

## РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ИТ-ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАСХОДАМИ ТОПЛИВА В ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Евсеенко А.С.<sup>1</sup>, Заплатин М.И.<sup>2</sup>, Смирнов Г.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Уральский Федеральный Университет, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>) АО "НПО автоматики", г. Екатеринбург, Россия

E-mail: 281200naskaa@gmail.com

## DEVELOPMENT OF THE STRUCTURE OF IT SUPPORT FOR THE PROCESS OF DESIGNING A FUEL CONSUMPTION CONTROL SYSTEM IN LIQUID ROCKET ENGINES

Evseenko A.S.<sup>1</sup>, Zaplatin M.I.<sup>2</sup>, Smirnov G.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>) AO "NPO automation", Yekaterinburg, Russia

Development of an IT support structure for the process of designing a fuel consumption management system in liquid rocket engines, which is a mathematical model of the SURT and a service where the operation of the system, the process of processing and storing data, displaying test results on graphs.

Одной из важных задач управления работой двигательных установок является задача управления расходом ракетного топлива, которая возлагается на систему управления расходом топлива. Система управления расходом топлива (СУРТ) предназначена для обеспечения эффективного и оптимального использования располагаемого запаса топлива в полете ракеты. СУРТ должна обеспечивать выполнение следующих требований в процессе полета ракеты-носителя (РН) [1]:

- синхронность выработки компонентов топлива на момент выключения двигательной установки;
- регулирование коэффициента соотношения массовых расходов компонентов топлива относительно номинального значения;
- обеспечение заданной циклограммы режима работы жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) по тяге.

Для подтверждения выполнения заданных требований нужно проведение математического моделирования на этапе проектирования СУРТ, которое позволит оценить точность работы реальной системы регулирования соотношения компонентов и получить информацию о расходах компонентов, а также проводить перенастройку номинала коэффициента соотношения расходов.

Для анализа и отбора информации были выделены следующие ключевые слова, по которым производился поиск: система управления, расход топлива, control system, fuel consumption, flow sensors. Найден патент «Комбинированная

система управления расходом топлива ракетной двигательной установки с многократным включением» [2], который выбран в качестве прототипа.

Выбранный прототип является эффективным и многозадачным, но алгоритм требует максимальных затрат памяти вычислительного устройства и времени вычисления, а также не имеет алгоритмической защиты от отказов и недостоверной информации. В разрабатываемой системе реализуется алгоритмическая защита, обеспечивающая поддержание высокой эффективности работы системы при отдельных отказах в ее аппаратуре и разрабатывается ИТ-поддержка на этапе проектирования системы управления расходом топлива, которая нужна для повышения качества разработки СУРТ, оценки точности и правильности функционирования проектируемой системы управления. Также ИТ-поддержка позволит наглядно моделировать работу системы управления расходом топлива, что обеспечивает удобство проведения анализа процессов изменения регулируемых параметров, графического отображения получаемых результатов, автоматизации обработки.

Применительно к рассматриваемой задаче проектирования СУРТ можно отметить, что на текущий момент нет достаточно удобного сервиса для анализа, хранения и обработки данных, отображения результатов системы управления расходом топлива. Предлагается создать программно-математическое обеспечение (ПМО) с целью повышения уровня автоматизации и качества процесса проектирования СУРТ, то есть ИТ-поддержку, которая представляет собой математическую модель СУРТ и сервис, где будет промоделирована работа системы, процесс обработки и хранения данных, отображение результатов испытаний на графиках. На рис. 1 представлена модель ПМО СУРТ.

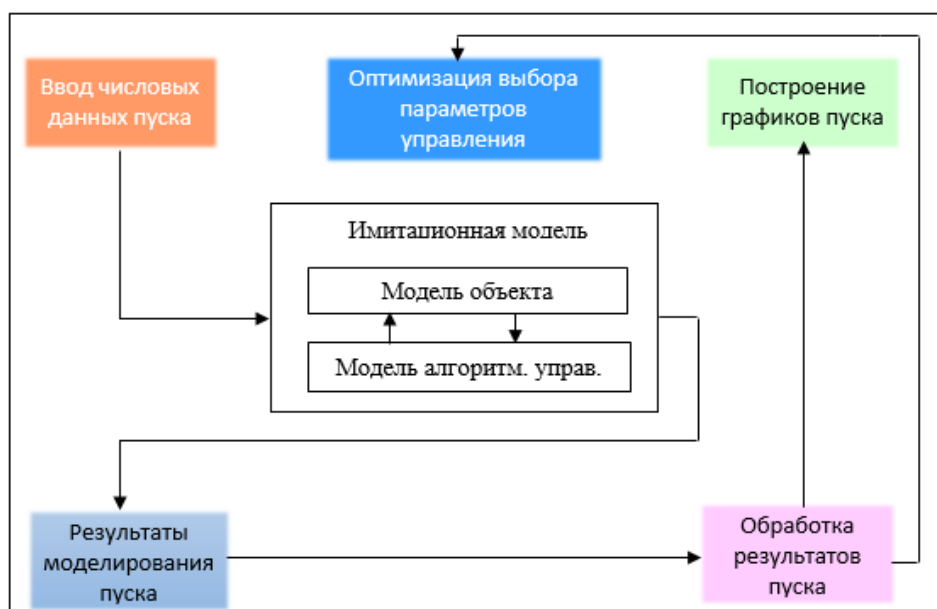


Рис. 1. Модель ПМО СУРТ

1. И.М. Игдалов, Ракета как объект управления: Учебник – Д.:АРТ-ПРЕСС, 481-492 (2004).
2. Ю.О. Бахвалов, В.П. Иванов, В.П. Молочев, И.С. Партола, Г.В. Семенов, Комбинированная система управления расходом топлива ракетной двигательной установки с многократным включением. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://patentimages.storage.googleapis.com/f2/a5/55/2efbbc67bd86f5/RU2492122C2.pdf>.