

Научно-исследовательская работа

Изобретательство

**МОБИЛЬНЫЙ МНОГОЦЕЛЕВОЙ ВОЗДУШНЫЙ КОМПЛЕКС
НАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЧС РОССИИ**

Выполнил:

Гарелин Николай Иванович

учащийся 7А класса

МБОУ Лицей № 12, Россия, Московская область, Химки

Латышенко К.П.

научный руководитель

профессор кафедры, д.т.н., профессор

Академия гражданской защиты МЧС России, Московская область, Новогорск

Моя мама работает в Академии гражданской защиты МЧС России. Она рассказывает мне о проблемах и задачах, которые решает это министерство.

Во-первых, существует проблема, связанная с розыском людей, потерявшихся в лесу в осенне-летний период. Поиск потерявшихся людей в труднодоступной среде является разновидностью аварийно-спасательных работ [1].

Во-вторых, проблема, связанная с мониторингом лесных пожаров. Ведь предупреждение ЧС является основной тенденцией в области защиты населения и территорий от ЧС [2].

Для разработки предложений по повышению эффективности по этим видам деятельности МЧС России необходимо выявить современные способы ее осуществления, основные их преимущества и недостатки.

Цель работы: предложить многоцелевой мобильный воздушный комплекс наблюдения, обеспечивающий поиск потерявшихся в лесном массиве

людей и мониторинг лесных пожаров, для повышения эффективности МЧС России по этим видам деятельности.

Задачи работы:

1. Вывить недостатки современных способов поиска людей, заблудившиеся в лесном массиве в осенне-летний период.
2. Выявить недостатки современных способов мониторинга лесных пожаров.
3. Предложить новое решение этих проблем: многоцелевой мобильный воздушный комплекс наблюдений, позволяющий искать потерявшихся в лесном массиве людей и осуществлять мониторинг лесных пожаров.
4. Обосновать основные тактико-технические характеристики предложенного комплекса.

Актуальность работы

Статистика МЧС России утверждает, что только в лесах Подмосковья теряется ежегодно около 1000 человек (например, [3]). Более того, **находят не более 70 % заблудившихся людей**, а остальные пропадают и даже тела не удается обнаружить [4].

Я узнал из [1], что сил МЧС России на поиск всех потерявшихся не хватает. Поэтому к этой работе привлекают добровольцев – волонтеров. Более того, и этих поисковиков тоже катастрофически не хватает [5], ведь согласно статистике добровольных поисково-спасательных отрядов [6] – «сто ищут одного». Например, поисками четырехлетнего Димы из Свердловской области в 2017 году занимались 500 человек четверо суток (мальчика обнаружили за 10 км от дома) с привлечением и беспилотников, и тепловизоров (это все оказалось тщетно).

Прежде всего потому, что спасти человека летом в Подмосковье можно в течение трех суток [1]. Но известны случаи, когда люди погибают в течение первых суток [4]. В других регионах и статистика другая: по данным [4] в Якутии 80 % потерявшихся погибают в первые 24 часа. Можно прийти к выводу, что современные способы поиска заблудившихся в лесном массиве людей необходимо улучшать.

Теперь поговорим о мониторинге лесных пожаров

Глобальной проблемой современности является **прогрессирующая во всем мире статистика лесных пожаров**. Огонь безжалостно уничтожает огромные площади лесных угодий. Согласно данным МЧС России и Рослесхоза, с 1992 по 2018 гг. в России зарегистрировано порядка 635 тыс. лесных пожаров, охватывающих площади от 500 тыс. до 3,5 млн га [7]. В среднем размер ущерба от лесных пожаров в год составляет порядка 20 млрд рублей [7].

Анализ многочисленных литературных источников показал, что как ни странно, но площадь лесных пожаров имеет серьёзную тенденцию к увеличению (например, [8]) (рис. 1).

