Министерство образования Московской области
государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Московской области «Красногорский колледж»

Выпускная квалификационная работа

Дипломная работа

Тема: «Обоснование эффективности внедрения новой системы наблюдения, оповещения на базе летательных аппаратов (квадрокоптеров).»

Руководитель работы
_____/Сигаркин С.Б. /

Рецензент:
_____/Заикин В.В./

Выполнил:
_____/Смирнова Е.Р./

Допустить к защите:
Заместитель по
учебной работе
_____/Тимошенко М.В./
«__» _____ 2017 г.

2017 год

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....4

ГЛАВА 1. ПОЛЬЗА ВНЕДРЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ВООРУЖЕНИЕ МЧС.....7

ГЛАВА 2. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА.....41

ГЛАВА 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....54

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....58

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....60

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 (далее ЧС) (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.

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 (далее 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.

Дипломная тема актуальна, так как введение на вооружение в пожарные части новой современной техники повысит эффективность работы МЧС России в случаях чрезвычайных ситуаций и снижения рисков опасности для жизни людей.

Целью данной дипломной работы является обоснование эффективности внедрения новой системы наблюдения, оповещения на базе летательных аппаратов.

Задачами дипломной работы являются:

1. Изучить вида систем наблюдения и оповещения;

2. Изучить виды и технические возможности беспилотных летательных аппаратов (квадрокоптеров);

3. Доказать эффективность внедрения новых систем наблюдения и оповещения на базе летательных аппаратов;

4. Произвести расчет и аналитику введения в эксплуатацию комплекса БПЛА.

Гипотеза: внедрение в работу МЧС России рекомендуемой техники позволит более эффективно получать информацию о возникновении, развитии и ликвидации ЧС.

Объектом исследования является система наблюдения и оповещения на базе летательных аппаратов.

Предметом исследования является эффективность использования БПЛА, на примере квадрокоптеров.

Методологической основой исследования выступили общенаучные методы; анализ, синтез, а также ряд частнонаучных методов: формально-экономический, системно-структурный, сравнительный, формально-логический и другие.

В процессе исследования использовались такие общенаучные методы как анализ и синтез, методы классификации, сравнения.

Теоретическая значимость исследования «обоснование эффективности внедрения новой системы наблюдения, оповещения на базе летательных аппаратов (квадрокоптеров)» определена следующим образом: «Полученные результаты расширяют представления о использовании БПЛА в работе МЧС России».

Практическая значимость данного исследования заключается в том, что при возможном ЧС позволит сотрудникам МЧС принять правильное решение для её предотвращения и ликвидации.

ГЛАВА 1. ПОЛЬЗА ВНЕДРЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ВООРУЖЕНИЕ МЧС

Подразделения МЧС России оснащаются отечественными беспилотными летательными аппаратами.

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

Наземные группы МЧС нередко прибегают к помощи авиапредприятий, но применение пилотируемой авиации не всегда является продуктивным: длительное время реагирования, высокие эксплуатационные расходы, зависимость от погодных условий, нерентабельность при использовании на небольших территориях.

- Осуществляют полеты при различных погодных условиях;

- Проводят воздушный мониторинг в труднодоступных и удаленных районах;

- Являются безопасным источником достоверной информации;

- Позволяют предотвращать ЧС при регулярном наблюдении;

- Обнаруживают ЧС (лесные пожары, горение торфяников) на ранних стадиях;

- Исключают риск для жизни и здоровья человека.

БЛА в режиме реального времени передают информацию с места происшествия, а также позволяют в кратчайшие сроки сосредоточить силы и средства для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного, техногенного или террористического характера. Главным преимуществом БЛА в решении подобных задач является сокращение временного интервала

с момента возникновения происшествия и до момента его устранения, что особенно актуально при организации поисково-спасательных операций во время масштабных пожаров и наводнений.

Другим важным фактором в пользу применения БЛА в условиях ЧС является исключение риска для жизни и здоровья человека. По статистике, благодаря внедрению БЛА в систему функционирования МЧС значительно сократилось количество погибших при ЧС. Примеров, доказывающих данную статистику, немало.

Другой пример неоценимого вклада БЛА в безопасный мониторинг и ликвидацию последствий происшествия – взрыв боеприпасов в п. Пугачево Удмуртской республики в июне 2011 года. При помощи беспилотных летательных аппаратов проводилась разведка с места происшествия и оперативное информирование руководящего состава для принятия управленческих решений.

Во время полетов уточнялись наиболее интенсивные места взрывов боеприпасов, пожаров как в населенных пунктах, так и в лесной местности.

Просматривались наиболее безопасные маршруты ввода сил и средств на территорию арсенала, координировалась работа пилотируемой авиации по сбросу огнетушащих веществ в район арсенала. В дальнейшем фото- и видеоинформация использовалась для обнаружения неразорвавшихся боеприпасов и их фрагментов за территорией арсенала.

В феврале 2014 года БЛА 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.

Ежегодно, с наступлением пожароопасного и паводкового периодов БЛА позволяют региональным отделениям МЧС России осуществлять

регулярный мониторинг лесных массивов и водных объектов, выявлять на ранних стадиях возникновение пожаров (в том числе и торфяных), следить за распространением огня и определять тип пожара (верховой, низовой), оценивать и держать под контролем масштабы наводнения. Перечисленные возможности беспилотной техники за последние семь лет были неоднократно подтверждены при мониторинге крупнейших лесных пожаров в Московской, Ивановской, Нижегородской, Курской, Тульской областях, при оценке паводковой ситуации в Кемеровской области, Республике Саха, Ставрополье и других регионах страны. Комплекс с БЛА 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.

В подобном случае в 2012 году во время трагичного наводнения в г. Крымске было выявлено неудовлетворительное состояние системы оповещения населения, после чего группа компаний ZALA AERO совместно с Главным управлением МЧС России по Удмуртской Республике разработали уникальную систему громкоговорящей связи «Тревога-1». Она представляет собой специализированный модуль, устанавливаемый на борт БЛА и воспроизводящий заранее записанные голосовые сообщения, что позволяет предупредить население о ЧС и передать рекомендации по принятию эвакуационных мер.

Другой, не менее важной задачей, решаемой сотрудниками МЧС, является поиск людей, в том числе и заблудившихся в лесу. Благодаря беспилотным летательным аппаратам, осуществляющим полеты даже на самых удаленных и труднодоступных участках местности, ежегодно обнаруживаются сотни людей. Беспрецедентным случаем в практике применения БЛА для поиска людей стало нахождение якутскими спасателями мужчины, заблудившегося в тайге (июнь 2014 года). Он был

обнаружен лежащим в болотистой местности. Благодаря аппарату смогли определить координаты этого места, и вскоре спасатели нашли пожилого мужчину, состояние его здоровья было критическим.

ZALA AERO GROUP регулярно принимает участие в различных учениях и испытаниях МЧС России. В рамках авиасалонов и крупнейших выставок страны («Комплексная безопасность», «МАКС», «Интерполитех») БЛА успешно демонстрируют свои возможности в имитированных чрезвычайных ситуациях. Высокие результаты показали испытания беспилотных летательных аппаратов с целью обнаружения и дистанционного измерения радиационного излучения, а также оповещения населения на территории завода по хранению и утилизации химического оружия.

Учитывая многолетний опыт сотрудничества ZALA AERO GROUP с региональными центрами МЧС России и анализируя достигнутые результаты, можно сделать вывод, что применение беспилотных летательных аппаратов является целесообразным и эффективным средством для создания мощной системы предупреждения и безопасного мониторинга чрезвычайных ситуаций.

1.1 Виды систем мониторинга за природными рисками

Первый из видов мониторинга является автоматизированный комплекс сбора, обработки и представления радиолокационной информации (далее АКСОПРИ). Он представляет собой двухканальный метеорологический радиолокационный вычислительный комплекс, работающий в диапазонах длин волн 3 см (1 канал) и 10 см (2 канал).

В вычислительном комплексе с помощью аппаратуры предварительной обработки сигналов реализуется сопряжение с метеорологическим радиолокатором и управляющим комплексом. АКСОПРИ может работать в ручном и автоматическом режимах. В ручном режиме работы обеспечиваются штатные режимы работы метрологического радиолокатора.

При этом управление работой осуществляется с пульта управления метрологического радиолокатора. В автоматическом режиме работы управление работой изделия осуществляется по командам, поступающим с персональной электронно-вычислительной машины управляющего вычислительного комплекса.

Обзор района в автоматическом режиме работы выполняется путем вращения антенны с заданной скоростью и дальнейшим подъемом ее на фиксированные углы места, задаваемые управляющим вычислительным комплексом. Передатчик метеорологического комплекса генерирует импульсы энергии сверхвысокочастотного излучения, которые с помощью антенно-волноводной системы излучаются в пространство. Отраженные импульсы, получаемые антенной метеорологического комплекса, поступают в приемный тракт и после преобразования на промежуточную частоту, логарифмического усиления и амплитудного детектирования по двум каналам параллельно поступают на аппаратуру предварительной обработки сигналов. В аппаратуре предварительной обработки сигналов сигналы преобразуются в 8-разрядные цифровые двоичные коды, которые далее усредняются по дальности и азимуту. Усредненная информация о мощности отраженных сигналов, а также квитанции о состоянии аппаратуры метеорического радиолокатора и аппаратуры предварительной обработки сигналов, текущие коды азимута и угла нахождения антенны уплотняются в массив информации в виде 8-разрядных слов. Далее это скопление данных передается в персональные компьютеры управляющий вычислительный комплекс, где создается файл данных.

