



**ФИЛИАЛ ПУБЛИЧНОГО АКЦИОНЕРНОГО
ОБЩЕСТВА «ОБЪЕДИНЕННАЯ
АВИАСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ» –
ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКАЯ АВИАЦИЯ
(Филиал ПАО «ОАК» – ОТА)**

**Опытно-конструкторское бюро Сухого
(ОКБ Сухого)**

Поликарпова ул., д. 23 А, Москва, 125284
тел.: (495) 221-18-21, (495) 780 24 90
факс: (495) 945 68 06
e-mail: info@su.uacrussia.ru

ОГРН 1067759884598, ОКПО 98253307,
ИНН 7708619320, КПП 771443002

13.11.25 № 1/801/978

На _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель директора филиала

– управляющий директор ОКБ ОТА –

директор ОКБ Сухого,

канд. техн. наук



М.Ю. Стрелец

2025 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ермакова Павла Григорьевича

«Разработка алгоритмов для обеспечения безопасной посадки беспилотного вертолета на необорудованную площадку», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)

В диссертационной работе Ермакова П.Г. предложены оригинальные алгоритмические решения, направленные на обеспечение безопасной посадки беспилотного воздушного судна (БВС) вертолетного типа на необорудованную площадку. Практическая важность решения поставленной задачи обусловлена тем, что в ходе выполнения беспилотным вертолетом целевых задач, особенно в районах чрезвычайных ситуаций, может возникнуть необходимость в выполнении оперативной посадки на неподготовленную площадку.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

21 11 2025 г.

Вместе с тем безопасная посадка БВС возможна только в том случае, если выполнена совокупность условий, учитывающих высоту рельефа в месте предполагаемой посадки и состояние грунта. Это обстоятельство указывает на необходимость разработки и размещения на борту БВС информационных ресурсов и алгоритмического обеспечения, позволяющих, в случае необходимости, обеспечить оперативный поиск площадки для его безопасной посадки.

Таким образом, актуальность и практическая значимость диссертационного исследования, целью которого является разработка численных алгоритмов для формирования на борту БВС оптимального маршрута облета участков местности для отыскания площадки, пригодной для посадки с учетом комплекса требований, учитывающих особенности рельефа и прочность грунта в месте предполагаемой посадки, не вызывают сомнений. Реализация подобных алгоритмов позволит существенно расширить область практического использования БВС и повысить безопасность полетов.

Для достижения сформулированной цели диссертационного исследования были решены следующие задачи:

1. Проведен анализ современных решений по проблеме безопасной посадки беспилотного вертолета на неподготовленную местность.
2. Разработан алгоритм планирования маршрута облета участков местности для обеспечения безопасной посадки беспилотного вертолета.
3. Разработан алгоритм проверки прочности грунта необорудованной площадки на основе нейросетевой обработки данных бортового георадара.
4. Разработан алгоритм интеграции навигационных данных бортовой инерциальной навигационной системы, спроектированной на базе микроэлектромеханической системы, и лазерного высотомера, для высокоточного определения высоты БВС вертолетного типа.
5. Выполнена программная реализация алгоритмов для обеспечения безопасной посадки БВС вертолетного типа.

Состоятельность приведенных решений подтверждается результатами имитационного моделирования и летных испытаний БВС вертолетного типа,

внедрением результатов диссертационной работы в НИР ООО «ЦТИИ НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского» и в учебный процесс кафедры 704 «Информационно-управляющие комплексы летательных аппаратов» ФГБОУ ВО «МАИ» (НИУ).

Теоретическая значимость диссертационной работы, насколько можно судить из автореферата, состоит, главным образом, в том, что автором разработаны алгоритм проверки требования к посадочной площадке по предельной прочности грунта, основанный на решении задачи бинарной классификации на базе нейросетевой обработки показаний георадара, алгоритм оптимального планирования маршрута облёта участков местности, реализующий решение задачи коммивояжера с вероятностной функцией потерь, и алгоритм интеграции навигационных данных, реализованный на базе слабосвязанной схемы, обеспечивающий выявление аномальных результатов измерений лазерного высотомера.

Представленная диссертационная работа не свободна от недостатков. В частности:

1. Не приведены соображения, регламентирующие выбор весовых коэффициентов в функции потерь на стр. 10.

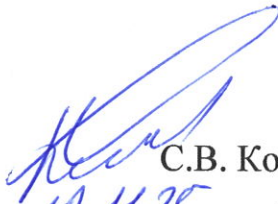
2. В качестве основы принятия решения о пригодности участка местности для посадки с учетом плотности грунта автор безальтернативно предлагает использовать классификатор на основе двухслойного персептрона. Было бы полезно проанализировать возможность использования нейронных сетей, имеющих иную архитектуру.

3. В части представления результатов наглядно показана зависимость времени решения задачи коммивояжера от количества необорудованных вертодромов при использовании различных методов оптимизации. Ценным дополнением к этому анализу могли бы стать четкие рекомендации по выбору метода в зависимости от конкретного количества вертодромов.

Указанные недостатки не снижают ценности представленной диссертационной работы, не ставят под сомнение квалификацию соискателя и общую положительную оценку диссертационной работы Ермакова П.Г.

Считаем, что диссертационная работа Ермакова Павла Григорьевича отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Ермаков П.Г., заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Главный конструктор по системам управления ЛА
филиала ПАО «ОАК» – ОКБ ОТА, докт. техн.
наук, профессор


С.В. Константинов
12.11.25

Начальник бригады «КСУ, СДУ, САУ, РП» отдела
8 КБ ОКБ Сухого, канд. техн. наук


А.А. Верейкин
17.11.25

Заместитель ученого секретаря Отделения НТС
ПАО «ОАК» в ОКБ ОТА,
руководитель Научно-технического сектора
Совета МС ОКБ Сухого,
вед. технолог 2 класса НИО-21,
канд. техн. наук

Ф.А. Насонов

12.11.2025