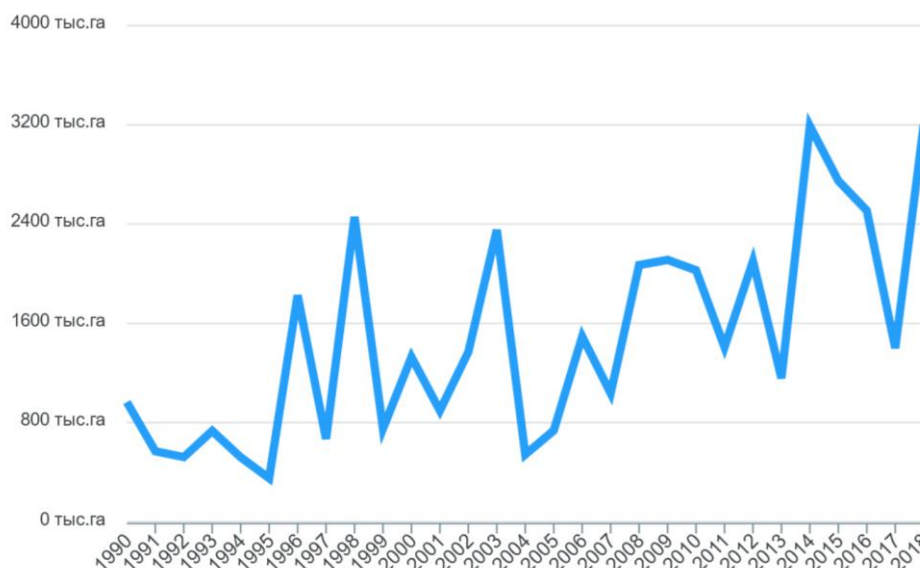


Рисунок 1. Площадь земель, охваченных лесными пожарами в России

По другим данным [7], наибольшая площадь пожаров в современной истории России наблюдалась в 2018 году: огнем было охвачено 8 млн. 674 тыс. га (в 2,5 раза больше, чем в 2017 году), число очагов возгораний составило 12 тыс. Около 90 % всех возгораний пришлось на Амурскую область, Хабаровский, Красноярский и Забайкальский края, Еврейскую автономную область.

Можно прийти к выводу, что современные способы мониторинга лесных пожаров характеризуются невысокой эффективностью.

Современное решение проблемы, связанной с поиском заблудившихся в лесу людей, преимущества и недостатки

В настоящее время применяют два способа обнаружения людей [9]:

- ✓ наземные;
- ✓ воздушные с использованием летательных аппаратов.

Я узнал из [1], что чаще всего спасатели ищут людей, исследуя наземные маршруты, а поиски с воздуха ведутся при необходимости обследования большого района в короткий срок, либо района, находящегося на значительном удалении от дорог.

Казалось бы, в помощь спасателям существует множество современных аппаратов: беспилотники, тепловизоры и маяки [4]. Практика показала, что «лес хладнокровно загубил дирижабли с системами биорадиолокации, сейсмодатчики и рой беспилотников» [6].

Разберемся, в чем же заключаются проблемы, не позволяющие широко применять летательные аппараты, оснащенные фотоаппаратурой и тепловизорами:

1. Наблюдатели, пилоты и операторы почти не замечают неподвижные объекты [6]. А потерявшиеся не могут двигаться постоянно – когда обнаруживают, что человек пропал, то к этому времени он уже устает и прячется под кроной деревьев.

2. Кроны деревьев мешают фотосъемке [6].

3. В жару бесполезны и тепловизоры, поскольку обнаруживают ложные цели [6]. Например, из [4] известно, что в жару нагретое сухое дерево или корягу можно принять за человека, потому что все эти предметы излучают тепло. А ночью, если человек сидит под деревом с густой кроной, шансов заметить его практически нет из-за того, что листва его полностью закрывает.

Я решил выяснить, почему нельзя искать людей с помощью мобильных телефонов – ведь кажется, что это так очевидно... Оказалось, что, например, у «Мегафона» точность определения координат в центре города составляет от 100 м, на окраинах города – около 1 км, за городом одна вышка может покрывать

район в радиусе до 10 км [10]. А во многих местах вообще нет покрытия. Согласно [11], не более 1 % от всех поисковых событий осуществляются с помощью данных о местоположении через оператора сотовой связи.