С помощью сервисного программного обеспечения в АКСОПРИ осуществляется контроль технических и метрологических характеристик.

Назначение и область применения комплекса радиоэлектронной АКСОПРИ предназначен для автоматического сбора, обработки и предоставления радиолокационной информации о мощности сигналов, отраженных от метеорологических объектов. Основные области применения:

наблюдательная метеорологическая сеть, службы штор-мооповещения и городской защиты, аэропорты.

Еще один вид отслеживания природных рисков метеорологический акустический доплеровский локатор. Основным назначением является относительной скорости движущихся целей. Определение скорости основывается на использовании эффекта Доплера. Радиолокаторы устанавливаются на территории РФ, для того чтобы создать единую систему радиолокационных метеорологических наблюдений.

На сегодняшний день дистанционные доплеровские метеорологические радиолокаторы с поляризационной обработкой сигналов для оперативных служб МЧС России являются уникальным средством метеорологических наблюдений, так как позволяют в режиме реального времени отслеживать информацию о местоположении и перемещение облачных образований, возникновении зон интенсивных осадков, фиксировать зоны опасных явлений, в том числе гроз, града, шквалов, следить за их развитием и перемещением. Современные локаторы имеют радиус обзора 250-300 км и позволяют осуществлять циклические наблюдения с периодичностью от 3 до 15 минут в круглосуточном автоматизированном режиме, предоставляя данные с высоким пространственным разрешением (0,5-1 км) на площади до 200 тыс.км2.

Радиолокационный материал радиолокаторов отлично дополняет данные метеорологических спутников, которые для изучения атмосферы используют моло действующие методы, но в отличие от них, специально разработанное для радиолокатора программное обеспечение предоставляет возможность заниматься обработкой и трактования радиолокационной информации. Кроме того, позволяет сравнивать метеоявления на карте локатором с синоптической ситуацией.

Следующий вид контроля над природными рисками автоматизированная дистанционная система контроля. Её назначение осуществлять оперативный контроль территории и воздушного пространства

больших городов и крупных промышленных предприятий, также для обнаружения серьёзных аварий и обеспечения действий аварийно-спасательных работ в зоне чрезвычайной ситуации.

Автоматизированная система дистанционного мониторинга позволяет передавать разнообразную информацию о критических ситуациях в центр в реальном времени. Изображение передаётся в видимом и инфракрасных диапазонах. Система определяет точные координаты объектов с помощью дальномерного канала с последующим прикреплением к цифровой карте города.

Автоматизированная система дистанционного мониторинга бывает стационарной и мобильной. Стационарный пост состоит из телевизионной системы, тепловизионной системы с инфракрасной камерой кругового обзора и лазерного лакатора. Мобильный комплекс системы состоит из гетеродинного лидара, лидара на основе перестраиваемого лазера также видеокамеры видимого диапазона и электронной аппаратуры обработки информации и связи. Аппаратура мобильного комплекса даёт возможность определить границы и объем зоны чрезвычайных ситуаций, ветровой и температурный режим в зоне аварии.

Четвертый вид системы мониторинга над природными рисками — это автоматизированная система контроля радиационной обстановки.

Этот вид системы обеспечивает контроль над радиационной и метеорологической обстановкой на территориях, обрабатывает, анализирует и визуализирует контролируемые физические величины такие как: мощность радиоактивного излучения; газоаэрозольный выброс и жидкий сброс;

метеорологические параметры; концентрацию фтористого водорода в атмосферном воздухе. Дает автоматическую сигнализацию при переходе любой системы в аварийный режим. Передает данные радиационного мониторинга в другие министерства и ведомства и организации.

На основе этих данных оперативно дежурная смена принимает решение об оповещении руководства при возникновении чрезвычайных ситуациях на любом из подконтрольных объектов.

Автоматизированная система гидрологического мониторинга предназначается для сбора, обработки и отображения гидрологической информации, необходимой для прогнозирования и своевременного предупреждения об опасных гидрологических явлениях таких как паводки, половодье, изучения характера водного стока, планирования режимов работы объектов гидрогенерации и др.

Основными элементами системы являются автоматический автономный гидрологический комплекс, размещаемый на гидропосте и обеспечивающий измерения уровня и температуры воды с задаваемой периодичностью и запись показаний в энергонезависимую память, передачу измеренных значений в центр сбора данных с установленной оператором периодичностью, отслеживание аварийных ситуаций и передачу инициативных тревожных сообщений в центр сбора данных.

Система предупреждения о цунами состоит из сети датчиков, обнаруживающих цунами, и системы коммуникаций, с помощью которой о нём заранее предупреждается население прибрежных районов в опасных участках.

1.2 Система оповещения при чрезвычайных ситуациях

Система воздушного оповещения «Тревога» с применением беспилотных летательных аппаратов (БЛА) прошла необходимые этапы испытаний и в настоящее время внедряется в интересах МЧС России.

Беспилотные летательные аппараты осуществляют не только мониторинг ситуации места происшествия в чрезвычайных ситуациях, но и реально доводить информацию до населения и оказывать помощь жителям.

При испытаниях БЛА с установленным на них дистанционным модулем голосового вещания «Тревога-1» подтверждена возможность воспроизводить записанные ранее голосовые сообщения над территорией радиусом в 500 метров и громкостью свыше 60 децибел. На сегодняшний день разрабатывается аналогичная по назначению, но значительно более совершенная система оповещения – «Тревога-2».

Разработанная система «Тревога-2» имеет более мощную громкоговорящую установку, а оператор имеет возможность передавать через беспилотный летательный аппарат порядка 20 различных сообщений, оповещений.

Система оповещения совмещена с курсовой видеокамерой, позволяющей оператору наблюдать за полетом беспилотного летательного аппарата над заданными территориями.

При наличии полного комплекса с беспилотными летательными аппаратами самолетного и вертолетного типов (обладающих различным радиусом действия и продолжительностью полета) и модуля «Тревога» оповещение населения в условиях ЧС выполняется в течение нескольких минут.

Система оповещения населения города представляет собой организационно-техническое объединение:

- дежурно-диспетчерских служб (ДДС) в рамках Единой системы оперативно-диспетчерского управления в ЧС города (ЕОДИ);

- сил, средств, сетей связи и вещания операторов связи, действующих на территории города;

- сил и средств связи и оповещения органов исполнительной власти города и организаций различных форм собственности, расположенных на территории города;

- каналов сети связи, обеспечивающих доведение информации и сигналов оповещения до населения, органов управления городской подсистемы РСЧС и ГО.

Система оповещения населения города функционирует на следующих уровнях:

а) на территориальном — система оповещения населения города;

б) на объектовом:

• ОС0 организаций (объектов);

• ЛСО потенциально опасных объектов.

Системы оповещения территориального и объектового уровней технически и программно сопрягаются.

Система оповещения населения города технически и программно сопрягается с федеральной и региональной системой оповещения

Существует несколько видов систем оповещения о чрезвычайных ситуациях такие как сеть электросиренного оповещения, сеть проводного радиовещания и телевещания, сеть передвижной радиотелефонной связи и телефонной сетью связи города.

Система обеспечивает надежное оповещение и информирование населения о чрезвычайных ситуациях независимо от места его нахождения на территории города.

Алгоритм работы системы оповещения населения:

1. Включаются сирены, установленные на жилых и административных зданиях. Этот сигнал означает «Внимание всем!».

2. После этого по громкоговорителям и радиоточкам, установленным на улицах, в жилых зданиях и на объектах города, гражданам сообщается о том, что нужно предпринимать в сложившейся ситуации.

3. На участках города, где еще не установлены стационарные громкоговорители и радиоточки, задействуются автомобили, оборудованные системами громкоговорящей связи.

4. После сигнала «Внимание всем!» информация о дальнейших действиях в условиях чрезвычайной ситуации будет также транслироваться представителями МЧС по городскому каналу телевидения.

5. Информация об оповещении будет транслироваться и на телевизионных панелях общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей, установленных в местах массового пребывания людей, и на информационных телеэкранах транспортных средств.

6. Граждан будут информировать об опасности и по мобильной связи — при помощи телефонных сообщений.

1.3 Классификация беспилотных летательных аппаратов по принципу полета

По этому критерию 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.

БПЛА самолетного типа. Этот тип аппаратов известен также как БПЛА с жестким крылом. Подъемная сила у этих 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, применимы и в беспилотной.

Экспериментальный многоцелевой самолет Proteus разработки американской компании Scaled Composites. Разработаны как пилотируемый, так и беспилотный варианты этого самолета. Особенностью конструкции является тандемная схема расположения крыльев. Его длина составляет 17,1 м, размах задних крыльев 28 м, потолок высоты 16 км (при нагрузке 3,2 т), взлетная масса 5,6 т, максимальная скорость 520 км/ч (на высоте 10 км), длительность полета до 18 ч. Силовая установка – два турбореактивных двигателя с тягой по 10,2 кН.

