



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБОРОНЫ РОССИИ)
Федеральное государственное казенное
военное образовательное учреждение
высшего образования

**МИХАЙЛОВСКАЯ
ВОЕННАЯ АРТИЛЛЕРГИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ**

МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ул. Комсомола, д.22,
г. Санкт-Петербург, Россия, 195009

«22» 01 2018 г. № 01-18-26

На № _____

Ученому секретарю
диссертационного совета Д212.125.12
кандидату технических наук Старкову А.В.
125933, г. Москва, Волоколамское ш., 4,
А-80, ГСП-3

Отзыв официального оппонента

доктора технических наук, профессора Злотникова Константина Аркадьевича
на диссертационную работу Чинь Ван Минь

«Планирование маршрута полета легкого беспилотного летательного аппарата
с учетом действия ветра», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.13.01

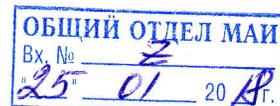
«Системный анализ, управление и обработка информации (Авиационная и ракетно-
космическая техника)»

Актуальность темы диссертационной работы

В настоящее время комплексы с беспилотными летательными аппаратами все более широко применяются как в коммерческой сфере, так и в сфере обеспечения безопасности. Практика показывает, что степень эффективности их использования в различных областях деятельности находится в прямой зависимости от уровня автоматизации процессов подготовки беспилотного летательного аппарата к старту и управления им в ходе полета. Это обусловлено как технической и эксплуатационной сложностью комплексов с беспилотными летательными аппаратами, так и рисками, связанными с их эксплуатацией и применением в воздушном пространстве. Таким образом, автоматизация планирования и управления беспилотным летательным аппаратом, представляет собой актуальную научно-техническую задачу. Особенно важно автоматизировать планирование полета и управление малоразмерным (легким) беспилотным летательным аппаратом. Это обусловлено тем, что именно такие беспилотные летательные аппараты находят все более широкое практическое применение, а, следовательно, их использование должно предъявлять минимальные требования к квалификации операторов управления.

Следует отметить, что, несмотря на значительное число известных публикаций, посвященных автоматизации планирования применения и управления БЛА, некоторые аспекты этой проблемы, в частности, планирование разомкнутого маршрута полета при ограничениях на полетное время, оптимизация маршрута при неравноценности точек прохождения маршрута, до сих пор не нашли своего решения.

Поэтому большой интерес представляет разработка вычислительных процедур и программного обеспечения, позволяющего устойчиво получать точные решения задач маршрутизации с высокой размерностью.



Кроме того, в современных работах по управлению беспилотными летательными аппаратами недостаточно внимания уделяется вопросам учета влияния ветра, в особенности при планировании разомкнутого маршрута полета. В диссертационной работе Чинь Ван Минь этому вопросу уделяется самое пристальное внимание, что повышает ее актуальность.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Степень обоснованности научных положений подтверждается анализом соискателем большого количества современной зарубежной и отечественной литературы, а также электронных информационных ресурсов. Достоверность результатов обеспечена корректной постановкой задач диссертационных исследований, применением хорошо апробированного математического аппарата системного анализа, а также исследования операций, в том числе математического программирования и многокритериальной оптимизации. Обоснованность и достоверность предлагаемых в диссертации рекомендаций подтверждается результатами проведенного моделирования с использованием разработанного автором программного обеспечения.

Лично автором разработаны новые методики планирования маршрута легкого беспилотного летательного аппарата. Новыми положениями, разработанными лично автором и выносимыми им на защиту, являются:

- методика математической формализации и решения задачи планирования маршрута полета легкого беспилотного летательного аппарата с использованием эффективной в вычислительном плане процедуры итеративного исключения «подциклов»;

- методика нахождения маршрута облета максимального количества равноценных точек за минимальное время, не превосходящее допустимое, с учетом воздействия на беспилотный летательный аппарат постоянного ветрового поля;

- методика нахождения множества маршрутов облета неравноценных точек с учетом ограничения на время полета и воздействия на беспилотный летательный аппарат постоянного ветрового поля, а также его сужения с использованием дополнительных показателей эффективности.

Существенную практическую ценность имеет также разработанный автором программный комплекс планирования маршрута полета легких беспилотных летательных аппаратов, имеющий открытую архитектуру и оснащенный дружественным графическим интерфейсом.

Автором впервые предложен единый подход к математической формализации различных постановок задач планирования оптимального маршрута полета легкого беспилотного летательного аппарата на основе аппарата булева линейного программирования с последующим использованием при получении решения эффективной в вычислительном плане процедуры итеративного исключения «подциклов». Кроме того, сформулирован и решен ряд новых постановок задач планирования маршрутов полета легких беспилотных летательных аппаратов, предусматривающих использование разомкнутых маршрутов полета с возможностью выбора точки старта и (или) финиша.

