

**Акционерное общество****«Научно-производственное объединение «Прибор»****имени С. С. Голембиовского»****(АО «НПО «Прибор» имени С. С. Голембиовского»)**

117519, Москва, Кировоградская ул., д. 1;  
тел.: (495) 311-07-90; факс: (495) 311-01-91, 312-06-09;  
e-mail: [info@ao-pribor.ru](mailto:info@ao-pribor.ru); [www.aopribor.ru](http://www.aopribor.ru)

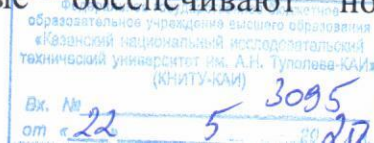
**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертационной работы С. А. Королёва на тему «Развитие подходов к решению проблем аэродинамики и устойчивости движения снарядов и неуправляемых ракет на основе математического моделирования», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальностям: 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертационная работа Королёва Станислава Анатольевича посвящена созданию нового комплексного подхода математического моделирования и практическому его использованию при разработке специального пакета прикладных программ для решения задач внешней баллистики.

Актуальность темы диссертационной работы заключается в необходимости развития проблемно-ориентированного комплекса прикладных программ для автоматизации процесса определения оптимальных баллистических и геометрических параметров боеприпасов в процессе вычислительного эксперимента на этапе проектирования с целью обеспечения максимальной их эффективности при поражении цели.

Среди результатов выполненной работы особо можно выделить следующие разработанные автором методы, алгоритмы и программы для проведения расчётных исследований, которые обеспечивают новые



возможности компьютерного имитационного моделирования и автоматизированного параметрического анализа, что в совокупности имеет научную и практическую ценность при создании и совершенствовании боеприпасов:

– комплексный подход к решению задач внешней баллистики, который заключается в связывании методик математического моделирования динамики движения снаряда на траектории и компьютерного моделирования аэродинамического обтекания снаряда в автоматизированной системе инженерного анализа (САЕ- системы) с использованием метода конечных элементов, что даёт возможность проводить вычислительные эксперименты на этапе проектирования снарядов;

– метод решения обратной задачи внешней баллистики, основанный на аппроксимации баллистических данных с помощью многослойной нейронной сети и нечётких деревьев решений, что позволяет получать точное и оперативное решение в случае стационарных и подвижных целей;

– методика решения задачи внешней баллистики при стрельбе с подвижного носителя (вертолёт), которая включает математическое моделирование динамики механической системы «вертолёт – вооружение» и компьютерное моделирование, с помощью метода конечных элементов в САЕ- системе, воздушного потока, создаваемого несущим винтом вертолёт, для определения начальных условий стрельбы в моменты выстрелов, а также математическое моделирование траектории движения снарядов и ракет на основе решения задачи внешней баллистики с учётом полученных начальных условий.

Достоверность и обоснованность результатов работы гарантируется автором диссертации на основе использования апробированных современных методов исследований и технологий, опыта сравнения с известными результатами экспериментальных исследований.

Представленный материал имеет краткую и ясную форму. Однако следует обратить внимание на следующие недостатки:



1. В разделе «Степень разработанности темы исследования» (стр. 3) не упоминается о диссертационной работе д.т.н. В.Г. Суфиянова «Решение задачи комплексного моделирования артиллерийского выстрела с применением визуальных технологий для проектирования и отработки артиллерийских систем», в которой впервые представлены: 1) комплексная математическая модель процесса артиллерийского выстрела, включающая внутреннюю, внешнюю баллистику и функционирование снаряда у цели; 2) проблемно-ориентированный программно-вычислительный комплекс моделирования артиллерийского выстрела и конфигурации полигонных испытаний на основе вычислительного эксперимента.

2. Отсутствует демонстрация визуализированных результатов компьютерного моделирования методом конечных элементов в САЕ-системе в виде 2-D и (или) 3-D распределённых газо- и термодинамических параметров при решении задач: 1) аэродинамического обтекания снаряда в процессе движения по траектории (стр. 13, 23, 24); 2) движения воздушного потока, создаваемого несущим винтом вертолётa (стр. 21, 23, 32); 3) обтекания ракеты реактивной струёй двигателя при залповых пусках ракет (стр. 22, 23).

3. Недостаточно точно представлена структура блока «Системы инженерного моделирования» программно-вычислительного комплекса моделирования внешней баллистики (стр. 23, рис. 13) – не даны общие названия частей блока: 1) Системы для построения геометрических моделей – САД-системы (AutoCAD, Компас 3-D); 2) Системы для разработки расчетных моделей и проведения исследований – САЕ-системы (ANSYS Fluent).

4. В разработанном специальном пакете прикладных программ недостаточно представлен пользовательский интерфейс, что требует специальной квалификации (опыт математического моделирования в различных системах программного обеспечения) для его использования и, следовательно, ограничивает количество пользователей пакета.

Изложенные выше замечания во многом связаны с изложением материала в автореферате и не уменьшают важности и качества

диссертационной работы в решении поставленных задач, результаты которой были многократно представлены в публикациях и докладывались на научно-технических конференциях.

На основании материала, изложенного в автореферате диссертации, можно сделать вывод о том, что диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» – имеет важное значение для совершенствования методов проектирования и отработки современных артиллерийских систем.

Автор диссертационной работы С. А. Королёв заслуживает присвоения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Мы, авторы отзыва на автореферат:

1. Олег Тимофеевич Чижевский;
2. Юрий Анатольевич Турыгин;
3. Алла Юрьевна Мельникова,

даём согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой С. А. Королёва и их дальнейшую обработку.

Генеральный конструктор, д.т.н.,  
профессор, академик РАН

Олег Тимофеевич  
Чижевский  
12.05.2020

Начальник НТЦ – главный конструктор,  
к.т.н.

Юрий Анатольевич  
Турыгин  
12.05.2020

Начальник лаборатории,  
к.т.н.

Алла Юрьевна  
Мельникова  
12.05.2020

Подписи О. Т. Чижевского, Ю.А. Турыгина, А.Ю. Мельниковой  
ЗАВЕРЯЮ



*Алла Юрьевна Мельникова*