Разведывательный БПЛА RQ-4 Global Hawk, разработанный американской фирмой Teledyne Ryan Aeronautical, дочерним предприятием компании Northrop Grumman. Он отличается необычной формой фюзеляжа, в носовой части которого размещено радиолокационное, оптическое и связное оборудование. Аппарат изготовлен из композитных материалов на основе углеволокна и аллюминиевых сплавов, имеет длину 13,5 м, размах крыльев 35 м, взлетную массу около 15 тонн, способен нести полезную нагрузку массой до 900 кг. RQ-4 Global Hawk может находиться в воздухе до 30 часов на высоте до 18 км. Максимальная скорость 640 км/ч. Силовая установка – турбореактивный двигатель с тяговым усилием 34,5 кН.

Перспективный боевой палубный БПЛА X-47B, разрабатываемый компанией Northrop Grumman (США). Он имеет форму широко выгнутой буквы "V" без хвостовой части. Крылья могут складываться, что немаловажно для ограниченной площади палубы авианосца. Для управления полетом БПЛА оснащен 6-ю рабочими плоскостями. Турбореактивный двигатель канадской фирмы Pratt amp; Whitney обеспечивает высокую скорость полета беспилотного аппарата и расположен в задней части аппарата. Беспилотник состоит из четырех частей, собранных из

композитных материалов и соединяющихся примерно в середине корпуса. Самолет имеет длину 11,6 м, размах крыльев 18,9 м (в сложенном состоянии 9,4 м), собственную массу 6,3 т, максимальную взлетную массу 20,2 т. Крейсерская скорость составляет 900 км/ч. Радиус действия 3900 км. Потолок 12,2 км. Предположительно аппарат будет приспособлен для выполнения дозаправки в воздухе. При этом БПЛА будет готов при необходимости беспрерывно выполнять поставленную боевую задачу в течение 80 часов, что на порядок больше длительности полёта боевых самолетов с пилотами.

Ударный БПЛА MQ-9 Reaper, разработанный американской компанией General Atomics и стоящий на вооружении ВВС США и других стран с 2007 г. Как и многие другие БПЛА, аппарат имеет V-образное оперение, состоящее из двух наклонных поверхностей, выполняющих функции и горизонтального, и вертикального оперения. Синхронное отклонение управляющих поверхностей играет роль руля высоты и управляет тангажом, а асинхронное руля направления и управляет рысканьем. Для беспилотников V-образное оперение представляется более экономичным решением, чем классическое. MQ-9 Reaper оснащен турбовинтовым двигателем, позволяющим развивать скорость более 400 км/ч. Практический потолок составляет 13 км. Максимальная продолжительность полёта равна 24 ч.

БПЛА тактического назначения Viking 300 разработки американской компании L-3 Unmanned Systems. Он построен полностью из композитных материалов. Оснащен двухтактным двухцилиндровым двигателем внутреннего сгорания мощностью 25 л.с. с толкающим винтом. Причем винт расположен между основным крылом и хвостовым оперением, а не позади него, как в предыдущем примере. Модульная конструкция позволяет легко собирать и разбирать аппарат. Длительность полета составляет 8-10 ч при крейсерской скорости 100 км/ч. Максимальная взлетная масса 144 кг, а масса полезной нагрузки 13,5 кг. Радиус действия составляет 50-75 км. Особенностью аппарата является возможность осуществлять полностью

автономные взлет и посадку, которые могут выполняться не только на бетонной полосе, но и на плохо подготовленных поверхностях.

Любительская разработка летающей радиоуправляемой модели с дисковым крылом. Аппарат отличается хорошей маневренностью и способность сохранять стабильность полета на малых скоростях.

В качестве движителей аппаратов самолетного типа обычно используются тянущие или толкающие винты, а также импеллеры (лопаточные машины, заключенные в цилиндрический кожух – англ.: impeller, ducted fan, shrouded propeller) или реактивные двигатели. Для аппаратов самолетного типа обычно необходима взлетно-посадочная полоса (ВПП). Для некоторых типов при взлете используют стартовые катапульты. Есть также самолетные БПЛА легкого класса, запускаемые "с руки". При посадке может применяться ВПП, парашют или специальные уловители (тросы, сетки, растяжки).

Взлеты и посадки традиционных БПЛА самолетного типа – процесс достаточно трудоемкий и затратный, требующий наличия специальных вспомогательных средств (ВПП, устройств запуска и посадки), поэтому разработчики новой техники все чаще обращаются к нетрадиционным схемам самолетных БПЛА, позволяющим создать безаэродромные БАС. Речь идет прежде всего о самолетах вертикального взлета и посадки (СВВП). На сегодняшний день существует много разновидностей аппаратов ВВП. Многие из них являются гибридами самолетов и вертолетов, поэтому рассмотрены в следующих подразделах (см. далее – "Винтокрылы", "Конвертопланы"). Те же СВВП, которым в большей степени присущи свойства самолета, чем вертолета, обычно имеют в качестве движителя реактивный двигатель, импеллер или небольшие по размеру пропеллеры. Их условно можно разделить по положению фюзеляжа при взлете и посадке на аппараты с вертикальным положением фюзеляжа (тэйлситтеры, от англ. – tailsitter) и аппараты с горизонтальным положением фюзеляжа.

Тэйлситтер ы в стартовом положении обычно опираются хвостовой частью на грунт. Если в качестве движителя используются тянущие винты, то они располагаются в носовой части. Посадка, как и взлет, у таких аппаратов обычно производится вертикально. Самое сложное для СВВП – это переход с вертикальной фазы полета на горизонтальную и обратно. У показанного БПЛА SkyTote, например, для управления полетом в этих фазах используется даже специальный нейросетевой контроллер.

В последнее время в тэйлситтерах все чаще в качестве движителей используют импеллеры, особенно если движитель является толкающим и находится в хвостовой части аппарата, – это энергетически выгоднее обычного пропеллера. Примером может служить разработка группы исследователей южнокорейского института KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology). У представленного беспилотного тэйлситтера предусмотрена возможность взлета и посадки как вертикально, так и горизонтально (т.е. по-самолетному – на ВПП).

Особой разновидностью тэйлситтеров можно считать т.н. кольцепланы (или колеоптеры) – летательные аппараты с крылом, имеющим при виде спереди правильную кольцевую форму. Внутренняя полость кольцевого крыла обдувается воздушной струёй, отбрасываемой двумя соосными винтами противоположного вращения, расположенными на входе в крыло. Хвостовое оперение в конце короткого фюзеляжа и управляющие элероны, установленные на двух профилированных пилонах, крепящих кольцевое крыло к фюзеляжу, находятся в зоне интенсивного обдува струёй от винтов, что повышает их эффективность. В 1959 во Франции фирмой SNECMA был построен экспериментальный пилотируемый кольцеплан с турбореактивным двигателем и проведены его испытания в вертикально подвешенном состоянии. При попытке перейти к горизонтальному полету произошло крушение и после этого проект был закрыт.

Однако в наши дни кольцепланы получили новое развитие, но уже в виде беспилотных аппаратов. Примеры многофункциональных БПЛА,

выполненных по схеме кольцеплана. Кольцевое замкнутое крыло имеет свои преимущества (нет срыва потока по краям, допускаются очень большие углы атаки, большая маневренность, большая прочность и меньшая масса крыла, хорошее соотношение массы полезной нагрузки к общей массе аппарата).

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 парапланы, дельтапланы и БПЛА с упруго деформируемым крылом.

Беспилотный моторизованный параплан – 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. Пример – разработки американской фирмы Atair Aerospace, которая предложила серию беспилотных парапланов под общим названием LEAPP (Long Endurance Autonomous Powered Paraglider). Их основное достоинство – экономичность. Они снабжены двигателями внутреннего сгорания и способны длительное время медленно барражировать над объектом, производя, например, видеосъемку. Для запуска требуется площадка длиной 2-3 м для короткого разбега. Модель Micro LEAPP является компактной модификацией, которую может обслуживать один человек (предусмотрена переноска аппарата в заплечном ранце). Недостатком беспилотных моторизованных парапланов 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.

Беспилотный моторизованный дельтаплан – это аппарат на основе мягкого крыла дельтавидной формы. Такое крыло представляет собой три

жесткие направляющие, соединённые между собой в передней точке и образующие в горизонтальной плоскости веер, с углом между трубами 90-140 градусов. Между трубами натянута прочная ткань. Две боковые направляющие и задняя кромка ткани образуют при виде сверху почти треугольник. Крыло крепится на тележку, на которой смонтированы двигатель с винтом (тянущим или толкающим) и аппаратура. Управление полётом осуществляется обычно с помощью дополнительных аэродинамических элементов, небольшой деформации крыла или с помощью перемещаемого центра тяжести.

Скорость современных дельтапланов составляет от 25 км/ч до 100-130 км/ч, высота полётов достигает 6 км и более. По сравнению с беспилотными мотопарапланами мотодельтапланы значительно проще и стабильнее в управлении благодаря наличию жестких связей крыла с остальной конструкцией.

Преимущество мотодельтаплана по отношению к другим БПЛА заключается в простоте и надёжности конструкции, дешевизне и компактности в сложенном виде, минимальной необходимой длине площадки для взлёта и посадки, бесшумности, отсутствию влияния вибраций от ротора несущего винта на аэродинамические элементы конструкции.

