

ОТЗЫВ

официального оппонента – доктора технических наук, доцента *Холостова Александра Львовича* на диссертацию *Мокровой Марии Игоревны* на тему: «Повышение эффективности мониторинга пожарной обстановки с использованием беспилотного летательного аппарата на основе адаптивного алгоритма», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Диссертация Мокровой Марии Игоревны посвящена повышению эффективности проведения операции мониторинга пожарной обстановки, проводимой беспилотным летательным аппаратом (БЛА), с целью поиска объектов, находящихся в зоне техногенных чрезвычайных ситуаций (пожаров).

Применение БЛА для проведения разведки позволит повысить также и эффективность проведения аварийно-спасательных работ в лесах, когда применение классической авиации для поиска объектов интереса малоэффективно в зонах с сильной задымленностью.

Сложность управления БЛА состоит в выборе оптимальной высоты, позволяющей с достаточной точностью распознавать объекты поиска с учетом таких особенностей пожара, как наличие дыма и высокая температура. Влияние этих факторов может привести с одной стороны к невыполнению задачи поиска, а с другой стороны к потере самого беспилотного летательного аппарата. Поэтому повышение эффективности мониторинга пожарной обстановки за счет выбора оптимальной высоты полета беспилотного летательного аппарата является актуальной задачей.

В качестве цели исследования определена минимизация ущерба, наносимого пожаром путем повышения эффективности обнаружения объектов интереса в очагах пожара.

Для достижения поставленной цели определены и решены следующие задачи:

- проведен анализ существующих решений в области создания беспилотных летательных аппаратов и методов предварительной обработки зашумленных изображений для дальнейшего распознавания объектов интереса;

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«01» 12 2022

- разработка алгоритма выбора оптимальной, с точки зрения выбранного критерия эффективности, высоты полёта БЛА над наблюдаемой сценой в процессе выполнения мониторинга пожарной обстановки;

- разработка математических моделей пожарной обстановки и формирование критерия, характеризующего эффективность мониторинга пожарной обстановки с помощью БЛА;

- создание программного комплекса для имитационного моделирования оптимизации высоты полёта БЛА и проведение моделирования с учетом различных значений параметров, отражающих воздействие факторов пожара, для подтверждения адекватности созданных моделей и алгоритмов;

- анализ полученных результатов и формирование рекомендаций для реализации разработанного алгоритма;

- проведение экспериментальных исследований над задымленной местностью.

В ходе решения этих задач получены следующие результаты, характеризующиеся научной новизной и практической значимостью:

- разработана модель безопасности полёта БЛА при выполнении мониторинга пожарной обстановки, учитывающая тепловое воздействие пожара, а также свойства подстилающей поверхности;

- разработана модель наблюдаемости объектов интереса, учитывающая воздействие факторов окружающей среды, таких, как влажность воздуха, задымленность, освещенность, тип подстилающей поверхности и высота объектов;

- сформулирован критерий оптимальности, а также предложены пути оптимизации выбора высоты полёта БЛА над очагом пожара;

- разработан адаптивный алгоритм повышения эффективности мониторинга пожарной обстановки, допускающий возможность использования различных методов обработки изображений в зависимости от условий наблюдения и высоты полета;

- проведены полунатурные летные эксперименты, подтвердившие адекватность разработанных алгоритмов и моделей.

С практической точки зрения, разработанные Мокровой М.И. модели и алгоритмы позволяют повысить эффективность мониторинга, для улучшения наблюдаемости объектов интереса и уменьшить потери летательных аппаратов вследствие опасных факторов пожара.

Диссертация структурирована изложена научным языком и представляет собой завершённое научное исследование, обладающее внутренним единством и содержит совокупность новых научных результатов в области управления беспилотными летательными аппаратами при мониторинге пожарной обстановки. Состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений. Выполнен на 122 страницах, содержит 68 рисунков, 20 таблиц. Библиографический список включает в себя 64 наименования литературных источников.

Во *введении* обоснованы и сформулированы основные положения, определяющие актуальность решаемой задачи, приведен обзор основных разделов работы, а также краткий анализ полученных результатов с оценкой их научной новизны и практической значимости.

Первая глава диссертации посвящена обзору современного состояния классификации обстановки при лесных пожарах, особенностей применения авиаразведки для операций мониторинга в целом, а также непосредственно при пожарах. В данной главе описаны классические методы обработки изображений, модернизированное применение которых может повысить эффективность операции мониторинга при лесных пожарах.

Из приведенных в первой главе сведений следует, что текущее состояние современных вычислительных средств и алгоритмических возможностей позволяют сделать возможным прирост эффективности обнаружения объектов интереса.

Показано, что можно добиться некоторого оптимального решения при минимизации стоимости аппарата и достаточной для распознавания видеоинформации за счет оптимизации высоты полета и специальных алгоритмов обработки получаемого изображения.