Современное решение проблемы, связанной с мониторингом лесных пожаров, преимущества и недостатки

На рис. 2 представлена классификация видов и методов мониторинга лесных пожаров. Каждый вид мониторинга предполагает использование различных методов обнаружения первичных и вторичных признаков возгорания [12].

| Виды и методы мониторинга лесных пожаров | | | | |
|---|--------------------|---|-------------------------|-----------------|
| Наземный мониторинг | | | | |
| Визуальный метод | | Аппаратно-инструментальные методы | | |
| - Наблюдательные пожарные вышки | | - Видеонаблюдение (FFSS станции) - Тепловизионная съемка | | |
| Авиационный мониторинг | | | | |
| - Беспилотные летательные средства | - Визуальный метод | - Видеонаблюдение | - Тепловизионная съемка | - LIDAR-системы |
| Космический мониторинг | | | | |
| - Дистанционное зондирование Земли | | | | |

Рисунок 2. Виды и методы мониторинга лесных пожаров

Согласно [13], одним из самых недорогих способов мониторинга лесных пожаров является исследование с помощью спутников. Создана федеральная система мониторинга лесных пожаров. Периодичность обновления информации зависит от времени пролета спутников по орбите и составляет в среднем 4 раза в день. Поэтому данный способ не является эффективным для обеспечения борьбы с лесными пожарами, где главный фактор успеха – оперативность.

Согласно [14], в среднем регистрируются загорания уже на площади 0,1 – 50 га. При этом на точность космоснимков влияют многие факторы, например, повышенная облачность. Бывают ситуации, когда из-за наличия плотной облачности «пропускаются» даже крупные лесные пожары [14].

Контроль состояния атмосферного воздуха лидарными методами используют для обнаружения вторичных признаков, сопровождающих процессы горения (пламя, дым, восходящие потоки нагретого воздуха). Существенный недостаток этого способа – большая вероятность ложного срабатывания (при сильном ветре, дожде или тумане), а также дороговизна и сложность аппаратуры [15].

Визуальный мониторинг лесных территорий с помощью специальных вышек с радиусом обзора 5 – 7 км осуществляет специальный человек. Основные недостатки этого способа заключаются в малочисленности наблюдательных вышек и работников, зависимость от погодных условий [13]. По данным [15], как недостаток отмечают высокие затраты на обустройство таких вышек.

Осмотр территорий с воздуха, осуществляемый с вертолетов и самолетов, используется в качестве вспомогательного метода мониторинга лесных пожаров. Однако, в [13] отмечается достаточно высокая стоимость этого способа, что является причиной невозможности организации непрерывного мониторинга и приводит к позднему обнаружению пожара. Например, стоимость летного часа самолета Ан-2 (основной самолет, используемый для обнаружения лесных пожаров) составляет около 27000 руб., вертолета Ми – более 75000 руб. [15].

В последние годы применение в этом направлении нашли беспилотные летательные аппараты, которые делают видеозаписи. Такой способ позволяет получать точную информацию в режиме реального времени. Беспилотные летательные аппараты могут снизить период обнаружения пожара. Однако, по данным [15] стоимость беспилотного летательного аппарата для этих нужд может достигать миллиона долларов США.

Таким образом, показаны существенные недостатки современных способов поиска людей, заблудившихся в лесном массиве, и мониторинга

лесных пожаров, что собственно и говоря, обуславливает актуальность работы. Одна из проблем – финансовые затраты! Поэтому мы хотим разработать многоцелевое устройство, позволяющее одновременно решать эти две проблемы, и как следствие сэкономить денежные ресурсы и повысить эффективность деятельности МЧС России!

Полезные факторы, которые можно положить в основу обоснования тактико-технических характеристик предлагаемого многоцелевого устройства:

1. В Подмосковье почти все заблудившиеся укладываются по площади радиусом в 2,5 км [4].

2. Стоит отметить, что сотовый телефон транслирует сигнал даже с отключенным или севшим аккумулятором: в современных аппаратах имеется две батареи (одна питает аппарат в рабочем режиме, другая предусмотрена для так называемого «полицейского режима») [16].

3. В настоящее время в г. Нижний Новгород разработана система мониторинга лесных пожаров «Лесной дозор» [17], которая комплектуется по желанию заказчика управляемыми датчиками наблюдения (видеокамеры, тепловизионные датчики, ИК-камеры). На сайте отмечено, что радиус обзора одной точки – до 30 км. Для функционирования системы предлагается использовать уже существующую инфраструктуру мобильных операторов, т.е. система монтируется на их мачтах.