БПЛА с упруго деформируемым крылом. Крыло в аппаратах такого типа выполняется из композитного материала с большой степенью упругости. Это позволяет сворачивать крыло без опасения потерять его форму. Оно также хорошо противостоит соударениям с землей и препятствиями. Примером может служить БПЛА Maverick – компактный и очень легкий электрический летательный аппарат, разработанный американской компанией Prioria Robotics. Гибкое упругое крыло позволяет размещать Maverick в небольшом тубусе диаметром 15 см. Кроме того, по заявлению авторов, такое крыло способно частично компенсировать порывы ветра и улучшать стабильность полета. Аппарат оснащен камерой для видео и фото съемки. Запуск БПЛА может производиться как "с руки", так и с

помощью специальной пневматической катапульты. После вылета из катапульты аппарат разворачивает крылья. Гибкое крыло не имеет элеронов, поэтому управление осуществляется с помощью небольших аэродинамических рулей в хвостовой части. БПЛА Maverick имеет массу 1,16 кг, радиус действия до 5 км и способен находиться в воздухе от 45 до 90 минут, совершая полет со скоростью от 40 до 100 км/ч.

БПЛА вертолетного типа. Этот тип аппаратов известен также как БПЛА с вращающимся крылом. Часто их называют также VTOL UAV (Vertical Take-off and Landing UAV) – 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 крылом (например, как в СВВП – за счет реактивного сопла, при взлете и посадке направляемого вертикально вниз).

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.

Квадрокоптер – самая распространенная схема построения мультикоптеров. Наличие четырех жестко зафиксированных роторов дает возможность организовать довольно простую схему организации движения. Существуют две таких схемы движения: схема "+" и схема "x". В первом случае один из роторов является передним, противоположный ему – задним, и два ротора являются боковыми. В схеме "x" передними являются одновременно два ротора, два других являются задними, а смещения в боковом направлении также реализуются одновременно парой соответствующих роторов. Алгоритм управления частотами вращения винтов для схемы "+" несколько проще и понятнее, чем для схемы "x", однако последняя используется все же чаще из-за конструктивных

преимуществ: при такой схеме проще разместить фюзеляж, который может иметь вытянутую форму, бортовая видеокамера имеет более свободный обзор. То, каким образом квадрокоптер совершает элементарные маневры. Одна пара винтов вращается по часовой стрелке, другая – против. Если частоты вращения пар одинаковы, то аппарат неподвижен относительно вертикальной оси. Если увеличить частоту вращения для одной пары на Af а для другой – уменьшить на ту же величину Af (чтобы сохранить общий вертикальный вектор тяги неизменным), то будет реализован поворот влево или вправо вокруг вертикальной оси. При одновременном одинаковом изменении частот вращения всех винтов будет осуществляться подъем или снижение квадрокоптера. Для движения в каком-либо направлении (вперед, назад, влево, вправо) двигатель, соответствующий направлению желаемого смещения, должен уменьшить частоту вращения на Af противоположный ему – увеличить на Af,а два других – оставить без изменения.

Типичный состав оборудования квадрокоптера это аккумулятор, контроллер частоты вращения, бесколлекторный электродвигатель, полетный контроллер, приемник, модуль GPS, управляемый подвес для камеры и пульт управления. Для аппаратов с другим количеством роторов он аналогичен.

Команды, принятые приемником, поступают в полетный контроллер в виде широтно-импульсного сигнала. Здесь они с учетом текущей навигационной информации (получаемой в самом полетном контроллере от встроенных микросистемных гироскопов и акселерометров), а также с учетом сигналов с модуля GPS (опционально) преобразуются в широтно-импульсные сигналы управления двигателями, которые подаются на контроллеры частоты вращения двигателей (т.н. ESC – Engine Speed Control). Назначение модулей ESC – преобразование управляющих широтно-импульсных сигналов в синусоидальные трехфазные напряжения для обмоток бесколлекторных электродвигателей. Типичный источник питания для бортсети мультикоптеров – это батарея литий-полимерных

аккумуляторов. Потребляемые токи – от единиц до сотен ампер в зависимости от размеров аппарата.

Основное назначение мультикоптеров – это фото- и видеосъемка различных объектов, поэтому они, как правило, оснащаются управляемыми подвесами для камер. Компоновка оборудования на мультикоптере может быть самой различной. Модуль GPS обычно стараются выносить отдельно как можно дальше от сильноточных цепей. Для защиты пропеллеров часто предусматривают специальные охватывающие ограждения.

Для увеличения подъемной силы и повышения живучести аппарата часто объединяют на одной балке тянущий и толкающий винты с соответствующими двигателями.

1.4 Виды квадрокоптеров, применяемых МЧС России

Первый вид беспилотного летательного аппарата «ZALA 421-16E» может управляться на больших расстояниях, в нем присутствует система автоматического управления, оснащён навигационной системой с инерциальной коррекцией, имеет встроенную цифровую систему телеметрии, навигационные огни, цифровой встроенный фотоаппарат, радиомодемом с приемником с возможностью работы без сигнала 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. Используется для наблюдения, целеуказания, оценки ущерба, проводит аэрофото- и видеосъёмку на больших расстояниях.

Второй вид беспилотного летательного аппарата «ZALA 421-22» средней дальности, имеющий систему автоматического управления, навигационную систему, встроенную цифровой системой телеметрии, навигационные огни, модули удержания и активного сопровождения цели,

цифровые широкополосные видео передатчики, радиомодем с приемником, систему самодиагностики и поисковый передатчик.

Ещё один вид беспилотных летательных аппаратов это «DJI Phantom 3». Это беспилотный летательный аппарат вертолетного типа, оснащенный системой автоматического управления, встроенной 12 Мп видеокамерой, съемкой видео разрешением 1920x1080 пикселей частотой 60 кадров в секунду, системой телеметрии с возможностью передачи сигналов с различных датчиков (температурных, радиационных и т.п.).

Предназначен для детальной разведки района ЧС, объекта, оценки его состояния, осмотра отдельных элементов строений, сооружений, в том числе и внутри них, отдельных участков местности, дорог, мостов и других, проведения воздушной разведки, определения маршрутов ввода наземных аварийно-спасательных сил.

1.5 Применение квадрокоптера при разведке труднодоступных и масштабных зон чрезвычайных ситуаций

В настоящее время структурные подразделения МЧС России не оснащены техническими средствами, необходимыми для разведки труднодоступных и масштабных зон чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и террористического характера. В этой связи и для этих целей территориальными органами МЧС, как правило, заключаются договора с авиапредприятиями либо применяется авиация региональных центров. Однако использование возможностей пилотной авиации не всегда эффективно из-за достаточно длительного времени реагирования (до 6 часов), больших финансовых затрат (стоимость одного часа полёта более 25 тыс. рублей), жёсткой зависимости от погодных условий и т.д.

Наиболее перспективным направлением для решения данной проблемы, на мой взгляд, является применение беспилотных летательных

аппаратов, которыми можно оснастить оперативные группы территориальных органов управления МЧС.

Рассмотрим возможности их применения на примере такой крупномасштабной чрезвычайной ситуации, как лесной пожар.

Важную роль в управлении пожарной оперативной обстановкой имеет знание динамики развития лесного пожара во времени с момента его возникновения, последующего тушения и ликвидации. Продолжительность действия пожаров определяет затраты материальных и трудовых ресурсов на ликвидацию их и вызываемых ими отрицательных последствий. Основной задачей управления пожарами является сокращение сроков их действия на стадиях, предшествующих началу тушения, и на последующих этапах их ликвидации, что позволяет снизить величину условно допустимой площади пожара и повысить, таким образом, уровень их охраны.

Как известно, развитие лесного пожара при отсутствии управляющих воздействий протекает по следующей схеме: возникновение горения лесных горючих материалов (самовозгорание, вынужденное возгорание и зажигание), распространение горения по лесной площади, сгорание лесных горючих материалов и потухание. Анализ временной структуры процессов развития лесного пожара, его тушения и ликвидации позволяет выделить следующие временные этапы:

1) время действия пожара до обнаружения – начальный скрытый промежуток времени горения в лесу до момента обнаружения пожара;

2) время ожидания с момента обнаружения до выезда к месту действия;

3) время следования к месту развития пожара;

4) разведка лесного пожара (с момента прибытия до начала тушения);

5) время остановки лесного пожара (ликвидация пламенного горения на кромке пожара);

6) время локализации пожара (ликвидация беспламенного горения на кромке);

7) время дотушивания пожара (тушение явных очагов горения на площади пожара);

8) время окарауливания (тушение скрытых очагов горения до ликвидации пожара).

Таким образом, перед нами встает задача уменьшения временных интервалов, начиная с этапа разведки лесного пожара и до момента его ликвидации. Одним из способов её решения является применение БПЛА. Их основное предназначение состоит в постоянной разведке зоны ЧС (в нашем случае лесного пожара), начиная с этапа собственно разведки и заканчивая окарауливанием зоны пожара. При этом руководитель тушения пожара (РТП) постоянно получает информацию:

– о виде и размерах пожара, рельефе местности, скорости и направлении распространения огня, ожидаемом развитии пожара в период его тушения, вероятности его распространения на населенные пункты, пансионаты, дома отдыха, объекты лесозаготовки, торфяные поля;

– об участках, где возможно наиболее интенсивное развитие пожара (хвойный молодняк, захламленные участки леса, площади пожароопасных культур, временные склады лесоматериалов, торфоразработки и т.п.).

