



Государственный научный центр Российской Федерации  
Федеральное автономное учреждение

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
(ФАУ «ГосНИИАС»)**

Юридический адрес: Викторенко ул., д.7, корп.2, г. Москва, 125319  
Для почтовых отправлений: 125319, г. Москва, а/я 55  
Тел.: (499) 157-70-47, факс: (499) 943-86-05, e-mail: info@gosniias.ru;  
http://www.gosniias.ru

ОКПО: 51610303, ОГРН: 1227700109295, ИНН/КПП: 7714482225/771401001

15.11.2023 № 2300/8296  
На № 010/2023-24.2.327.03 от 14.10.2023

Ученому секретарю

диссертационного совета 24.2.327.03

ФГБОУ ВО «Московский авиационный  
институт (национальный исследовательский  
университет)»

д.т.н., доценту Старкову А.В.

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4

Уважаемый Александр Владимирович!

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертационной работы  
Маркевич Пшемислав на тему: «Разработка методов улучшения  
эксплуатационных характеристик магистрального самолета», представленной  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
02.05.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных  
аппаратов (технические науки).

Приложение:

- отзыв на автореферат на 4-х листах, 2 экз.

Учёный секретарь

ФАУ «ГосНИИАС», д.т.н., профессор

С.М. Мужичек



Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«15» 11 2023

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Маркевич Пшемислав на тему «Разработка методов улучшения эксплуатационных характеристик магистрального самолета», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.05.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)

Проблема повышения эффективности эксплуатации самолётов всегда занимала одно из центральных мест в вопросах создания самолётов гражданской авиации. Решение этой проблемы, как правило, рассматривается в двух направлениях:

- совершенствование воздушного судна (ВС) как материального объекта, т.е. характеристик планера и его двигателей;
- оптимизация траекторий полёта ВС по заданным критериям с целью обеспечения выполнения задач полёта.

Данная работа относится ко второму направлению повышения эффективности эксплуатации ВС, но, в отличие от большинства подобных работ, здесь не предлагаются какие-либо алгоритмы управления, а рассматривается повышение эффективности путём построения профиля полёта ВС как объекта многоцелевой оптимизации.

Для достижения поставленной цели автор предлагает использовать критерии оценки эффективности эксплуатации и адаптировать метод многокритериального анализа в многоцелевой постановке для получения характеристик оптимального профиля в условиях неопределённости целей и задач полёта ВС.

На защиту диссертации автор выносит следующие положения:

- анализ существующих методов повышения летной эффективности магистральных самолетов, направленных на оптимизацию функционирования самолета;
- методику решения многокритериальных задач в многоцелевой постановке, основанную на линейной свертке частных критериев и поиске аналитических весовых коэффициентов;
- методику оптимизации режимов полета и анализа отдельных этапов полета, основанную на исследовании эффективности достижения целей полета;
- понятие и метод определения оптимальной дальности крейсерского полета на заданном эшелоне в условиях неопределенности задач как объективного критерия эшелонирования.

При этом личный вклад автора в реализацию этих положений состоит в:

обеспечения МАИ  
«15» 11 2023.

-разработке метода анализа многокритериальных задач с помощью аналитических весовых коэффициентов с учётом риска многоцелевой системы;

-разработке эксплуатационного и траекторного методов анализа эффективности и оптимизации лётных операций в условиях неопределённости задач;

-обосновании предложенного им критерия для определения оптимальной дальности полёта ВС на заданном эшелоне.

Достоверность полученных результатов подтверждается, в первую очередь тем, что профили полета, полученные разработанными автором методами, не противоречат рекомендациям по оптимизации режимов полета, основанным на анализе кривых потребных и располагаемых тяг. Но при этом расширяют возможности получения оптимальных значений параметров в условиях изменяющихся экономических показателей, а также целей и задач полета.

Практическая значимость работы в основном состоит в том, что разработанные методы позволяют:

- проводить анализ многокритериальных задач в условиях неопределенности с применением аналитических весовых коэффициентов;
- формировать оптимальные «типовые» профили полета в условиях изменения экономических показателей эксплуатации магистрального ВС;
- разрабатывать практические рекомендации по использованию компромиссных режимов полета;
- разрабатывать практические рекомендации по вертикальному эшелонированию в условиях необходимости использования увеличенной крейсерской скорости для повышения экономичности полета;
- формировать алгоритмы расчетов для автоматизированных систем управления ВС на единой методологической базе.

В целом, результаты работы в виде теоретических и методологических исследований полезны при разработках систем оптимизации режимов полета (СОРП) и Руководств по лётной эксплуатации (РЛЭ) воздушных судов гражданской авиации, что определяет их научную значимость.

Работа состоит из введения и четырёх глав. В первой главе на основе анализа существующих методов повышения эксплуатационных характеристик ВС формулируется общая постановка задачи оптимизации в виде соотношения (1) и вводится понятие режима полёта, под которым понимается тройка программ изменения высоты, скорости и режима работы двигателя. Кроме того вводится понятие цели полёта (задания на полёт), которое определяется значениями параметров дальности полёта, стоимости единицы веса топлива и

стоимости одного часа эксплуатации ВС. Эти параметры являются источником неопределённости в исследовании лётной эффективности ВС.

В предположении существования оптимального решения автор предлагает проводить поиск его с помощью способов учёта неопределённости, к которым относятся гарантирующий, интегральный и минимальный риски.

Далее в диссертации предлагается проводить исследование эффективности полёта ВС отдельно для крейсерского полёта (глава два), этапов изменения высот (глава три) и полёта в целом (глава четыре). Эти исследования проводятся в двух постановках: траекторной и эксплуатационной. В первой из них компромисс заключается между километровым расходом топлива и величиной, обратно пропорциональной скорости. Во второй постановке обобщённый показатель эффективности принимает форму функции эффективности множества оптимальных решений, частными критериями которой принимаются запас топлива и продолжительность полёта в зависимости от числа Маха.

Возможность и результаты использования предлагаемого метода оптимизации рассматриваются на примере полета самолетом Ил-96-300 по маршруту Москва – Гавана. Здесь проявился методически интересный и важный для практики результат. Суть которого состоит в том, что использование оптимальных профилей приводит к росту (до 20%) расхода топлива на участках набора высоты (особенно с ростом коммерческой нагрузки), но оптимизация расхода топлива за весь полёт сокращает общий расход топлива, причём экономия расхода топлива увеличивается до 10% с ростом массы коммерческой нагрузки.

В целом оценивая положительно содержание автореферата, считаю возможным сделать следующие замечания:

1. Несмотря на достаточное количество представленного в автореферате графического материала, объём иллюстративного материала не облегчает его восприятия ввиду отсутствия достаточных пояснений к его содержанию.
2. В тексте автореферата отсутствует информация о математических моделях, на основании которых получены качественные и количественные результаты работы.

Эти замечания, однако, не снижают общую положительную оценку работы и, безусловно, будут учтены автором в следующих публикациях.

Работа представляет цельное законченное исследование по актуальной теме, выполненное на высоком научном уровне, и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о

присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ), а её автор Маркевич Пшемислав заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.05.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Доктор технических наук, доцент,  
главный научный сотрудник ФАУ ГосНИИ АС  
Куланов Николай Владимирович.  
8(916)233-89-86, [kulanov\\_nv@gosnias.ru](mailto:kulanov_nv@gosnias.ru)

*Куланов*

Подпись Куланова Н.В. заверяю  
Учёный секретарь ФАУ ГосНИИАС, д.т.н Мужичек С.М.



*Мужичек С.М.*