Нашел сайт, на котором представлено огромное количество недостатков этой системы. И как понятно из [18], тот факт, что аппаратура монтируется на мачты операторов сотовой связи, является большой проблемой, потому что туда владельцы аппаратуры подняться не могут (для наладки, переналадки и т.д.). А вызов монтажников – высотников каждый раз необходимо оплачивать.

Мобильный многоцелевой воздушный комплекс наблюдения для МЧС России

Исходя из проведенного анализа существующих способов поиска заблудившихся людей и пожаров в лесном массиве, мы предлагаем воздушный

комплекс наблюдения на базе привязного летательного аппарата легче воздуха. В таких аппаратах для создания подъемной силы используется аэростатический принцип, основанный на действии закона Архимеда.

Летательный аппарат представляет собой оболочку, заполненную газом, имеющим меньшую плотность, чем воздух. Аэростатическая выталкивающая сила возникает благодаря перепаду давления, обусловленному различием в плотности газа внутри и снаружи оболочки [19]. Высота и подъемная способность таких аппаратов определяется объемом и упругостью оболочки, способом ее наполнения и атмосферными факторами (рекорд пилотируемого подъема на сегодняшний день составляет 41,4 км, беспилотного – 53 км) [19].

Общее название таких летательных аппаратов – аэростат, которые делят на неуправляемые (воздушные шары) и управляемые (дирижабли) [19].

Идея использования аэростата для мониторинга с воздуха конечно не нова [20 – 22]! На рис. 3 представлено оснащение аэростата, созданного компанией Lockheed Martin для отслеживания противника (война в Ираке и Афганистане с 2007 года) [23]. Этот аэростат может неделями висеть в воздухе на высоте 1500 м, имеет длину 35 м, грузоподъемность 500 кг. Он связан с подвижным причалом тросом, который также включает оптоволоконный и силовой кабели.



Рисунок 3. Аэростат компании Lockheed Martin, используемый для отслеживания противника

Важно, что мы предлагаем использовать аэростат для решения двух проблем одновременно, т.е. как многоцелевую установку, при том мобильную. Наша задача предложить оснащение, которое позволит проводить поиск заблудившихся в лесу и мониторинг лесных пожаров, и исходя из этого, обосновать его основные тактико-технические характеристики.

Предлагаем оснастить комплекс следующим оборудованием и аппаратурой:

1. Гиросtabilизированная платформа.

2. Видеокамера.

3. Тепловизор.

4. Лазер.

5. Звуковой громкоговоритель.

6. Проблесковый маячок.

7. Базовая станция, для осуществления сотовой связи с потерявшимися вне зоны покрытия.

8. Гибкая солнечная батарея.

Комплекс позволяет осуществлять следующие функции:

– видео- и фотонаблюдение;

– определение очагов пожаров с помощью тепловизоров;

– привлечение внимания потерявших в лесном массиве лазерным лучом и проблесковым маячком;

– звуковые сигналы дают понять потерявшимися, где находится воздушный комплекс;

– осуществление мобильной связи через базовую станцию.

Посмотрим конкретные примеры аппаратуры, пригодной для оснащения аэростата. Наша задача – оценить массу и габариты этой аппаратуры.

1. Гиросtabilизированная платформа – устройство для пространственной стабилизации каких-либо объектов или приборов. Например, АО «НПО «Карат» разрабатывает двух-, трех- и четырехосные гиросtabilизированные платформы (рис. 4), которые используются на сухопутной авиационной и морской технике

для размещения на них оптико-электронных и радиолокационных приборов, стрелкового и ракетного оружия, иных устройств, требующих стабильной ориентации в пространстве [24]. Массогабаритные параметры: масса 7 кг, размеры 290 мм x 275 мм x 120 мм [24].



Рисунок 4. Двухосный управляемый гиостабилизатор АО «НПО «Карат»

2. Сегодня в системе «Лесной Дозор» используют видеокамеры с возможностью дистанционного управления. В зависимости от погодных условий и рельефа местности их размещение на высоте от 30 м позволяет осуществлять мониторинг территории в радиусе 20 – 35 км.