Для правильной организации тушения РТП получает наглядную информацию о возможных препятствиях, способствующих остановке огня; выгодных для организации защиты рубежах; возможностях и путях подъезда к кромке леса, границе пожара с целью применения механизированных средств локализации и тушения, а также о наличии и возможностях использования естественных водоисточников; безопасных местах стоянки транспортных средств и путях отхода людей в места укрытия на случай прорыва огня.

При необходимости, оценив обстановку на основании данных, полученных с БПЛА, РТП своевременно принимает решение на манёвр сил и средств, выбор решающего направления действий по тушению лесного пожара.

Совершенно очевидно, что на сегодняшний день применение беспилотных систем имеет явную экономическую выгоду, так как стоимость 1 моточаса работы беспилотных систем в пять и более раз меньше стоимости работы обычных типов самолётов и вертолётов, применяемых в системе авиационной охраны лесов (далее АОЛ). Для АОЛ первоочередными путями повышения эффективности является широкое применение инструментальных средств разведки лесных пожаров. Оснащение БПЛА АОЛ тепловыми датчиками инфракрасного и микроволнового диапазонов в качестве инструментальных средств разведки и диагностики пожаров следует признать основным направлением совершенствования охраны лесов. Теплолокатор микроволнового диапазона (РТЛ) способен получать информацию о положении горящей кромки и протяжённости активной зоны горения, как при верховых, так и при низовых (скрытых пологом леса) и подземных пожарах (пожары на торфяниках). Многочисленные исследования очагов лесных пожаров показали, что наибольшей информативностью для решения задач АОЛ обладает миллиметровый диапазон радиоволн. Основными требованиями к РТЛ можно считать высокую вероятность обнаружения очага, обеспечение максимальной ширины полосы обзора, возможность опережающего (по полёту) получения информации о положении горящей кромки в целях обеспечения безопасности личного состава, задействованного на тушение лесного пожара.

В нашей стране не выработано чёткой концепции строительства и применения БПЛА. Однако, исходя из зарубежного опыта применения БПЛА, в ряде регионов России проводятся самостоятельные исследования в данной области и достаточно успешно реализуются замыслы по их практическому применению.

Высокая эффективность, лёгкость управления и экономичность применения БПЛА позволила принять их в опытную эксплуатацию оперативными группами Главного управления МЧС России по Удмуртской Республике.

Аппараты, принятые в опытную эксплуатацию, оснащаются полезной нагрузкой (до 50 кг), станциями наземного управления и другим оборудованием. БПЛА легки в управлении и могут решить различные задачи (получение и передача данных, загоризонтный обзор, определение степени причинённого ущерба, выявление взрывных устройств, сбрасывание небольшого груза, пограничный контроль, обнаружение нефтяных разливов, обследование линий электропередач, воздушная фото- и видеосъёмка и т.д.). Особый интерес представляет собой проведение радиационной и химической разведки в условиях, опасных для человека и в то же самое время требующих охвата значительной площади в сжатые сроки. В данном случае наиболее приемлемо применение БПЛА вертолётного типа, так как он позволяет вести не только радиационную, но и химическую разведку, для которой необходима низкая скорость перемещения датчиков. С его помощью можно также расставить датчики или провести отбор проб в необходимых местах. Для радиационной и химической разведки местности может применяться оперативный мобильный радиационно-химический комплекс на базе системы SkyLINK.

В алюминиевом ящике может быть размещено приёмное оборудование для работы в полевых условиях – для быстрого развёртывания временной схемы радиационного и химического контроля в 5–30 минут возможно развернуть приёмный пункт и подключить до 30 датчиков GammaTRACER с радиоканалом мощностью 10 мВт в радиусе приёма до 100 км, а также набор других приборов радиационного и химического наблюдения, оснащённых радиоканалом. Размещение и установка датчиков в радиусе 100 км требует дополнительного времени. Всё оборудование легко размещается и перевозится в автомобиле типа «Газель». Мобильный вариант системы SkyLINK представляет интерес для оперативных групп МЧС аварийно-технических центров, Центров мониторинга и прогнозирования, а также других служб различных ведомств (по дополнительному заказу приборы оснащаются модулем GPS/GIS, возможна стыковка со стационарными

системами мониторинга, дополнительное оснащение беспилотным вертолетом для расстановки приборов в аварийной зоне).

Немаловажная роль дистанционных методов контроля заключается в использовании их возможностей для оперативного выявления радиационной, химической и биологической обстановки в случаях экстремально высокого загрязнения атмосферного воздуха на территории опасного объекта, в пределах зоны защитных сооружений и мероприятий, установленных вокруг него (размеры достигают до 25 км) по следу распространения радиоактивного, химического и биологического загрязнения атмосферного воздуха, почвы и воды.

Дистанционные методы контроля могут найти своё применение в компактных мобильных лидарных комплексах, установленных на БПЛА вертолётного типа. Лидарные комплексы могут оснащаться набором излучателей, что позволяет осуществлять лидарное зондирование в широком спектральном диапазоне излучения, начиная от ультрафиолетового и заканчивая дальним инфракрасным. Благодаря этому, лидары могут эффективно использоваться для решения следующих задач в зоне до 50 км:

1) определения источника аварийного загрязнения;

2) измерения концентрации загрязнения;

3) порогового обнаружения загрязнения и, как следствие, контроля аварийных ситуаций;

4) получения карт параметров рассеивания шлейфов выбросов и их эволюции во времени.

Аэрозольный лидар определяет местоположение и отслеживает эволюцию естественных и искусственных аэрозольных образований в атмосфере, а также оценивает характерный размер частиц.

Поляризационный лидар исследует их физическую структуру: капли жидкости или твёрдые кристаллические частицы. DIAL измеряет концентрацию в атмосфере изотопов йода, что важно при контроле радиационной безопасности в случае аварийных выбросов на АЭС.

CO2 – гетероидный лидар определяет скорость и направление ветра, а также измеряет концентрации высокомолекулярных загрязняющих примесей.

Турбулентный лидар позволяет оценить уровень и распределение параметров атмосферной турбулентности.

Для обнаружения пожаров, взрывов и выбросов раскалённых газов используется инфракрасный радиометр. Для точного определения АХОВ и СДЯВ, имеющих сложную молекулярную структуру, применяется инфракрасный быстродействующий Фурье-спектрометр.

Компактный мобильный лидарный комплекс, установленный на БПЛА, позволит определять и прогнозировать дальнейшую трансформацию и перемещение любых веществ, в том числе биологической природы. Точное географическое позиционирование обеспечивает входящий в состав наземной системы управления БПЛА приёмник ГЛОНАС/GPS. Программный комплекс предоставляет возможность в быстрой и удобной для операторов форме выполнять все операции по настройке лазерного, оптического, электронного и электромеханического оборудования и получать результаты лидарного зондирования не только в виде диаграмм и графиков, но и с помощью разработанной системы картографирования, а также накладывать результаты измерений на карту местности. Всё это позволит своевременно провести мероприятия по защите населения и территорий в районах размещения опасных объектов в случаях угрозы и совершения чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и террористического характера.

БПЛА вертолётного типа имеют возможность вертикального взлёта-посадки на неподготовленной поверхности, могут действовать на узком пространстве и не требуют специального взлётно-посадочного оборудования.

Летательные аппараты автоматически выполняют всю программу от взлёта до посадки, при этом полёт контролируется компьютером. Программа наземного управления предоставляет оператору возможность контролировать полёт, изменять точки маршрута, загружать новые полётные планы.

Программное обеспечение позволяет иметь доступ к необходимой информации в реальном режиме времени, а разработчику – и конфигурировать БПЛА. Данные, полученные с платформы, записываются для послеполётного анализа. Редактор маршрута и полётных заданий позволяет управлять БПЛА без длительной подготовки. Двух часов тренировок на симуляторе достаточно для понимания программы наземного управления. Автопилот, используемый на данных аппаратах, позволяет осуществлять перепрограммирование задания в полёте (менять места посадки, скорость, высоту полёта и т.д.), имеет интерфейс с джойстиком управления, а опции связи поддерживают разные типы радиомодемов.

Система автоматического управления может применяться не только в летательных, но и в наземных/подземных и надводных/подводных беспилотных системах.

В целях обеспечения централизованного управления БПЛА, анализа поступающей информации и принятия решений в рамках данного комплекса может быть реализована глобальная сетевая многопользовательская интегрированная система ZANET® удалённого управления БПЛА на основе IP сети с разделением прав пользователей. В рамках данной системы наземная станция управления (далее НСУ) интегрируется посредством специального аппаратно-программного комплекса в существующую или специально построенную сеть на основе стека IP протоколов и представляет собой специализированный защищённый сервер с удалённым многопользовательским доступом. Сервер НСУ поддерживает разграничение прав пользователей, систему паролей и связанную с этим возможность дифференцировать различные функциональные возможности по управлению беспилотным летательным аппаратом, его полезной нагрузкой и принимаемой с целевой нагрузки информацией. Пользователи с любой точки земли по имеющемуся каналу передачи данных могут управлять всеми беспилотными летательными аппаратами, находящимися в пределах действия радиоканала между бортом БПЛА и НСУ.

Использование системы может быть целесообразно в случаях, когда место запуска БПЛА, место получения целевой информации с борта и управление им необходимо разнести географически. Например, за действиями по тушению лесного пожара, проходящими за тысячи километров от Москвы, можно наблюдать прямо в столице.

