

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Моунг Хтанг Ом «Методы и алгоритмы идентификации аэродинамических коэффициентов и силы тяги двигателей воздушных судов с учетом неблагоприятных факторов летного эксперимента», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Диссертационная работа направлена на преодоление известного противоречия между необходимостью получения точных математических моделей летательных аппаратов по данным натурного эксперимента и объективными ограничениями, присущими процессу летных испытаний. Этим и определяется актуальность темы диссертационного исследования, поскольку в условиях повышения требований к характеристикам воздушных судов (безопасность, экономичность и др.) задача повышения точности и достоверности их математических моделей выходит на первый план. Автор обоснованно акцентирует внимание на ключевой проблеме: классические методы идентификации, эффективные в идеализированных условиях, часто демонстрируют недостаточную эффективность при обработке данных реальных летных испытаний, которые неизбежно сопровождаются систематическими погрешностями измерений, неконтролируемыми атмосферными возмущениями, а также изменением метрологических характеристик и отказами элементов измерительного комплекса. В этом контексте поставленная цель – разработка комплексной системы методов и алгоритмов, устойчивых к указанным неблагоприятным факторам – представляется своевременной и актуальной.

Научная новизна работы определяется следующими результатами:

– алгоритм обнаружения динамических погрешностей бортовых измерений летательных аппаратов, использующий тот факт, что корректные измерения параметров полета должны удовлетворять уравнениям пространственного движения самолета;

– алгоритм определения трёх проекций скорости ветра в реальном масштабе времени, основанный на интеграции данных спутниковой навигации и

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ

04.02.2026г.

бортовых датчиков аэродинамических углов;

– алгоритм восстановления углов атаки и скольжения при отказах датчиков на основе интеграции данных навигационной системы и идентификацией коэффициентов аэродинамических сил;

– метод идентификации параметров нелинейных динамических систем, сочетающий модель объекта во временной области и функционал в частотной области, что позволяет снижать влияние погрешностей с известными частотными свойствами;

– метод решения некорректной задачи отдельной идентификации сил тяги двигателей и аэродинамического сопротивления самолета по полетным данным с алгоритмом сглаживания для подавления случайных погрешностей измерений, а также алгоритм формирования оптимального тестового входного сигнала для указанной задачи, использующий оптимальное управление;

– алгоритм обнаружения коррелированных помех, создающих смещения оценок идентификации, основанный на специальном приеме - имитации сдвига входного сигнала во времени.

Первые три алгоритма представляют собой оригинальные примеры комплексной обработки информации, когда точные измерения вектора скорости, получаемые от спутниковой навигационной системы, играют роль эталона, обеспечивающего повышенную точность оценивания других параметров.

Комбинированный алгоритм (модель объекта в области времени, функционал – в области частоты) примечателен тем, что обеспечивает работу с нелинейными многомерными динамическими системами, поскольку традиционно подобные частотно-временные методы рассматриваются для линейных систем. В предложенном алгоритме автор применяет спектральный анализ только к рассогласованиям между измерениями и выходными сигналами модели, тогда как преобразование сигналов нелинейной системой описывается во временной области. Этим исключается необходимость применения специальных методов частотного анализа нелинейных систем типа гармонической линеаризации.

Наибольший интерес представляет предложенное решение некорректной задачи раздельной идентификации сил тяги двигателей и аэродинамического сопротивления, имеющей также и практическое значение. Здесь основной эффект достигается за счет применения специального тестового маневра, улучшающая степень обусловленности задачи. Для формирования маневра предложена оптимизационная процедура. Следует отметить, что подходы автора значительно отличаются от классического метода решения некорректных задач, предложенного А.Н. Тихоновым.

Весьма оригинальным является и метод обнаружения помехи, коррелированной с полезным сигналом. Здесь помеха детектируется по создаваемым ею смещениям оценок параметров модели, полученных согласно алгоритму идентификации. Для изменения смещений предложен специальный прием имитации сдвига входного сигнала, применяемый к тому же участку экспериментальных данных. Идея метода имеет некоторое сходство с известным методом группового учета аргументов, где критерием также является изменчивость оценок параметров, хотя отличия существенны.

По тексту автореферата имеются следующие замечания и рекомендации:

1. Предложенный метод решения некорректной задачи раздельной идентификации тяги и сопротивления было бы целесообразно сравнить с классическим методом А.Н. Тихонова регуляризации некорректных задач.

2. В дальнейших исследованиях автору рекомендуется обратить внимание на теорию гарантированного оценивания при неслучайных ограниченных возмущениях.

3. Наконец, в тексте присутствуют (в очень небольшом количестве) неизбежные стилистические погрешности, например: «Вторую производную находится» (стр. 25), «метод анализирует устойчивость оценок ...» (стр. 28), «теоретических формул» (стр. 30).

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Автореферат написан четко, хорошим и ясным языком; его отличает

логика и продуманность последовательности представленного материала, а также степени его детализации. Моунг Хтанг Ом продемонстрировал глубокую профессиональную эрудицию, понимание мотивации поставленных задач. Полученные результаты характеризуются научной новизной, теоретической и практической значимостью.

Судя по автореферату можно сделать вывод о том, что диссертация «Методы и алгоритмы идентификации аэродинамических коэффициентов и силы тяги двигателей воздушных судов с учетом неблагоприятных факторов летного эксперимента» является завершенной научно-квалификационной работой, в полной мере соответствующей всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Моунг Хтанг Ом заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

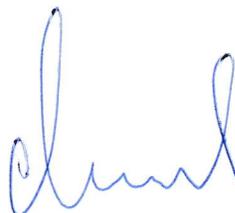
Главный научный сотрудник

Института проблем управления им. В.А. Трапезникова

Российской академии наук (ИПУ РАН),

доктор физико-математических наук,

профессор РАН



М.В. Хлебников

« 03 » февраля 2026 г.

Подпись  
ЗАВЕРЯЮ

ЗАВ. ОБЩИМ ОТДЕЛОМ

*Д.В. Васильев*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова

Российской академии наук (ИПУ РАН)

Адрес: 117997, ГСП-7, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65

Телефон: +7 495 334-89-10, Факс: +7 495 334-93-40

Адрес электронной почты: dan@ipu.ru

Адрес официального сайта в сети «Интернет»: https://www.ipu.ru