

УДК 629.735.33:004.9(075.8)  
ББК 39.53я73+32.973я73  
Г67

Рецензент — заместитель начальника Филиала АО «ВПК «НПО машиностроения» – КБ «Орион», С.В. Белов

Г67

**Горбунов, А.А.**

Методы практической аэродинамики при автоматизированном проектировании системы несущих поверхностей летательного аппарата: учебное пособие / А.А. Горбунов, А.Д. Припадчев; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, 2015. – 145 с.

**ISBN 978-5-7410-1479-0**

В учебном пособии рассмотрены теоретические основы и методы, являющиеся базой для типовых экспериментов в аэродинамических лабораториях, приведено описание экспериментальных установок, приборов и методик проведения эксперимента, а также аналитические методы расчета аэродинамических характеристик ЛА, с использованием систем автоматизированного проектирования.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 24.04.01 — Ракетные комплексы и космонавтика.

Работа выполнена в рамках гранта «Совершенствование подготовки кадров для приоритетных направлений развития экономики Оренбургской области на основе кластерной модели»

УДК 629.735.33:004.9(075.8)  
ББК 39.53я73+32.973я73

ISBN 978-5-7410-1479-0

© Горбунов А.А., Припадчев А.Д., 2015  
© ОГУ, 2015

## Содержание

Введение.....	6
1 Научные методы в экспериментальной аэродинамике.....	8
1.1 Экспериментальные исследования в аэродинамике.....	8
1.2 Требования, предъявляемые к аэродинамическим моделям для продувок в аэродинамических трубах.....	10
1.3 Классификация и требования, предъявляемые к аэродинамическим трубам.....	14
1.3.1 Конструкция аэродинамической трубы.....	18
1.3.2 Динамометрические и регистрирующие устройства, применяемые в аэродинамических трубах.....	22
2 Определение суммарных аэродинамических характеристик летательных аппаратов различных аэродинамических компоновок	30
2.1 Аналитические методы расчета аэродинамических характеристик и коэффициентов летательных аппаратов различных аэродинамических компоновок.....	30
2.1.1 Определение аэродинамических коэффициентов подъемной силы изолированных элементов летательного аппарата.....	36
2.1.2 Определение коэффициентов лобового сопротивления изолированных частей летательного аппарата.....	44
2.1.3 Определение коэффициента подъемной силы и подъемной силы летательного аппарата.....	60
2.1.4 Определение коэффициента лобового сопротивления и лобового сопротивления летательного аппарата.....	67
2.1.5 Определение коэффициента продольного момента и продольного момента летательного аппарата.....	68
2.2 Численные методы моделирования процессов обтекания летательных аппаратов различных аэродинамических компоновок.	73
2.2.1 Расчет аэродинамических характеристик летательных аппаратов	

	методом дискретных вихрей.....	73
3	Экспериментальные методы определения аэродинамических характеристик летательных аппаратов различных аэродинамических компоновок.....	77
3.1	Экспериментальный метод расчета коэффициента лобового сопротивления тел с применением уравнения импульсов.....	77
3.1.1	Уравнение импульсов.....	77
3.1.2	Методика проведения испытаний.....	83
3.2	Экспериментальные методы измерения скорости потока с помощью лазерного и термоанемометрического оборудования...	85
3.2.1	Лазерный доплеровский измеритель скорости.....	85
3.3	Тензометрический метод измерения сил и моментов, действующих на летательный аппарат.....	94
3.3.1	Принцип тензометрического метода измерения сил и моментов.....	94
3.3.2	Устройство тензометрических внутримодельных весов.....	96
3.4	Дренажный метод исследования аэродинамических характеристик профиля крыла в дозвуковом воздушном потоке.....	97
4	Автоматизация проектирования системы несущих поверхностей летательного аппарата.....	107
4.1	Системы твердотельного моделирования.....	107
4.2	Состав системы параметрического моделирования.....	109
4.3	Принципы параметрического проектирования.....	113
5	Проектирование дополнительной аэродинамической поверхности крыла для магистрального воздушного судна с использованием методов экспериментальной аэродинамики.....	117
5.1	Построение 3D модели дополнительной аэродинамической поверхности крыла магистрального воздушного судна.....	117
5.2	Методика проведения физического моделирования для дополнительной аэродинамической поверхности крыла магистрального воздушного судна.....	121

5.3	Анализ результатов физического моделирования для дополнительных аэродинамических поверхностей крыла.....	126
5.3.1	Проведение визуализации обтекания потоком воздуха.....	126
5.3.2	Проведение весового испытания ДАП крыла.....	129
5.3.3	Сравнение результатов эксперимента со статистическими данными по существующим аналогам ДАП крыла.....	129
	Заключение.....	134
	Список использованных источников.....	135
	Приложение А Аэродинамические характеристики для моделей дополнительных аэродинамических поверхностей крыла .....	138
	Приложение Б Аэродинамические параметры полученные по результатам продувки в аэродинамической трубе.....	144