Современные беспилотники, например, оснащают фотовидеокамерой Z-16Ф3/Вк (рис. 5), масса которой не превышает 1 кг, габариты 165x125x125 мм [25].



Рисунок 5. Фотовидеокамера Z-16Ф3/Вк, которой оснащают беспилотники

3. Для проведения наиболее эффективного тепловизионного обследования и упрощения восприятия термоизображений, получаемых с борта

беспилотников, разработчики ZALA AERO GROUP создали специальный режим работы тепловизора – Изотерму [26]. ИК-камера, например, тепловизора Z-16EИК18/60, во время съемки объекта выделяет заданным цветом желаемый интервал температур, отличающимся от остальных температур в поле кадра, что упрощает восприятие и расшифровку термоизображений.

Массогабаритные параметры тепловизора Z-16EИК18/60 (рис. 6): масса до 1,5 кг, размеры 165x130x130 мм.



Рисунок 6. Тепловизор Z-16EИК18/60

4. Выбор лазеров огромный. Например, видимость излучения лазерной указки EXTREME LASERS MINI 650RSX150 (рис. 7) до 100 км, а ее масса составляет 690 г. [27].



Рисунок 7. Лазерная указка EXTREME LASERS MINI 650RSX150

5. Выбор громкоговорителей также огромный (например, [28]). Если выбирать по минимальной массе, то громкоговоритель рупорный 12ГР-41 (рис. 8) весит 2 кг, его габаритные размеры 204 x 262 мм.



Рисунок 8. Громкоговоритель рупорный 12ГР-41

6. Масса проблесковых маячков составит от 1 до 1,5 кг.

7. Усилители предназначены для локального расширения сигнала, получаемого от базы. Ретрансляция осуществляется с помощью 4 элементов: внешней и внутренней антенны, усилителя, комплекта коаксиальных кабелей и разъемов. На рынке можно найти широкий ассортимент таких устройств. При необходимости улучшить радиосигнал в сложных условиях (большая площадь, дальнейшее расстояние до базы) наиболее востребованным продуктом является комплект Titan-900 PRO с увеличенной площадью действия (1200 кв. м) (рис. 9) [29]. Суммарная масса такого комплекта составляет не более 3 кг [29].



Рисунок 9. Комплект для усиления сигнала сотовой связи

Titan-900/1800/2100 PRO

8. Для повышения эффективности воздушного комплекса наблюдения искали солнечные батареи с относительно малой массой. Мы предлагаем оснастить воздушный комплекс гибкими солнечными батареями производства TOPRAY Solar с эффективностью преобразования более 20 % [30]. Массогабаритные параметры: при максимальной мощности 50 Вт масса 1,1 кг, размеры 570 x 598 x 2.5 мм (рис. 10), а при 80 Вт – масса 1,9 кг, размеры 975 x 570 x 2.5 мм.



Рисунок 10. Гибкий солнечный модуль TOPRAY Solar 50 Вт

9. Для крепления воздушного комплекса к мобильной платформе предлагаем использовать три троса. Тросы должны быть легкие и прочные. В настоящее время таким требованиям удовлетворяют синтетический трос Plasma [31]. Например, трос Plasma диаметром 8 мм (рис. 11) обеспечивает усилие на разрыв – 5 318 кг, масса 100 м троса составляет 3,7 кг. Тогда суммарная масса трех тросов длиной по 100 м составит порядка 12 кг.



Рисунок 11. Синтетический трос Plasma, диаметр – 8 мм

Медный кабель для электропитания длиной 100 м имеет массу от 100 г.

Оценку массу оболочки аэростата можно произвести на основе того, что масса оболочки метеозонда (огромный воздушный шар из натурального латекса, который используется для зондирования верхних слоёв атмосферы в метеорологических целях) радиусом 4,1 м составляет 800 г (рис. 12) [32].