Оригинальное решение задачи разработки маршрута беспилотного летательного аппарата представляет собой методика, позволяющая с учетом действия ветра в зоне полета находить множество маршрутов, каждый из которых связывает максимально возможное количество известным образом расположенных равноценных точек, с учетом ограничения на продолжительность полета, а также принадлежащий этому множеству наискорейший маршрут.

Автор внес определенный вклад в теорию многокритериальной оптимизации, предложив методику, которая позволяет находить множество маршрутов легкого беспилотного летательного аппарата, каждый из которых с учетом ограничения на продолжительность полета связывает такое подмножество известным образом

расположенных неравноценных точек, что эффект от их включения в маршрут является максимальным. При этом разработаны процедуры сужения найденного множества оптимальных решений путем нахождения парето-оптимального множества маршрутов с использованием в качестве дополнительных показателей эффективности фактического времени полета по маршруту и количества, точек в него входящих.

Опубликование основных результатов диссертации в научной печати

Результаты диссертационных исследований, проведенных лично автором, в достаточной степени опубликованы в 12 статьях и тезисах докладов, в том числе четырех – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Достоинства и недостатки по содержанию и оформлению диссертации в целом.

К достоинствам рассматриваемой диссертации в целом относятся:

1. Внутреннее единство исследования и логическая последовательность изложения материала.

2. Корректные математические постановки сформулированных автором задач и оригинальные методы их решения, представляющие определенный вклад в методы решения задач дискретной оптимизации.

3. Доведение полученных теоретических результатов до практической реализации в разработанном автором программном обеспечении.

Вместе с тем работа не лишена и отдельных недостатков. К ним, в первую очередь, следует отнести следующее.

1. Все задачи решаются автором в детерминированной постановке, что не учитывает широкий спектр случайных факторов, влияющих на выполнение задачи беспилотным летательным аппаратом.

2. Методики планирования маршрута полета, разработанные автором, базируются на предположении о том, что маршрутные точки являются «территориально распределенными». Это предположение, с учетом высоких маневренных качеств легких БПЛА, позволяет автору рассчитывая время полета пренебрегать учетом виражей аппарата при изменении им курса полета. Это допущение вполне корректно для беспилотных летательных аппаратов мультикоптерного типа. В случае легких беспилотных летательных аппаратов самолетного типа недостаточно оперировать таким качественным понятием как «территориально распределенные» маршрутные точки. В каждом конкретном случае необходимо проводить соответствующие расчеты. Указанное обстоятельство в определенной степени ограничивает применение предлагаемых автором алгоритмов.

3. Подробное описание интерфейса разработанного программного обеспечения (с. 109-133) могло бы быть вынесено в Приложение без ущерба для понимания основного содержания диссертации.

4. Практическая ценность разработанного автором программного обеспечения выглядела бы более убедительно, если бы в п.4.5 диссертации наряду с примером работы, который подтверждает работоспособность программы, были проведены исследования ее эффективности (в частности, быстродействия) в зависимости от различных факторов (например, количества точек на маршруте).

5. Имеется ряд незначительных стилистических погрешностей в диссертации, например, на с. 17, 40, 68 диссертации, а также в автореферате на с. 7, 13, 19).

Автореферат отражает основное содержание диссертации. Стиль изложения диссертации и автореферата научный, последовательный, доказательный. Оформление диссертации и автореферата в целом соответствуют требованиям к рукописям, подготовленным для печати.

Заключение

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертации Чинь Ван Минь, которая является законченной научно-квалификационной работой и содержит решение актуальной научной задачи разработки методик предполетного оптимального планирования маршрута полета легкого беспилотного летательного аппарата с учетом ограничений, обусловленных техническими характеристиками аппарата, с учетом действия ветра в зоне полета.

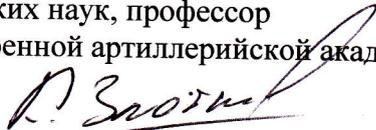
Применение разработанных алгоритмов позволит повысить степень автоматизации планирования применения беспилотного летательного аппарата, осуществляющего сбор информации о заданной территории, что позволит снизить влияние «человеческого фактора» на безопасность полетов и обеспечить эффективное применение беспилотной авиации.

Автореферат диссертации правильно и полно передает основное содержание диссертационной работы, оформлен в соответствии с требованиями ВАК.

Содержание диссертационной работы соответствует заявленной специальности 05.13.01.

Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, а её автор Чинь Ван Минь заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (Авиационная и ракетно-космическая техника)».

Доктор технических наук, профессор
Михайловской военной артиллерийской академии



Злотников Константин Аркадьевич

Подпись официального оппонента Злотникова Константина Аркадьевича заверяю

Помощник начальника

МВД в службе войск и безопасности военной службы – начальник строевого




Грешнов А.В.