

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика С.П. КОРОЛЕВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

**Н.В. БЕЗМЕНОВА, С.А. ШУСТОВ**

**ФОРМИРОВАНИЕ ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ  
САЕ-МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНЫХ ТЕЧЕНИЙ  
ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ В КАМЕРАХ И  
ГАЗОГЕНЕРАТОРАХ ЖРД С УЧЁТОМ НЕ  
ИДЕАЛЬНОГО ПРОТЕКАНИЯ РАБОЧИХ  
ПРОЦЕССОВ**

*Учебное пособие*

САМАРА  
Издательство СГАУ  
2010

УДК 621.453 (075.8)

ББК 39.65-01я73

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор А.Н. Первышин  
д-р техн. наук, профессор Ю.И.Цыбизов

*Безменова Н.В., Шустов С.А.*

**ФОРМИРОВАНИЕ ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ САЕ-МОДЕЛЕЙ  
ВИРТУАЛЬНЫХ ТЕЧЕНИЙ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ В КАМЕРАХ И  
ГАЗОГЕНЕРАТОРАХ ЖРД С УЧЁТОМ НЕ ИДЕАЛЬНОГО ПРОТЕКАНИЯ  
РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ:** учебное пособие / Безменова Н.В, Шустов С.А. – Самара:  
Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2010. – 40 с. : ил.

**ISBN**

Рассмотрены основные приёмы численного моделирования термогазодинамических процессов в камерах и газогенераторах ЖРД как в идеальном приближении, так и с учетом реального протекания этих процессов. Рассмотрены основные этапы численного моделирования применительно к термогазодинамическим процессам ЖРД: физическая постановка задачи и выбор допущений, формирование математической модели и ее численного аналога, компьютерная реализация численной модели и проверка ее адекватности.

Учебное пособие предназначено для оказания методической помощи студентам старших курсов, изучающих теорию ракетных двигателей, а также для магистрантов, аспирантов и преподавателей, использующих современные методы численного моделирования рабочих процессов в тепловых двигателях в научной работе и учебном процессе.

УДК 621.453 (075.8)

ББК 39.65-01я73

**ISBN**

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2010

## Введение

Современный научно-технический прогресс все в большей степени связан с использованием быстрорастущих возможностей космических аппаратов (КА). Такие примеры общеизвестны и постоянно расширяются: глобальная связь, мониторинг окружающей среды и разведка полезных ископаемых, получение новых материалов, задачи обороны и многое другое. В связи с этим быстро растет как количество запускаемых КА, так и многообразие их типов – от малых коммерческих спутников массой менее одной тонны до крупных долговременных орбитальных комплексов массой несколько сотен тонн, таких как функционирующая в настоящее время Международная космическая станция (МКС).

Расширение возможностей современных КА тесно связано с совершенствованием использующихся для их выведения и управления на орбите двигательных установок (ДУ) с жидкостными ракетными двигателями (ЖРД) в качестве исполнительных органов.

Необходимость дальнейшего совершенствования ЖРД связана с потребностью обеспечения весьма сложного комплекса требований, предъявляемых к этим двигателям. Одним из основных является требование высокой экономичности ЖРД при обеспечении заданного уровня надежности. Показателем экономичности служит величина удельного импульса тяги в пустоте. Весьма важными являются динамические требования к ЖРД, поскольку основным режимом работы ЖРД ориентации в составе ДУ КА является импульсный с длительностью включений от 0,01 до 1 с.

В последнее время в связи с увеличением роли рыночных отношений в аэрокосмической отрасли России, ростом конкуренции на внутреннем и внешнем рынках космической техники, резким сокращением бюджетного финансирования все более жесткими становятся требования по сокращению сроков и стоимости разработки как ЖРД.

Обеспечение всех этих требований представляет собой весьма сложную научно-техническую проблему, которая имеет явно выраженный системотехнический характер.