

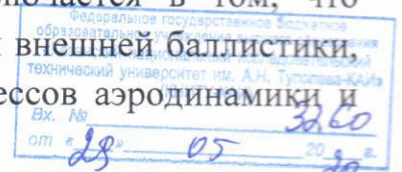
## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Королева Станислава Анатольевича «Развитие подходов к решению проблем аэродинамики и устойчивости движения снарядов и неуправляемых ракет на основе математического моделирования», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Внешнебаллистические исследования эффективности ракетно-артиллерийского вооружения (РАВ) связаны с целым комплексом полигонных испытаний, проводимых с целью отработки и проверки технических и конструктивных решений, как самого артиллерийского оружия, так и средств поражения (СП) и прицельных комплексов. Для контроля и регистрации условий и результатов проводимых натурных экспериментов применяются достаточно сложные измерительные приборы, а также обрабатывается очень большой объем получаемых при этом экспериментальных данных. При стрельбе с авиационного носителя (самолета, вертолета) количество внешних и внутренних факторов, влияющих на траекторию СП, значительно возрастает: движение и вибрации носителя, воздушные потоки и др., что требует увеличения объема и, соответственно, стоимости натурных испытаний. Внедрение методов имитационного моделирования, в частности разработка математических моделей и вычислительных алгоритмов для решения задач внешней баллистики при проектировании и отработки боеприпасов ракетно-артиллерийских систем, позволяющих снизить объемы натурных испытаний, является актуальной научной и практической задачей, как для разработки, так и для эксплуатации ракетно-артиллерийского вооружения.

Диссертация Королева С.А. посвящена развитию методов исследования процессов аэродинамики и устойчивости движения неуправляемых СП, основанных на математическом моделировании, вычислительном эксперименте и трехмерной компьютерной визуализации. Данный подход позволяет решить многие проблемные вопросы внешней баллистики (в том числе повысить точность и кучность стрельбы, увеличить дальность полета снаряда, учесть различные внешние факторы, влияющие на траекторию полета СП) на этапе проектирования и отработки, как СП, так и прицельных комплексов РАВ.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что автором разработаны новые подходы к решению задач внешней баллистики, основанные на математическом моделировании процессов аэродинамики и



устойчивости движения снарядов и неуправляемых СП, как на полной системе уравнений движения твердого тела и определении аэродинамических сил и моментов из решения задачи обтекания тела, что позволяет совместно исследовать вопросы аэродинамики и устойчивости движения СП. На основе «модели внешней баллистики» реализованы численные методы и алгоритмы решения основных задач внешней баллистики. Разработанная автором комплексная математическая модель механической и аэродинамической системы «вертолет – вооружение» учитывает сложное взаимное влияние носителя и ракетно-артиллерийского вооружения на точность и кучность стрельбы (как снарядами пушечного вооружения, так и неуправляемыми авиационными ракетами).

Полученные в диссертационной работе результаты и выводы достаточно обоснованы, что подтверждается материалами докладов на научных конференциях и публикациями в рецензируемых научных журналах. По теме диссертации опубликована 41 работа, в том числе 22 статьи в журналах из перечня ВАК.

Достоверность результатов подтверждена рядом экспериментальных апробаций.

Теоретическая значимость диссертационной работы автора заключается в разработке комплекса математических моделей и вычислительных алгоритмов для решения основных задач внешней баллистики, в том числе при стрельбе с авиационного носителя типа вертолет (самолет). Практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в разработке программного комплекса, который учитывает объективность аэродинамических факторов при внешнебаллистических испытаниях РАВ и позволяет сократить объем и стоимость натурных испытаний при отработке ракетно-артиллерийских систем и прицельных комплексов.


По автореферату диссертации имеются следующие **замечания**:

1. Представляется не совсем удачной аппроксимация аэродинамических коэффициентов пушечного снаряда полиномиальными зависимостями, слабо связанными с физикой процесса обтекания снаряда при больших углах нутации.
2. Задача оптимизации баллистических характеристик излишне перегружена факторами, слабо влияющими на значение целевой функции (такими как ветер, рельеф местности, вращение Земли и др.).
3. Из автореферата неясно, чем обоснованы столь большие значения расчётных параметров асимметрии 30-мм пушечного снаряда.

4. Судя по библиографии, автор принимал участие в экспериментальных исследованиях возмущений начальных условий движения снарядов и ракет, возникающих при стрельбе с вертолѐта, однако в реферате не упоминает о результатах этих важных баллистических испытаний.
5. В работе, посвящённой в значительной мере баллистике авиационных ракет и снарядов, можно было бы ожидать более основательного анализа достижений научной школы Д. А. Вентцеля, как основоположника именно авиационной внешней баллистики.

Несмотря на указанные выше замечания, в целом диссертационная работа «Развитие подходов к решению проблем аэродинамики и устойчивости движения снарядов и неуправляемых ракет на основе математического моделирования» является завершённой научно-квалификационной работой, имеет важное научное и практическое значение и удовлетворяет требованиям п. 9 Положения ВАК о присуждении ученых степеней, а её автор, Королев Станислав Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Заместитель генерального конструктора  
по вертолетным комплексам специального назначения,  
комплексам авиационного вооружения и обороны  
АО «НЦВ Миль и Камов»,  
доктор технических наук

 А.Б. Бельский

Адрес организации:

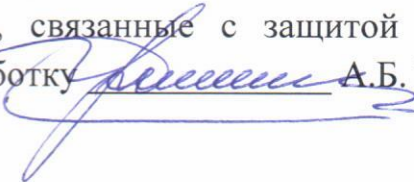
140070, Московская обл., го. Люберцы, рп. Томилино, ул. Гаршина, 26/1

E-mail: [www.russianhelicopters.aero/](http://www.russianhelicopters.aero/)

Тел.: +7(495) 669-23-90, +7(495) 647-32-10

Факс: +7(498) 553-80-02, e-mail: [mvz@mi-helicopter.ru](mailto:mvz@mi-helicopter.ru)

Я, Бельский Александр Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Королева С.А., и их дальнейшую обработку

 А.Б. Бельский

Подпись Бельского А.Б. удостоверяю

Исполнительный директор  
АО «НЦВ Миль и Камов»





М.И. Короткевич