В качестве варианта увеличения дальности связи с разведывательным БПЛА может использоваться дополнительный ретранслятор с установленным на нём радиотехническим оборудованием. Ретранслятор может располагаться на другом беспилотном аппарате либо может быть установлен стационарно, например, на мачтах сотовой связи. Таким образом, можно обеспечить практически полное покрытие зоны исследования. На рис. 2 приведена схема управления БПЛА с различных пунктов управления, в том числе с использованием ретранслятора.

Однако прогресс в области спутниковых систем связи, например, Inmarsat, предоставляет возможность передачи целевой информации с БПЛА по спутниковым каналам в любую точку земного шара со скоростью около 400 Кбит. Скорость данного канала позволяет передавать непосредственно с борта БПЛА чёрно-белую видеоинформацию в стандарте PALна любой совместимый терминал. При проведении оперативных мероприятий во время ЧС также целесообразно снабдить малогабаритными приёмными устройствами непосредственных участников операции: пожарных и спасателей. Таким образом, во время работы у руководителя тушения пожара для верного принятия решения появится дополнительная видеоинформация об общем состоянии развития ситуации.

Рассматривая вопросы практического применения БПЛА на примере ликвидации последствий крупной авиационной катастрофы, имевшей место 14 сентября 2008 года при падении самолёта Боинг-737 в г. Перми, а также пожара, сопровождаемого взрывами на арсенале хранения боеприпасов в пос. Пугачево Мало-Пургинского района Удмуртской Республики 2 июня 2011 года, можно сделать следующие выводы:

– экономическая целесообразность применения беспилотного комплекса обусловлена простотой использования, возможностью взлёта с любой необорудованной площадки, отказом от использования горюче-смазочных материалов, возможностью посадки на любой выбранной территории;

– беспилотные комплексы безопасны для людей, работающих на земле в пределах зоны воздушного пространства работы комплекса, что было продемонстрировано в пос. Пугачево Удмуртской Республики;

– оперативный штаб получает достоверную видео- и фотоинформацию, что позволяет эффективно управлять силами и средствами локализации и ликвидации ЧС;

– возможность передачи видео- и фотоинформации в режиме реального времени и формирования цифровых карт на ЦУКС ГУ МЧС России даёт возможность оперативно влиять на изменение ситуации и принимать правильное управленческое решение;

– возможность ручного и автоматического использования беспилотных комплексов позволяет увеличивать зоны работы до 50 километров.

Хотелось бы отметить, что БПЛА, находящиеся в опытной эксплуатации, демонстрировались на:

– выездном заседании коллегии Приволжско-Уральского регионального центра МЧС России в г. Ижевске Удмуртской Республики 2 ноября 2007 года;

– коллегии МЧС России и Полномочного Представителя Президента Российской Федерации в Приволжском Федеральном округе 25–26 марта 2008 года в г. Самара;

– I Международном салоне средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность – 2008» 14–18 мая 2008 года в г. Москве;

– V Международной выставке технических средств обороны и защиты «Оборона и защита – 2008» 9–12 июля 2008 года в г. Нижний Тагил Свердловской области.

Отдельно следует подчеркнуть, что с 19 по 22 мая 2009 года в г. Москве проходил II Международный салон «Комплексная безопасность – 2009», на котором выставочная экспозиция по теме «Комплексная безопасность Приволжского региона с применением подсистем беспилотного многоцелевого комплекса, радио канального адресного мониторинга и оповещения с передачей данных на НЦУКС» завоевала золотую медаль. Беспилотный комплекс был продемонстрирован на международных демонстрационных полевых учениях по ликвидации чрезвычайных ситуаций государств – членов Шанхайской организации сотрудничества «Богородск – ШОС», состоявшихся в рамках данного Салона 22 мая 2009 года на полигоне 179 Спасательного центра МЧС России (г. Ногинск Московской области) при участии Министра МЧС России генерала армии Шойгу С. Г.

1.6 Эффективность внедрения квадрокоптеров в работу МЧС России

Фото и видеоданные, получаемые с борта беспилотных летательных аппаратов, позволяют отрядам МЧС не только оценивать и анализировать сложившуюся ситуацию, но и принимать оперативные управленческие решения. Благодаря этому, наземные группы в кратчайшие сроки ликвидируют негативные последствия ЧС либо, если это возможно, предотвращают ее.

Как показывает опыт, рентабельным и перспективным является применение беспилотников МЧС при мониторинге наводнений, лесных пожаров, поиске людей и в других ситуациях экстренного характера.

Поиск потерявшихся людей. Для этого можно применять беспилотники с камерой и тепловизором, основным здесь является тепловизор, так как человека под кронами деревьев в особенности, если он в темно-монотонной одежде - практически не реально найти с помощью обычной камеры. А вот с помощью тепловизора с хорошим разрешением можно найти человека, даже

который не очень хочет, чтобы его нашли. - информирование людей. При наводнениях, пожарах или других стихийных бедствиях оповещения с беспилотника с помощью рупора (громкоговорителя) установленного на аппарате, является весьма эффективным в условиях отсутствия других способов оповещения. Использование громкоговорителя на мультикоптерах в МЧС зарекомендовало себя и для поиска потерявшихся людей. Мониторинг потенциально опасных объектов. С использованием разной целевой нагрузки на мультироторных квадрокоптеров для получения более полной информации таких как:

1) аэрофото-аэровидео камеры;

2) тепловизионные датчики;

3) мультиспектрометры;

4) разные датчики экологического мониторинга (счетчик гейгера и т.д.).

Слежение за развитием ЧС. Используя целевую нагрузку можно также успешно проводить наблюдения и за объектами, где происходит ЧС. При пожарах объект очень часто находиться за плотной пеленой дыма, и чтобы была возможность "заглянуть" за нее и понять, где и что именно горит применения того же тепловизора становиться необходимостью, с помощью специальных датчиков возможно определить состояние среды, радиоактивный фон, степень заражения воздуха опасными веществами. При возгорании объектов, угрожающих взрывом наблюдение с воздуха можно применять только с беспилотников.

Доставки грузов. Возможна с помощью мультироторных БЛА в труднодоступные районы при ЧС. Это средства связи, медикаменты или предметы первой необходимости, сигнальные маячки для наведения групп поиска, спасательные круги, жилеты и т.д.

Картографирование местности. Мультироторные БЛА смогут не только увидеть ситуацию сверху, но также и залететь в опасное здание с датчиками измерения в разных местах ЧС. Также мультикоптер сможет облететь здание

кругом и отснять его со многих ракурсов, что позволит оперативно создать 3Д модель объекта ЧС. И в зависимости от камер обычных или тепловых, которые стоят на БПЛА эту 3D модель можно построить в разных спектрах электромагнитного излучении. В качестве результатов можно оперативно получать 3Д модели снимаемого участка для принятия решения по дальнейшей работе при ликвидации последствий ЧС.

Сегодня во всех 85 регионах страны создаются Центры беспилотной авиации МЧС. Как показал опыт, беспилотники способны заменить самолеты и вертолеты в ходе выполнения заданий, связанных с риском для жизни их экипажей и с возможной потерей дорогостоящей пилотируемой авиационной техники, их использование не только эффективно, но и рентабельно.

1.7 Обучение работников МЧС России управлению беспилотных летательных аппаратов

Группа компаний ZALA AERO обладает собственным лицензированным учебным центром, осуществляющим образовательную деятельность по программе профессиональной подготовки в последующим присвоением квалификации «Оператор наземных средств управления беспилотным летательным аппаратом».

В учебном центре созданы комфортные условия для обучения и автономного проживания групп до 15-ти человек.

Учебные классы построены и оборудованы по новейшим технологиям, оснащены специализированной техникой, в том числе необходимой для обучения небольшому ремонту БЛА. Для отработки операторских навыков, обучающихся имеются тренажерные модули-симуляторы, учебные беспилотные летательные аппараты и специально оборудованные автомобили для выездных учений.

Тренажерный модуль-симулятор является уникальной разработкой компании. Его программное обеспечение, в зависимости от уровня сложности обучения, позволяет моделировать нештатные ситуации как автоматически, так и по команде инструктора. Тренировки могут проводиться со всем модельным рядом БЛА ZALA, интерфейсы симулятора и реальной НСУ полностью идентичны.

Основной курс обучения составляет 2-3 недели и включает в себя теоретическую и практическую части. Теоретический курс преподают квалифицированные специалисты по программе профессиональной подготовки, которая регулярно совершенствуется в соответствии с лицензией, полученной от Министерства образования, при этом учитываются все возможные штатные и нештатные ситуации в управлении БЛА.

Практическая часть обучения включает в себя дневные и ночные полеты, выездные тренировки, проведение ремонтных работ в полевых условиях и в специально оборудованных учебных классах.

По окончании курса подготовки, обучающиеся сдают экзамены, после чего получают сертификаты с присвоением квалификации «Оператор наземных средств управления беспилотным летательным аппаратом».

Помимо основного курса обучения с курсантами проводятся дополнительные индивидуальные занятия, а также для непосредственного общения операторов с инженерами компании создан специальный интернет-форум.

