

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ю.Д. Селюцкого «Некоторые особенности динамики тела, взаимодействующего с потоком сопротивляющейся среды» представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.7 - Теоретическая механика, динамика машин

Разработка новых технических устройств всегда требует валидации идей, положенных в основу их функционирования. Традиционным способом является математическое моделирование и численный эксперимент, лежащие в основе создания и эксплуатации “цифровых двойников” изделий и систем. Для их реализации используются высокопроизводительные вычислительные комплексы, чем достигается адекватное представление поведения таких устройств с учетом воздействия внешней среды. Разработку сложных математических моделей, как правило, допускающих лишь численное исследование и компьютерное моделирование, предвосхищают созданием простых моделей, которые учитывают основные закономерности в поведении исследуемых устройств. На начальном этапе исследования это позволяет избежать необходимости в разработке сложных моделей и громоздких программных комплексов, но требует от разработчика, помимо понимания происходящих физических процессов и закономерностей в поведении системы, еще и недюженной интуиции, обычно вырабатываемой в процессе разработки схожих систем. Объектом исследования в рецензируемой работе являются механические системы, взаимодействующие с окружающей воздушной средой, что приводит к возникновению сил и моментов при их движении относительно воздуха. Цель работы заключается в исследовании динамики механических и электромеханических систем, в состав которых входит тело, взаимодействующее с потоком сопротивляющейся среды, и в выявлении особенностей их поведения, обусловленных совместным действием сил различной природы – аэродинамических, электромагнитных и упругих. Упрощенные модели такого рода имеют дело с сосредоточенными силами и моментами. Подходы по исследованию ди-

динамики сложных механических систем, взаимодействующих с сопротивляющейся средой, развиваемые в научной школе В.А. Самсонова, восходят к методам, предложенным М.В. Келдышем при исследовании им явлений “шимми” и флаттера. Модели феноменологического типа, описывающие движения в виде обыкновенных дифференциальных уравнений, позволяют эффективно использовать методы качественного анализа. Модели весьма простые, но “цена” этой простоты высокая – нужны, знания, опыт, квалификация. Переходя к рецензируемому автореферату следует отметить, что диссертант демонстрирует наличие этих качеств. Отметим также актуальность и своевременность исследования, посвященного разработке математических моделей и их применению в создании малогабаритных ветроэнергетических установок. Такие устройства предназначены для автономной работы и питания небольшого числа потребителей.

Диссертация состоит из Введения, четырех глав, Заключения и списка литературы. Введение имеет стандартное для диссертационных работ содержание. В первой главе обсуждаются возможные подходы к описанию аэродинамических сил и моментов, действующих на тело со стороны потока сопротивляющейся среды. Отмечена целесообразность использования при моделировании динамики феноменологических подходов, что позволяет получить уравнения движения в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Получены такие уравнения для нескольких частных случаев систем. Во второй главе рассматривается линейная голономная система и анализируется влияние изменения диагонального элемента матрицы потенциальных сил на устойчивость положения равновесия. Проводится параметрический анализ влияния жесткости и других характеристики системы на ее поведение в потоке воздуха. Результаты анализа сравниваются с полученными в дозвуковой аэродинамической трубе экспериментальными результатами. Сделан важный вывод, что при увеличении жесткости по одной из обобщенных координат имеет место потеря устойчивости. В третьей главе обсуждаются эффекты, возника-

ющие при различных режимах движения тонкого крыла (фактически – это лопасть вентилятора) в потоке воздуха. По результатам сравнения расчетных и экспериментальных данных делаются выводы об областях корректности разработанных и используемых в работе феноменологических моделей. Четвертая глава посвящена исследованию динамики электромеханических систем нескольких типов, моделирующих малые ветроэнергетические различные по устройству установки. Следует отметить, что полученные по приближенным моделям результаты сравниваются с экспериментальными результатами, полученными на прототипах ветроэнергетических установок в аэродинамических трубах и отмечено их удовлетворительное совпадение.

Судя по автореферату, в диссертационной работе подробно изложены результаты аналитических и численных исследований поведения систем в сопротивляющейся среде с использованием построенных автором феноменологических математических моделей, сопровождаемые сравнением с экспериментальными результатами, полученными в аэродинамических трубах. Изложенные в диссертации научно-обоснованные решения позволяют на основе исследования динамики повысить достоверность и эффективность процесса разработки механических систем, взаимодействующих с воздушной средой на дозвуковых скоростях. Результаты выполненной работы еще раз подтверждают важность разработки феноменологических моделей при адекватно проведенной их валидации. Внедрение полученных результатов в процесс разработки новых перспективных изделий может внести существенный вклад в решение задачи технического переоснащения, повышения уровня технических и эксплуатационных характеристик изделий.

В целом, судя по автореферату, диссертация выполнена на высоком научном уровне, отличается актуальностью, научной новизной и практической значимостью, полностью соответствует специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин, а именно следующим ее направлениям: Теория устойчивости движения. Прикладные проблемы устойчивости равновесия и движения механических систем, отвечает требованиям, установленным

Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Ее содержание соответствует специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также, судя по автореферату, оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Селюцкий Юрий Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, и.о. заведующего отделом "Динамика космических систем" Федерального государственного учреждения "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук"

Овчинников Михаил Юрьевич _____

“___” мая 2024 г.

Контактные данные:

тел. 8-499-220-78-13 (раб), электронная почта: ovchinni@keldysh.ru

Специальность, по которой автором отзыва защищена диссертация:

01.02.01 Теоретическая механика

Адрес места работы:

125047, Москва, Миусская пл., д.4, ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

Подпись М.Ю. Овчинникова заверяю.

и.о. Ученого секретаря Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН,

кандидат физико-математических наук

_____ В.Е. Борисов

“___” мая 2024 2024 г.