Рисунок 12. Метеозонд радиусом 4,1 м и массой 800 г

Оценим максимальную высоту, на которую необходимо поднимать воздушный комплекс для решения поставленных задач. На сайте [33] приведен калькулятор дальность видимости в зависимости от высоты наблюдателя. Итак, при высоте 50 м дальность видимости составляет 35,2 км, а при высоте 100 м –

46 км. Таким образом, будем считать, что максимальная высота подъема шара не превышает 100 м.

Оценим подъёмную силу аэростата, наполненного гелием, и его требуемый объем.

Плотность воздуха при 20 °С равна $\rho_{\text{в}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$, гелия – $0,18 \text{ кг/м}^3$ [34]. Тогда, на основе закона Архимеда, подъемная сила аэростата объемом V , наполненного гелием, равна:

$$P = V \cdot g \cdot (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{He}}),$$

и соответственно масса поднимаемого груза:

$$m = V \cdot (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{He}}) = V \cdot (1,29 - 0,18) = 1,11 \cdot V.$$

Таким образом, если масса поднимаемого груза составит (с учетом, что используется две солнечных батареи и масса оболочки равна 2 кг, без учета массы кабелей для электропитания) 31 кг, то требуемый объем воздушного комплекса составит порядка 28 м^3 .

Можно выбрать аэростат на основе полученных значений массо-габаритных параметров из серийных моделей [например, 35]. Необходимо выбрать привязной аэростат с минимальными размерами. Таким образом, самый оптимальный вариант из серийных: «Гепард» (рис. 13). «Гепард» предназначен для контроля территории радиусом до 100 км, полезная нагрузка до 300 кг. При этом его длина составляет порядка 30 м. Поэтому такой аэростата в лесу не представляется возможным разместить.



Рисунок 13. Привязной аэростат «Гепард»

Мы предлагаем воздушный комплекс в виде шара. Требуемый диаметр аэростата в виде шара объемом 28 м^3 составит порядка 4 м.

Воздушный комплекс в связи с турбулентностью в атмосфере можно закрепить с помощью трех тросов. Причем управляемый трос прикрепляется к лебедке, которая находится на подвижной платформе (рис. 14). Платформа перевозится с помощью автомобиля высокой проходимости. Внутри автомобиля перевозят и баллоны с гелием для заправки воздушного комплекса (рис. 15).

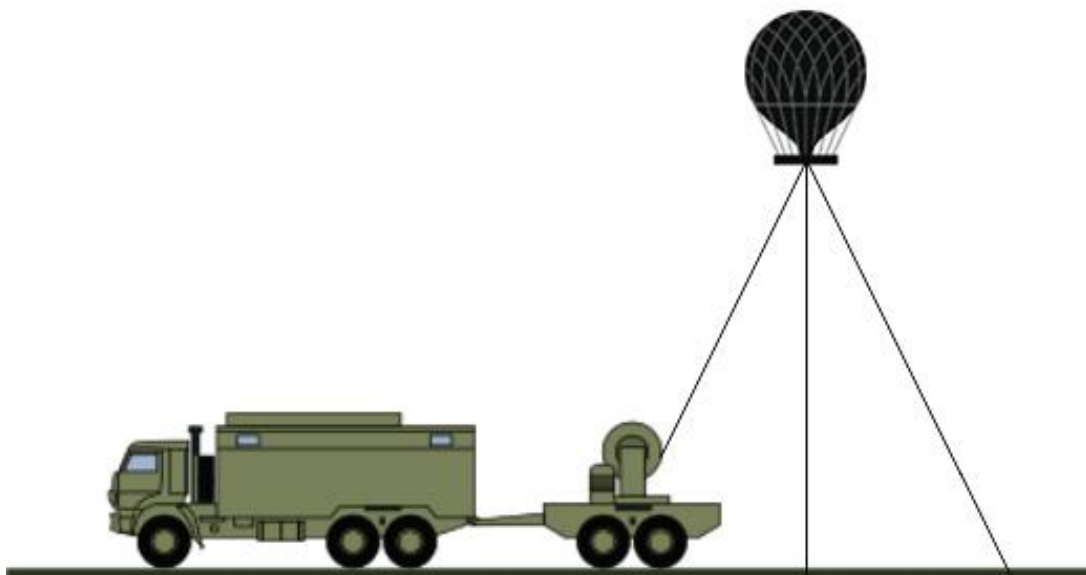


Рисунок 14. Крепление воздушного комплекса к подвижной платформе



Рисунок 15. Баллоны с гелием 50 л, 40 л, 25 л, 10 л

Практически вся подобранная аппаратура работает от собственных аккумуляторов. Поэтому для их подзарядки выгодно использовать солнечные батареи. Стоит отметить, что солнечные батареи предлагаем устанавливать на сетке, в которую будет помещена оболочка воздушного комплекса.

