



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

**федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования**

**«Балтийский государственный технический
университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

Санкт-Петербург, 190005, 1-я Красноармейская ул., д. 1
Тел.: (812) 316-2394, Факс: (812) 490-0591
E-mail: komdep@bstu.spb.su. www.voennmeh.ru
ИНН 7809003047

28.11.2022 № И-127

На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

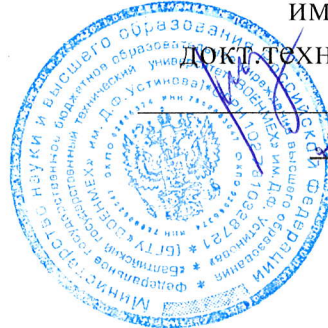
Ректор
Балтийского государственного
технического университета «ВОЕНМЕХ»

им. Д. Ф. Устинова,

докт. техн. наук, профессор

К.М.Иванов

28 ноября 2022 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу 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)

Актуальность представленной диссертационной работы объективно обусловлена тем, что авиационный мониторинг является наиболее эффективным средством контроля чрезвычайных ситуаций, вызванных лесными пожарами, как с точки зрения экономических показателей, так и с точки зрения производительности операции.

В процессе авиационного мониторинга пожарной обстановки могут решаться разнообразные задачи, связанные с оценкой динамики развития пожара, определением масштабов пожара, а также поиском объектов в зоне пожара. Решение первые двух из перечисленных задач в настоящий момент не вызывает затруднений благодаря современным достижениям в области обработки и анализа изображений. Поэтому задача обнаружения и

Отдел документационного
обеспечения МАИ

29 / 11 / 2022

распознавания людей и материальных объектов в очаге пожара остается приоритетной целью совершенствования мониторинга.

В настоящее время признана перспективной возможность использования беспилотной малоразмерной авиации для целей мониторинга пожарной обстановки, особенно в труднодоступных лесных районах. Однако широкое использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для целей мониторинга лесных пожаров и поиска объектов в очагах пожара требует адаптации современных методов управления движением БПЛА к специфическим условиям применения.

К настоящему моменту накоплен значительный теоретический и алгоритмический задел в области управления траекториями движения беспилотных летательных аппаратов во время облета местности, в том числе с учетом препятствий и зон, запрещенных для пролета. Предложены разные способы формирования оптимальных (в смысле выбранных критериев) траекторий движения БПЛА. При этом, как правило, реализуется программное управление высотой полета БПЛА, при котором высотный профиль траектории выбирается с учетом профиля местности и метеоусловий.

При использовании БПЛА для целей мониторинга пожарной обстановки и поиска объектов в очаге пожара выбор высоты полета должен производиться таким образом, чтобы обеспечивалось выполнение двух противоречивых по своей сути требований: с одной стороны необходимость максимально достоверного обнаружения объектов интереса в очаге пожара, что предполагает уменьшение высоты полета, а с другой стороны, обеспечение необходимой работоспособности БПЛА в условиях высоких температур над очагом пожара, что предполагает, напротив, увеличения высоты полета.

Именно это обстоятельство обуславливает теоретическую значимость и прикладную ценность представленной диссертационной работы, в которой представлен адаптируемый к изменяющимся условиям пожарной

обстановки алгоритм, обеспечивающий приемлемый компромисс между упомянутыми противоречивыми требованиями. Оригинальность описанного в диссертационной работе алгоритма заключается в сочетании предложенного автором алгоритма определения оптимальной высоты полета беспилотного летательного аппарата, выполняющего операцию мониторинга пожарной обстановки, с адаптивным методом предварительной обработки получаемых изображений.

Структура диссертационной работы и основные результаты.

Работа состоит из трех глав, введения и заключения.

Во введении выполнены обоснование актуальности работы и оценка степени разработанности темы. Сформулированы цель и задачи диссертационного исследования. Представлены основные положения, выносимые на защиту, характеристики их научной новизны, обоснованности и практической значимости, сведения об апробации и публикации результатов диссертационного исследования.

В первой главе представлены анализ предметной области, особенностей применения БПЛА для мониторинга пожарной обстановки, анализ существующих подходов к поиску объектов при мониторинге местности, описание проблем обнаружения объектов, вариантов повышения эффективности мониторинга. Рассмотрены критерии эффективности мониторинга и выделен путь повышения эффективности мониторинга пожарной обстановки на основе использования эвристических моделей пожарной обстановки.

Во второй главе рассматривается решение научных и прикладных задач, направленных на повышение эффективности авиационного мониторинга пожарной обстановки при использовании малоразмерных БПЛА. Подробно рассмотрены математические модели, составляющие теоретическую основу предлагаемого подхода к повышению эффективности мониторинга пожарной обстановки, принятый за основу критерий оценки эффективности, а также адаптивный алгоритм мониторинга пожарной

обстановки с выбором высоты полета и метода обработки изображений с целью повышения эффективности мониторинга.

В третьей главе результаты выполненных экспериментов и математического моделирования работы системы мониторинга с использованием разработанных в диссертации предложений. Приведен анализ результатов моделирования и количественные оценки, подтверждающие эффективность предлагаемого алгоритма.

В заключении сформулированы основные научно-методические и прикладные результаты работы, приведена итоговая средняя оценка повышения эффективности мониторинга пожарной обстановки.

В качестве основных результатов диссертационной работы следует признать:

1. Модель безопасности полёта БПЛА при выполнении мониторинга пожарной обстановки, учитывающую тепловое воздействие опасных факторов пожара, а также свойства подстилающей поверхности.

