

Отзыв

на автореферат диссертации Суфиянова В.Г., представленной на соискание учёной степени доктора технических наук на тему "Решение задачи комплексного моделирования артиллерийского выстрела с применением визуальных технологий для проектирования и отработки артиллерийских систем" по специальностям 05.13.01 "Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике)" и 05.13.18 "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ".

Диссертационная работа посвящена решению задачи комплексного физического и математического моделирования процесса артиллерийского выстрела. Создание новых артиллерийских систем требует проведения большого количества дорогостоящих опытных работ и исследований. Использование математического моделирования процесса выстрела позволяет существенно снизить затраты на проведение разработки артиллерийских систем.

Комплексные физико-математические модели позволяют также исследовать нештатные и аварийные ситуации при артиллерийском выстреле и изучать влияние факторов проведения выстрела. Таким образом актуальность данной работы не вызывает сомнений.

В первой главе представлена блок-схема модели визуализации процесса артиллерийского выстрела, включающая в себя решение задач внутренней и внешней баллистики, терминальной баллистики, а также задачи использования измерительной аппаратуры. Результаты решения задачи внутренней баллистики являются исходными данными для решения задачи внешней баллистики.

Во второй главе приведены результаты разработки виртуальных моделей полигона и объектов полигонных испытаний.

В третьей главе рассмотрена задача комплексного физико-математического моделирования артиллерийского выстрела. Процессы горения заряда и движения снаряда в стволе описываются системой нестационарных одномерных уравнений внутренней баллистики, описывающих течения многокомпонентной смеси и тепломассообмен с поверхностью порохового заряда, а также напряжённо-деформированное состояние ствола.

Движение снаряда после выхода из ствола описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений движения твёрдого тела в стартовой системе координат.

После моделирования движения снаряда рассматриваются вопросы пробивания брони, моделирование разлёта осколков и построение зон поражения.

В четвёртой главе приведено описание программного комплекса моделирования и визуализации полигонных испытаний. Для этого использовались различные среды разработки.

В пятой главе представлены результаты применения компьютерного визуального моделирования. При решении задачи внутренней баллистики исследовались различные разностные сетки с точки зрения точности. Наилучшие результаты были получены на неравномерной адаптивной сетке. Было выполнено исследование возможности применения термодинамической математической модели для решения задачи внутренней баллистики с использованием вектора корректирующих функций. В результате удалось построить и применить аппроксимирующие математические модели, позволившие существенно уменьшить затраты машинного времени.

Моделирование внешней баллистики выполнены по двум методикам. Отмечена высокая точность совпадения расчётных и экспериментальных точек падения снаряда.

Выполнено моделирование траекторий разлёта осколков при подрыве снаряда на различных высотах.

Научная новизна работы заключается в разработке и реализации комплексной математической модели процесса артиллерийского выстрела, включающей внутреннюю, внешнюю баллистику и функционирование снаряда у цели. Разработано новое математическое и алгоритмическое обеспечение, реализована визуализация результатов комплексного моделирования артиллерийского выстрела. Реализована математическая модель внутренней баллистики с учётом нестационарного эрозионного горения пороховых элементов и численный метод решения сопряжённой задачи внутренней баллистики. Впервые разработана и реализована методика совмест-

