

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

А. Д. Припадчев

# **РАСЧЕТ МАССЫ И РАЗМЕРОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Рекомендовано Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 160400.62 Ракетные комплексы и космонавтика

Оренбург  
2013

УДК629.735.02(075.8)  
ББК39.52-02я73  
П76

Рецензент — профессор, доктор технических наук Н.З. Султанов

**Припадчев, А.Д.**  
П76 Расчет массы и размеров летательных аппаратов : учебное пособие /  
А. Д. Припадчев; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2013. –  
166 с.  
ISBN

В учебном пособии приведены методы расчета массы ЛА и его частей (двигательных установок различных типов, корпуса, крыльев, оперения, рулевых приводов) на стадиях разработки технических предложений и эскизного проектирования. Рассмотрен расчет основных размеров ЛА и вопросы его компоновки, требования к устойчивости и балансировке ЛА, а также пути их реализации.

Учебное пособие предназначено для студентов направления подготовки 160400.62 Ракетные комплексы и космонавтика.

УДК629.735.02(075.8)  
ББК39.52-02я73

ISBN

© Припадчев А.Д. 2013  
© ОГУ, 2013

## Содержание

Введение.....	6
Обозначения и сокращения.....	8
1. Организация и основы методологии проектирования.....	11
1.1 Задачи и организация процесса проектирования.....	11
1.2 Исходные данные на проектирование.....	16
1.3 Методологические основы автоматизированного проектирования...	19
2. Расчет массы летательного аппарата и его частей.....	24
2.1 Относительная масса однорежимного ракетного двигателя твердого топлива.....	26
2.1.1 Обечайка ракетного двигателя твердого топлива.....	28
2.1.2 Днища ракетного двигателя твердого топлива.....	34
2.1.3 Сопловой блок.....	35
2.1.4 Дополнительные элементы конструкции ракетного двигателя твердого топлива.....	37
2.1.5 Стыковые соединения.....	46
2.1.6 Газовод.....	46
2.1.7 Пример расчета величины коэффициента массового совершенства двигателя $\alpha_{\partial\epsilon}$ .....	48
2.1.8 Выбор давления в камере ракетного двигателя твердого топлива....	49
2.1.9 Относительная масса ракетного двигателя твердого топлива ускорителя двухступенчатого летательного аппарата.....	51
2.2 Относительная масса двухрежимного ракетного двигателя твердого топлива.....	53
2.2.1 Двухкамерный двухрежимный ракетный двигатель твердого топлива.....	53
2.2.2 Однокамерный двухрежимный ракетный двигатель твердого топлива.....	54

2.3 Относительная масса двигательной установки с жидкостно–реактивным ракетным двигателем.....	57
2.3.1 Камера жидкостно–реактивного ракетного двигателя.....	58
2.3.2 Насосная система подачи топлива.....	58
2.3.3 Вытеснительные системы подачи топлива.....	61
2.3.4 Баковый отсек.....	62
2.3.5 Приближенные формулы для расчета величины коэффициента массового совершенства двигательной установки $\alpha_{\partial y}$ .....	70
2.3.6 Пример расчета величины коэффициента массового совершенства двигательной установки $\alpha_{\partial y}$ .....	71
2.4 Относительная масса двигательной установки с воздушно–реактивным двигателем.....	74
2.4.1 Двигательная установка с турбореактивным двигателем.....	74
2.4.2 Двигательная установка с прямоточным воздушно–реактивным двигателем.....	75
2.5 Относительная масса конструкции летательного аппарата.....	76
2.5.1 Корпус летательного аппарата.....	76
2.5.2 Несущие поверхности летательного аппарата.....	82
2.5.3 Рулевые приводы летательного аппарата.....	84
2.6 Стартовая масса летательного аппарата.....	86
2.6.1 Одноступенчатые летательные аппараты.....	86
2.6.2 Двухступенчатые летательные аппараты.....	88
2.6.3 Расчет стартовой массы как процесс последовательных приближений.....	88
2.7 Массовая сводка летательного аппарата.....	90
3 Расчет основных размеров летательного аппарата и его компоновка....	93
3.1 Потребный объем и размеры корпуса летательного аппарата.....	93
3.2 Размеры несущих поверхностей.....	101
3.3 Общие требования к компоновке летательного аппарата.....	102

3.4 Компоновка двигательных установок.....	105
3.4.1 Ракетные двигатели твердого топлива.....	105
3.4.2 Жидкостно–реактивные ракетные двигатели.....	109
3.5 Компоновка бортового оборудования.....	118
3.6 Расчет центровки.....	123
4 Обеспечение устойчивости и балансировки летательного аппарата.....	129
4.1 Роль статической устойчивости.....	129
4.2 Требования к статической устойчивости летательного аппарата.....	132
4.3 Требования к продольной балансировке летательного аппарата.....	135
4.4 Предельно допустимые углы отклонения рулей.....	138
4.5 Выбор площади оперения и продольного положения крыльев.....	144
4.6 Выбор площади вертикального оперения летательного аппарата самолетной схемы.....	151
4.7 Выбор размеров элеронов.....	152
4.8 Выбор размеров стабилизаторов ускорителей.....	152
5 Глоссарий.....	155
Список использованных источников.....	161
Приложение А Справочные данные.....	162