В дальнейшем планируется рассчитать мощностные параметры предлагаемого комплекса и подобрать оптимальное количество солнечных батарей и способ питания аппаратуры.

Заключение

Таким образом, на основе анализа известных способов поиска людей, потерявшихся в лесном массиве, и мониторинга лесных пожаров предложено решение задачи по разработке мобильного многоцелевого воздушного комплекса наблюдения, позволяющего одновременно осуществлять деятельность по этим направлениям.

Для поиска людей и мониторинга лесных пожаров предлагаем использовать мобильный воздушный комплекс наблюдения на основе привязного аэростата в виде шара.

Предложено оснащение комплекса аппаратурой (выбраны фотовидеокамера, тепловизор, гиросtabilизирующая платформа, лазер,

громкоговоритель, аппаратура для осуществления сотовой связи) и проведена оценка его основных тактико-технических характеристик, а именно: полезная и суммарная масса поднимаемого груза (31 кг), высота подъема (не более 100 м) и требуемый диаметр шара (4 м). Для повышения эффективности предложено оснастить аэростат гибкими солнечными батареями.

Список литературы:

1. Опасный грибной сезон: как ищут заблудившихся в лесу. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ntv.ru/novosti/2218943/> (дата обращения: 01.11.2019).

2. Федеральный закон «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» (от 01.01.2001г. №68-ФЗ).

3. МЧС: За 2017 год в подмосковных лесах потерялось около 1 тысячи человек. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://versiya.info/v-mire/37252> (дата обращения: 01.11.2019).

4. Потерявшихся в лесу людей предлагают искать с помощью современных технологий. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://pikabu.ru/story/poteryavshikhsya_v_lesu_lyudey_predlagayut_iskat_s_pomoschyu_sovremennykh_tekhnologiy__dronyi_teplovizoryi_set_poiskovyikh_mayako_v_6829397 (дата обращения: 01.11.2019).

5. Черное на сером. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rg.ru/2012/09/26/poisk.html> (дата обращения: 01.11.2019).

6. Им сверху видно все. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rg.ru/2019/07/02/zabludivshihsia-liudej-smogut-najti-netradicionnyimi-sposobami.html> (дата обращения: 01.11.2019).

7. Лесные пожары в России. Статистика и антирекорды [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tass.ru/info/6712527> (дата обращения: 01.11.2019).

8. Площадь лесных пожаров в России с 1990 по 2018 год. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ierarp.ru/ploshhad-lesnyx-pozharov-v-rossii-s-1990-po-2018-god/> (дата обращения: 01.11.2019).

9. Способы поисков пострадавших в условиях природной среды. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pedagogru.ru/%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D1%8B-%D0%BF%D0%BE%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D1%88%D0%B8%D1%85-%D0%B2-%D1%83%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2/> (дата обращения: 01.11.2019).

10. Поиск потерявшихся в лесах Подмосковья: людей можно найти по мобильнику, но спасателям мешает закон. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.msk.kp.ru/daily/26740/3768485/> (дата обращения: 01.11.2019).

11. «Звоню из леса, заблудился!» Спасет ли в этой ситуации мобильный телефон? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.miloserdie.ru/article/zvonyu-iz-lesa-zabludilsya-spaset-li-v-etoj-situatsii-mobilnyj-telefon/> (дата обращения: 01.11.2019).

12. Григорец Е. А. Сравнительный анализ видов и методов мониторинга лесных пожаров на территории России // Молодой ученый. 2015. №8. С. 379-381. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/88/17160/> (дата обращения: 06.12.2019)]

13. Способы мониторинга лесных пожаров. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://protivpozhara.com/tipologija/prirodnye/monitoring-lesnyx-pozharov> (дата обращения: 01.11.2019).