Вторая глава диссертации, содержит формулировку постановленной задачи исследования, заключающейся в повышении эффективности мониторинга пожарной обстановки за счёт выбора оптимальной высоты полета БЛА.

Выбор оптимальной высоты полета БЛА над пожаром предлагается проводить на основе расчета критерия, учитывающего безопасность полета аппарата, а также уровень видимости, а, следовательно, и возможности распознавания, именуемой в работе наблюдаемостью объекта интереса. Автором предложено оригинальное решение, основанное на математических

моделях окружающей среды, которые позволяют определить уровни безопасности полета БЛА и наблюдаемости объектов на каждом отдельном участке местности, учитываемые в критерии с разным рангом приоритета и определяющие значение выбираемой высоты.

Предлагаемые в работе математические модели окружающей среды апробированы на полунатурных летных экспериментах, подтвердивших их адекватность. Разработанный критерий верифицирован с помощью математического моделирования, а также в полунатурном эксперименте для различных условий окружающей среды, доказана его эффективность.

В *третьей главе* описаны проведенные эксперименты, подтверждающие применимость разработанных моделей и алгоритмов.

В *заключении* сформулированы выводы и представлены основные результаты работы, что указывает на достижение поставленной цели исследования.

Ценность научных результатов диссертации заключается в том, что разработанные соискателем Мокровой М.И. математические модели и алгоритмы позволяют выбрать оптимальную высоту полёта беспилотного летательного аппарата при мониторинге пожарной обстановки с учетом факторов, влияющих как на безопасность полёта самого аппарата над очагом пожара, так и на наблюдаемость объектов интереса.

Достоверность результатов исследований подтверждается проведенными имитационными и полунатурными экспериментами.

В качестве замечаний по диссертации следует отметить следующее:

1. На стр. 13 приводятся статистические данные о количестве пострадавших и погибших на пожарах без ссылки на источник этих данных. Кроме того, количество погибших в пожарах на 1 млн. населения приведено за период 2003-2014 гг.

2. Не рассмотрено влияние тепловых потоков от пожара на положение и возможные колебания летательного аппарата, а, следовательно, и на четкость получаемого изображения.

3. Не описан процесс изменения высоты полета беспилотного летательного аппарата при необходимости ее корректировки во время перехода на исследуемой территории от одного участка к другому.

4. Не рассматривается вариант повышения четкости изображения и, как следствие, улучшение распознавания за счет применения камеры с более высоким разрешением.

5. Для адаптивного алгоритма (стр. 84) представлена лишь схема работы (рис. 2.34), но нет подробного описания. На стр. 83 описывается только принцип адаптивности этого алгоритма, а на стр. 77-81 приводятся только примеры расчетов по аналитическим зависимостям, используемым в этом алгоритме. Сам адаптивный алгоритм, следовало бы представить подробнее. Кроме того, на алгоритме в блоке условия отсутствуют надписи выполнения или невыполнения условия.

6. В тексте диссертации присутствуют отдельные смысловые и текстовые неточности, наиболее существенные из которых на стр. 13, 15, 34, 65, 74, 99.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки диссертации ее научной и практической значимости.

Общее заключение по диссертации.

Диссертация Мокровой Марии Игоревны представляет собой законченную научно-квалификационную работу на актуальную тему, в которой содержится решение задачи повышения эффективности мониторинга пожарной обстановки за счет выбора оптимальной высоты полета беспилотного летательного аппарата.

Диссертация выполнена на соответствующем научном уровне, оформлена согласно установленным требованиям ВАК России, иллюстрирована и содержит научные результаты. Это свидетельствует о научной квалификации ее автора в избранной специальности и соответствии требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автореферат соответствует диссертации и отражает полученные в ней результаты.

Представленная на отзыв диссертация соответствует паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Результаты работы и основные положения, выносимые на защиту, достаточно полно изложены в 22 публикациях, в том числе 3 статьях в рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК и 8 статьях, опубликованных в научных изданиях, индексируемых в Scopus. Материалы

исследований докладывались на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что диссертация Мокровой М.И. соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор, Мокрова Мария Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Официальный оппонент:

профессор кафедры специальной электротехники автоматизированных систем и связи Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» доктор технических наук, доцент

«30» ноября 2022 г.

 Холостов Александр Львович

Подпись Холостова Александра Львовича заверяю,
начальник отдела кадров Академии ГПС МЧС России
полковник вн. службы

 И.А. Казаринова


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

Адрес: 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина д. 4

Сайт: <http://www.academygps.ru>. Адрес электронной почты:

A.Holostov@academygps.ru. Телефон: 8 (495) 617-27-27 доб. 26-63

С отзывом ознакомлена  М.И. Мокрова
01.12.2022