С 2013 года группа компаний ZALA AERO занимается подготовкой квалифицированных инженеров-механиков. Подготовка включает в себя обучение ремонту БЛА малого и среднего уровня сложности, что позволит впоследствии самостоятельно проводить техническое обслуживание и замену необходимых элементов на месте эксплуатации беспилотных летательных аппаратов. Срок обучения — 2-3 недели.

1.8 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.

ГЛАВА 2. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

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

2.1 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 приведен на Рис.1а и Рис.1б.

Рисунок 1а – Японская АЭС после аварии с БПЛА.



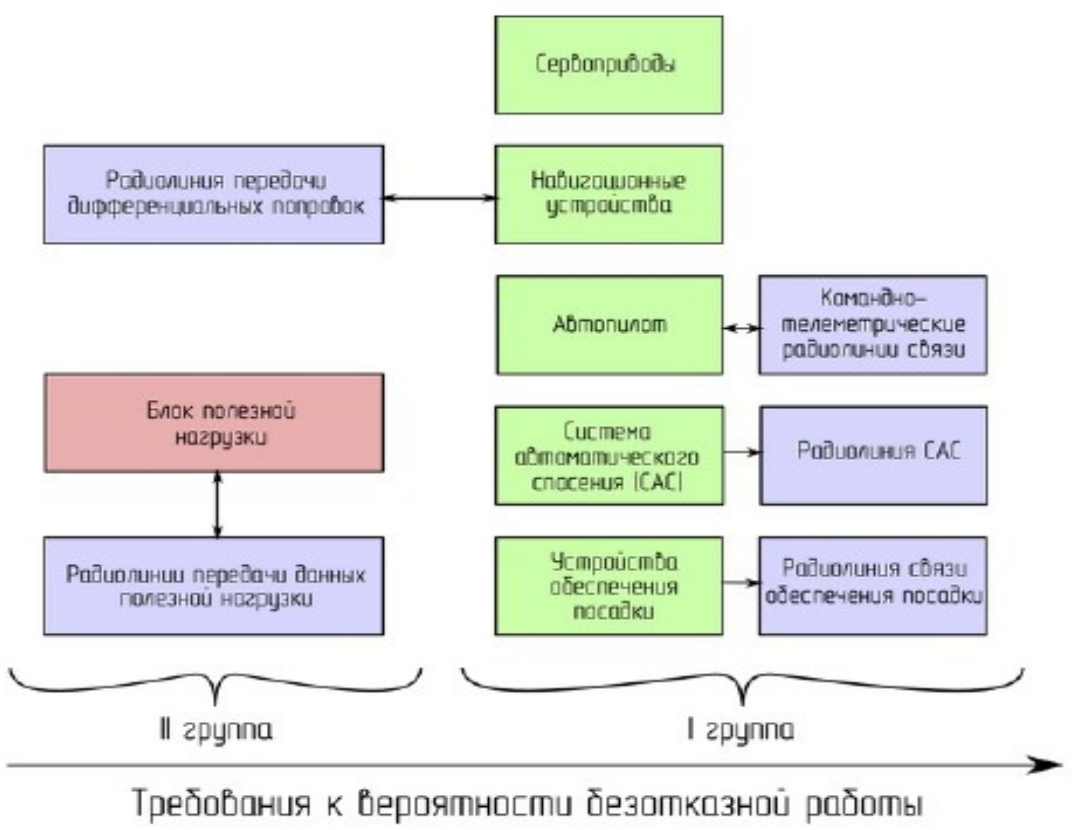
Рисунок 1б – Японская АЭС после аварии с БПЛА.



2.2 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. 4).

Рисунок 4 – 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.

2.3 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 также 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.

2.4 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 обеспечиваться спецодеждой и спец.обувью в соответствии с рекомендуемым перечнем в таблице :

Таблица 1 – Перечень вещевого имущества

№ п/п	Наименование спецодежды	Срок носки, лет
1	Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих механических загрязнений и вредных	2

	биологических факторов	
№ 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

2.5 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.).

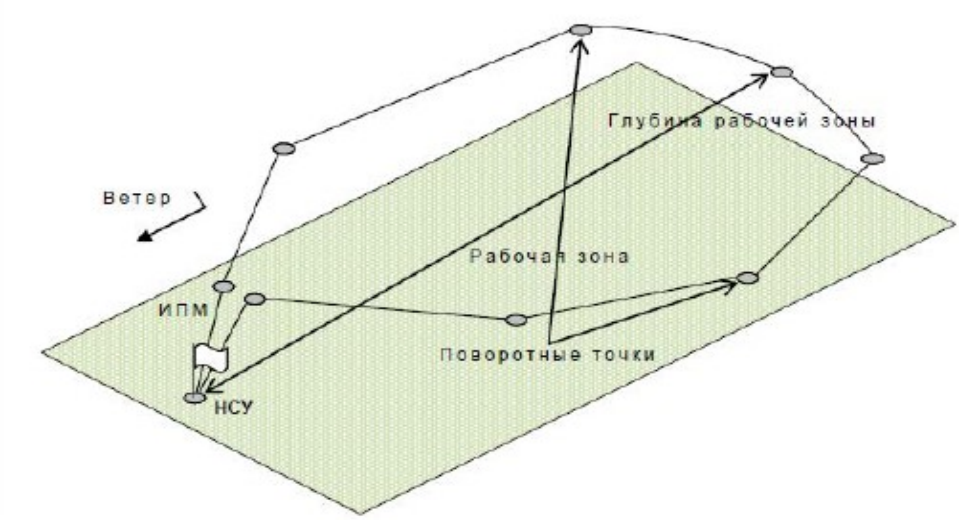
- Линия пути, по возможности, не должна проходить возле линий электропередач (ЛЭП) большой мощности и других объектов с большим уровнем электромагнитных излучений (радиолокационные станции, приемо-передающие антенны и пр.).

- 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.

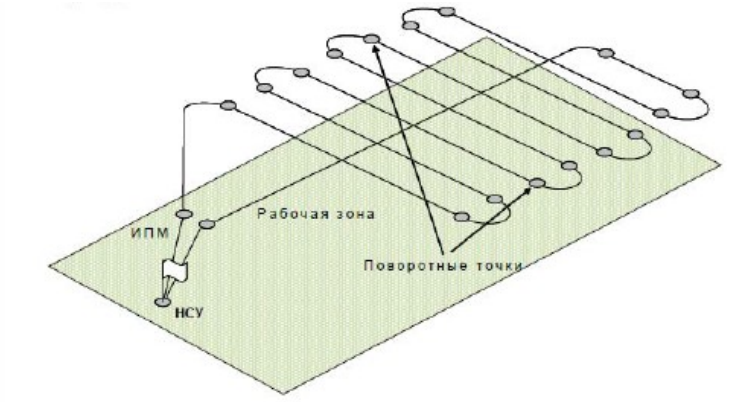
Для общего осмотра территории наиболее целесообразным является кольцевой замкнутый маршрут. Основные достоинства этого метода – охват большой площади, оперативность и быстрота проведения мониторинга, возможность обследования труднодоступных участков местности, относительно простое планирование полетного 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 5 – Построение маршрута полета с учетом ветра.



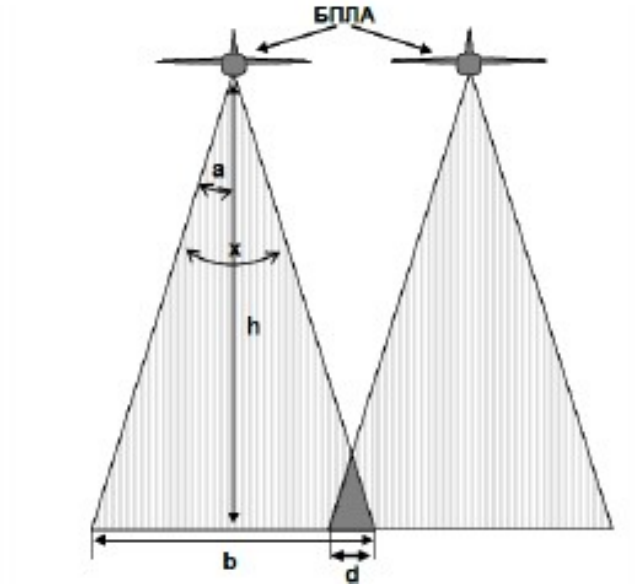
Для детального осмотра отдельных участков местности в пределах рабочей зоны применяются прямолинейные взаимно параллельные маршруты.

Рисунок 6 – Построение полета прямолинейного параллельного маршрута.



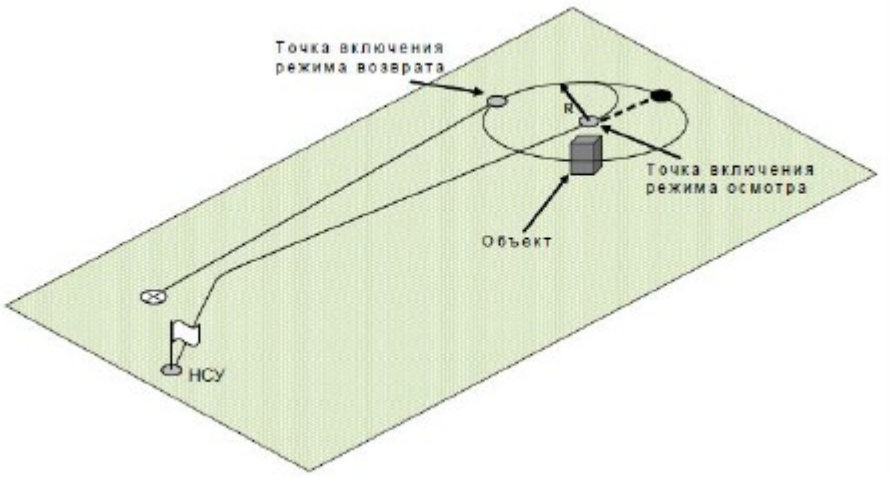
Параллельный маршрут рекомендуется использовать при аэрофотосъемке участков местности. При подготовке маршрута оператор должен учитывать максимальную ширину поля зрения фотокамеры БПЛА на заданной высоте его полета. Маршрут прокладывается так, чтобы края поля зрения камеры перекрывали соседние поля примерно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

Рисунок 6 – 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 7 – Облет заданного объекта.



