, П. М. Матвеев, М. А. Софронов. – М. : Наука, 1979. – 198 с.

33. Воздушный кодекс Российской Федерации (от 19 марта 1997 года N 60-ФЗ с изменениями и дополнениями)
34. Инструкция по авиационной охране лесов, утверждена приказом Федеральной службы лесного хозяйства России 22 сентября 1997 г. № 122
35. Коршунов Н.А., Котельников Р.В. Борьба с лесными пожарами: проблема информационного обеспечения авиасредствами и ее решение // Пожарная безопасность. – 2008. - №1. – С.125-129
36. Коршунов Н.А., Котельников Р.В. Роботы над лесом // Лесная Россия. – 2006. - №2. - С. 34-38.
37. Нормативы по площадным нагрузкам на летательные аппараты при выполнении авиалесоохранных работ, утверждены приказом Министерства гражданской авиации от 5 июля 1978 г. № 88/117/у.
38. 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,
39. чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: Указ Президента Рос. Федерации от 11 июля 2004 г. № 868. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
40. 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)
41. Интервью Министра по ЧС агентству Интерфакс 23 декабря 2013 года. <http://www.interfax.ru/txt.asp?id=348676> (дата обращения: 10.06.14).
42. Фостиков А.А., Альтшулер Б.Ш. и др. Аэрофотогеодезические изыскания в сельском хозяйстве. М.: Недра, 2000. 259 с.
43. Беляев, Б. И. Оптическое дистанционное зондирование / Б. И. Беляев, Л. В. Катковский. – Минск : БГУ, 2006. – 455 с.
44. Беляев, Б. И. Применение видеоспектральных данных авиационных съемок для оценки последствий лесных пожаров / Б. И. Беляев [и

др.] // Тр. Белорус. гос. технолог. ун-та. Сер. I. – Минск : Лесное хоз-во, 2005. – Вып. 11. – С. 133–141

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

46. Устав тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ пожарной охраны: проект. – Москва: МЧС России, 2004 [Электронный ресурс, Google] // URL: <http://www.pozharnyj.ru/dokumenty/258-ustav-tusheniya-pozharovi-provedeniya-avarijno.html>

47. Мужичек С.М. Беспилотные летательные аппараты: мода или насущная необходимость // Фазотрон. 2005. № 3. С. 52-55.

48. Комяк В.А. Инструментальное обнаружение лесных пожаров и прогноз их распространения пространственных данных. URL: <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=842>

49. Концепция применения воздушных робототехнических комплексов для мониторинга и ликвидации чрезвычайных ситуаций на примере системы «Иркут-МЧС» / С.П. Тодосейчук [и др.] // Технологии гражданской безопасности. 2006. Т. 3. № 1. С. 48–56.

50. Отчет о работе «Научно-техническое сопровождение создания воздушного робототехнического комплекса на основе беспилотных летательных аппаратов для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (промежуточный). ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2014 год. Инв. № 6641.150 с.