14. Космический мониторинг лесных пожаров. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.aex.ru/fdocs/1/2008/4/22/11929/> (дата обращения: 01.11.2019).

15. Методы мониторинга лесных пожаров. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberpedia.su/15xb9c6.html> (дата обращения: 01.11.2019).

16. Как найти выключенный телефон в лесу, знаю где он примерно. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://otvet.mail.ru/question/99034916> (дата обращения: 01.11.2019).

17. Лесной дозор. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://lesdozor.ru/contacts/> (дата обращения: 01.11.2019).

18. Видеонаблюдение "Лесной дозор". Отзывы, показатели эффективности. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?f=24&t=14835&view=print> (дата обращения: 01.11.2019).

19. Летательные аппараты легче воздуха. Первые аэростаты. Дирижабль. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fb.ru/article/386699/letatelnyie-apparatyi-legche-vozduha-pervyie-aerostaty-dirijabl-vozdushnyiy-shar>
<https://fb.ru/article/386699/letatelnyie-apparatyi-legche-vozduha-pervyie-aerostaty-dirijabl-vozdushnyiy-shar> (дата обращения: 01.11.2019).

20. Второе дыхание небесных тихоходов: зачем российской армии аэростаты? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tvzvezda.ru/news/opk/content/201606071100-a2n2.htm> (дата обращения: 01.11.2019).

21. Будущее мониторинга земной поверхности за аэростатами и дирижаблями. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/budushee-monitoringa-zemnoy-poverhnosti-za-aerostatami-i-dirizhablyami> (дата обращения: 01.11.2019).

22. Аэростатическая платформа на базе семейства гибридных аэростатов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.oskbes.ru/kolibri.html> (дата обращения: 01.11.2019).

23. Аэростаты в военных действиях: от прошлого к будущему. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://olymp.as-club.ru/publ/arkhiv_rabot/chetyrnadcataja_olimpiada_2016_17_uch_god/aehrostaty_v_voennykh_dejstvijakh_ot_proshlogo_k_budushhemu/37-1-0-1941 (дата обращения: 01.11.2019).

24. Карат. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.pro-karat.ru/page/16-56/> (дата обращения: 01.11.2019).

25. Z-16Ф2/Вк Фото + видеокамера. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zala.aero/fotoapparat-girostab-s-kursovoj-videokameroj/> (дата обращения: 01.11.2019).

26. Z-16ЕИК18/60 Тепловизор zoom. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zala.aero/teplovizor-zoom-10x-girostabilizirovannyj/> (дата обращения: 01.11.2019).

27. Лазерные системы и компоненты. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.lasermasters.ru/krasnye-lazernye-ukazki/krasnaya-lazernaya-ukazka-extreme-lasers-mini-650rsx150-detail> (дата обращения: 01.11.2019).

28. Всепогодные (уличные) громкоговорители. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://telprom.ru/katalog/akusticheskoe-oborudovanie/gromkogovoriteli/vsepogodnye-ulichnye-gromkogovoriteli/> (дата обращения: 01.11.2019).

29. Комплект Titan. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://market2you.ru/catalog/repiter_sotovoi_svyazi/komplekt_repitor_GSM/vegatel-komplekt-titan-900-1800-2100-pro/?ymclid=15759043193422058443700001 (дата обращения: 01.11.2019).

30. Гибкий солнечный модуль TOPRAY Solar. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://solarcrown.ru/magazin2/product/gibkiy-solnechnyy-modul-topray-solar-50-vt> (дата обращения: 01.11.2019).

31. Синтетический трос Plasma. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.4x4sport.ru/catalogue.html?id=1428> (дата обращения: 01.11.2019).

32. Метеозонд. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://airblower.ru/shop/1-800/> (дата обращения: 01.11.2019).

33. Видимый горизонт и дальность видимости. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://planetcalc.ru/1198/> (дата обращения: 01.11.2019).

34. Таблица плотности веществ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://edu.glavsprav.ru/info/tablica-plotnosti-veschestv> (дата обращения: 01.11.2019).

35. Привязные аэростаты. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rosaerosystems.ru/aero/obj20> (дата обращения: 01.11.2019).