2.6 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 8 – Обзор зоны пожара.



ГЛАВА 3. 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 стоимость закупки и эксплуатации комплекса БПЛА, в пересчете на час работы с ценой аренды вертолета «Ми-8».

3.1 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.

3.2 Затраты на использования БПЛА. 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.

3.2.1 Расчет эксплуатации комплекса БПЛА

Общая цена затрат на использования БПЛА рассчитывается по формуле:

Ц = АБПЛА+ АТПУ + СТ + СТПУ+ПУ +СЗП (1)

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

АБПЛА - амортизация БПЛА;

АТПУ - амортизация ТПУ и ПДУ;

СТ - затраты на топливо для БПЛА;

СТПУ+ПУ - затраты на топливо для автомобилей;

СЗП - заработная плата экипажа (10 чел.).

Расчет амортизация производится по формулам:

Для БПЛА:

АБПЛА = ЦБПЛА/РБПЛА (2)

Где: ЦБПЛА – стоимость БПЛА;

РБПЛА – ресурс работы БПЛА;

АБПЛА=90000/300=300 руб/час.

Для ТПУ и ПДУ:

АТПУ = ЦТПУ/РТПУ (3)

Где: ЦТПУ – стоимость ТПУ и ПДУ;

РТПУ – ресурс работы ТПУ и ПДУ;

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

ЦТПУ = ЦКБПЛА – 4*ЦБПЛА (4)

Где: ЦКБПЛА – стоимость комплекса БПЛА;

ЦБПЛА – цена одного БПЛА;

ЦТПУ = 500000-4*90000 = 140000 руб.

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

Согласно (3) амортизация ТПУ и ПДУ составит:

АТПУ = 140000/10800 = 13 руб/час.

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

Ст=Рт*Цт (5)

Где: Рт – расход топлива БПЛА;

Цт – цена топлива за 1 литр;

Ст = 30*2=60 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:

СТПУ+ПУ = СТПУ+СДУ (6)

Где: СТПУ – стоимость топлива для ТПУ;

СДУ – стоимость топлива для ПДУ;

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

СТПУ = 8*30 = 240 руб.

СПУ = 8*30 =240 руб.

СТПУ+ПУ = 240 + 240 = 480 руб.

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

СЗП = РЗП/ (22*8) (7)

РЗП = ЗКМ + ЗСТ + 2*ЗРТ. + ЗНР + 2*ЗСТ.ОП + 2*ЗОП + ЗВД (8)

где РЗП – Зарплата обслуживающего персонала в месяц;

ЗКМ – зарплата командира (65 т.р.);

ЗСТ – зарплата старшего техника (53 т.р.);

ЗРТ – зарплата радиотелефониста (40 т.р.);

ЗНР – зарплата начальника расчета (47 т.р.);

ЗСТ.ОП – зарплата старшего оператора (35 т.р.);

ЗОП – зарплата оператора (30 т.р.);

ЗВД – зарплата водителя (30 т.р.);

РЗП = 65 + 53 + 2*40 + 47 + 2*35 + 2*30 + 25 = 400 т.р.

СЗП = 400000/ (22*8) = 2273 руб/час

Стоимость 1 час эксплуатации по БПЛА (1) составит:

Ц = АБПЛА + АТПУ + СТ + СТПУ + ПУ + СЗП = 300+13+60+480+2273=3126 руб/час

3.3 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.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, дальнейшее внедрение беспилотных летательных аппаратов будет существенным образом способствовать восполнению информационных пробелов относительно динамики развития ЧС. Крайне важной задачей является обнаружение возникновения ЧС. Применение только одних беспилотных летательных аппаратов может оказаться весьма эффективным для получения информации о развивающейся ЧС в относительной отдаленности от размещенных сил и средств по ее ликвидации. При этом в сочетании с данными, полученными от других технических средств космического, на земного или над водного базирования, могут быть детально представлены реальная картина предстоящих событий, а также характер и темпы их развития.

Техническое оснащение МЧС России перспективными робототехническими комплексами является актуальной и крайне важной задачей. Разработка, производство и внедрение таких средств является достаточно сложными капиталоемким процессом. Однако государственные затраты на подобную технику будут перекрыты за счет экономического эффекта от предотвращения и ликвидации ЧС с применением этой техники. Только от ежегодных лесных пожаров Российская Федерация несет колоссальные экономические потери. Так для модернизации технической базы МЧС России разработана Программа переоснащения подразделений МЧС России современными образцами техники и оборудования на 2011–2017 гг. Анализ реагирования органов управления и сил на ЧС федерального характера, связанную с прохождением летне-осеннего паводка 2017 г. на территории Дальневосточного федерального округа, подчеркнул актуальность применения беспилотных летательных аппаратов в интересах МЧС России. В связи, с чем было принято решение о создании подразделения беспилотных летательных аппаратов. Наряду с этим

существует целый ряд проблем, которые необходимо решать до того, как беспилотная авиация получит широкое распространение. Среди них можно выделить интеграцию беспилотных летательных аппаратов в систему воздушного движения таким образом, чтобы они не представляли угрозу столкновений с пилотируемой авиационной техникой как гражданского, так и военного назначения. При проведении конкретных спасательных операций силы МЧС России имеют право использовать свои технические средства для проведения необходимых работ. В этой связи жестких нормативных ограничений и тем более запретов на применение беспилотных летательных аппаратов в интересах МЧС России в настоящее время нет. Вместе с тем вопросы нормативно-правового регулирования разработки, производства и применения беспилотных летательных аппаратов гражданского назначения в целом до настоящего времени не решены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативно-правовые акты

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ) // "Собрание законодательства РФ", 04.08.2014, N 31, ст. 4398.

Учебная и научная литература

1. Беляев, Б. И. Оптическое дистанционное зондирование / Б. И. Беляев, Л. В. Катковский. – Минск: БГУ, 2016. – 455 с.

2. Валендик, Э. Н. Борьба с крупными лесными пожарами / Э. Н. Валендик. – Новосибирск.: Наука, Сиб. отд-ние, 2012. - 193 с.

3. Валендик, Э. Н. Крупные лесные пожары / Э. Н. Валендик, П. М. Матвеев, М. А. Софронов. – М.: Наука, 2012. – 198 с.

4. 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

5. Гончаров А. Беспилотники России (рус.) // Армейский сборник: журнал. – 2015. – Февраль (т. 248, № 2). – С. 39-43

6. 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

7. Житомирский Г.И. Конструкция самолетов. – 2-е издание. – М.: Машиностроение, 1995.

8. Зайцев А., Назарчук И. и др. Беспилотные ЛА зарубежных стран (рус.) // Армейский сборник: журнал. – 2015. – Февраль (т. 248, № 2). – С. 44-46.

9. 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, 2010. – 360 с.

10. Коршунов Н.А., Котельников Р.В. Роботы над лесом // Лесная Россия. – 2016. - №2. - С. 34-38.

11. Коршунов Н.А., Котельников Р.В. Борьба с лесными пожарами: проблема информационного обеспечения авиасредствами и ее решение // Пожарная безопасность. – 2016. - №1. – С.125-129

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. Моисеев В. С., Гущина Д. С., Моисеев Г. В. Основы теории создания и применения информационных беспилотных авиационных комплексов: Монография. – Казань: Изд-во МОиН РТ. – 2012. – 196 с. (Серия «Современная прикладная математика и информатика».

14. Мужичек С.М. Беспилотные летательные аппараты: мода или насущная необходимость //Фазотрон. 2015. № 3. С. 52-55.

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

16. 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.авиац. ин-т", 2014. 377 с.

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

18. Ростопчин В.В. Современная классификация беспилотных авиационных систем военного назначения // Интернет-издание UAV.ru – Беспилотная авиация

19. Салычев О. С. Автопилот БПЛА с Инерциальной Интегрированной Системой – основа безопасной эксплуатации беспилотных комплексов.

20. Фостиков А.А., Альтшулер Б.Ш. и др. Аэрофотогеодезические изыскания в сельском хозяйстве. М.: Недра, 2012. 259 с.

Интернет-ресурсы

1. Беспилотные системы официальный сайт фирмы ОАО ZALA AERO GROUP [Электронный ресурс]. - Режим доступа. - URL: http://zala.aero.

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

3. МЧС [Электронный ресурс]. - Режим доступа. - URL: http://www.mchs.gov.ru

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

5. Статистика чрезвычайных ситуаций: по данным МЧС России за 2012 – 2013 годы www\mchs. Gov. ru\upload\iblock\509\30162