2. Модель наблюдаемости объектов на наблюдаемой сцене при выполнении БПЛА мониторинга пожарной обстановки, учитывающую воздействие факторов окружающей среды.

3. Критерий оптимальности выбора высоты полёта БПЛА над очагом пожара при выполнении мониторинга.

4. Адаптивный алгоритм мониторинга пожарной обстановки, допускающий возможность использования различных методов обработки изображений в зависимости от условий наблюдения и высоты полета.

Значимость полученных результатов обусловлена возможностью на их основе повышения эффективности мониторинга пожарной обстановки с точки зрения обнаружения и распознавания объектов, а также безопасности полета используемого летательного аппарата.

Самостоятельную научную ценность представляют разработанные и апробированные в работе математические модели окружающей среды и

интегральный критерий выбора высоты полета, позволяющие учитывать широкий спектр факторов окружающей среды.

Достоверность результатов диссертационной работы определена корректным использованием математического аппарата, использованием результатов летного эксперимента, а также широкой их апробацией на международных и всероссийских научных конференциях и в рецензируемых научных изданиях.

Результаты и выводы диссертационной работы могут найти применение на предприятиях и в организациях, выполняющих работы в области создания эффективных и надежных систем мониторинга местности, способных работать в экстремальных условиях, в интересах МЧС, Министерства обороны, МВД. Их внедрение позволит повысить эффективность использования авиационного мониторинга в чрезвычайных ситуациях, а также автоматизировать управление БПЛА при выполнении таких операций.

Замечания по диссертационной работе:

1. В тексте диссертации отсутствуют сведения об организации летного эксперимента. Информацию о его задачах, методике проведения, условиях, в которых получены результаты удалось получить только из ответов автора при обсуждении доклада.
2. Очевидно, что разные типы беспилотных летательных аппаратов в разной степени подвержены воздействию рассмотренных в работе экстремальных факторов, а также характеризуются разными динамическими свойствами как объекты управления. К сожалению, в работе не указано, на какой конкретно тип БПЛА ориентированы предложения автора.
3. Необходимо отметить чрезмерно расширенную трактовку автором понятия «полунатурное моделирование», что, впрочем, не опровергает оценки достоверности полученных результатов.

4. В работе не приводятся результаты анализа средств системы технического зрения, располагаемых на борту БПЛА, и влияния их характеристик на работу предлагаемого алгоритма.
5. Предложенный автором работы подход к выбору оптимальной высоты полета БПЛА предполагает наличие на борту цифровой карты местности с нанесенными высотами насаждений, но в работе не представлены требования к точности таких карт.
6. Желательно было бы видеть оценки бортовых вычислительных ресурсов БПЛА, необходимых для хранения цифровой карты местности и реализации всех предлагаемых вычислительных процедур.
7. Адаптивный алгоритм мониторинга пожарной обстановки представлен в тексте укрупненной схемой. Словесная детализация блоков алгоритма вместе с распределенными по тексту без соответствующих ссылок расчетными процедурами затрудняют его полноценное восприятие.
8. В материалах диссертации отсутствуют сведения о внедрении ее результатов.
9. В тексте диссертации не выделен подраздел 1.1 и выводы по первой главе. Впрочем, автор видимо не предусматривает разницы между терминами «глава», «раздел» и т. п. Выводы по второй и третьей главам отсутствуют.
10. Текст диссертации содержит стилистические погрешности и необоснованные отклонения от ГОСТ на отчет о научно-исследовательской работе или общепринятых правил оформления научно-технических текстов.

Указанные недостатки не опровергают положительной оценки научной новизны и практической значимости представленной диссертационной работы. Диссертация соответствует специальности 2.3.1- Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).


Содержание автореферата в полной мере отражает принципиальные положения и выводы диссертации. Соискатель показал способность конкретно и содержательно отвечать на поставленные вопросы.

Вывод: диссертационная работа Мокровой М.И. является научно-квалификационной работой, содержащей научно-обоснованные технические решения, которые позволяют повысить эффективность процесса мониторинга пожарной обстановки за счет управления высотой полета БПЛА, а также адаптивной предварительной обработки изображений, получаемых на борту БПЛА. Внедрение данных решений позволит повысить эффективность использования авиационного мониторинга в чрезвычайных ситуациях, а также автоматизировать управление БПЛА при выполнении таких операций.

Диссертация Мокровой М.И. написана единолично, содержит ряд результатов, представляющих научную новизну. Предлагаемые в работе решения и выводы доказаны, апробированы и проанализированы. Мокрова Мария Игоревна достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Отзыв обсужден и одобрен на совместном научно-техническом семинаре кафедр И4 – Радиоэлектронные системы управления и И9 – Систем управления и компьютерных технологий 28 ноября 2022 года, протокол № 1/22.

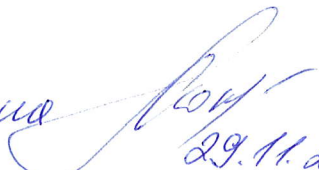
Заведующий кафедрой «Радиоэлектронные системы управления»,
доктор технических наук, профессор  Страхов С.Ю.

Доцент кафедры «Систем управления и компьютерных технологий»,
кандидат технических наук, доцент  Емельянов В.Ю.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Балтийский государственный технический университет "ВОЕНМЕХ" им.
Д.Ф. Устинова"

190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1.

Телефон: (812) 316-23-94

e-mail: komdep@bstu.spb.su

С отзывом ознакомлена  М.И. Мокрова
29.11.2022