

УДК 629.78  
ББК 39.63  
Ж34

Рецензенты:

*В. Н. Подзоров*, ведущий конструктор отдела К882 КБ «Салют»  
АО «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева»;

*А. В. Седельников*, д-р техн. наук, профессор кафедры космического  
машиностроения им. ген. конструктора Д. И. Козлова  
ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет  
им. академика С. П. Королева»

**Жариков, К. И.**

Ж34 Проектирование устройств и систем разделения в ракетно-космической  
технике : учеб. пособие / К. И. Жариков, А. И. Лукьянчик ; Минобрнауки  
России, Ом. гос. техн. ун-т. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2021. – 196 с. : ил.

ISBN 978-5-8149-3280-8

Рассмотрены основные способы и средства разделения элементов ракет (отработавшие ступени и головные обтекатели), представлены расчетные зависимости, характеристики и циклограммы срабатывания. Особое внимание уделено динамике отделения ступеней, для которых приведены расчетные модели и графики. Изложена методика проектирования средств разделения минимальной массы.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 24.04.01 «Ракетные комплексы и космонавтика» и специальностям 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей».

УДК 629.78  
ББК 39.63

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Омского государственного технического университета*

ISBN 978-5-8149-3280-8

© ОмГТУ, 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРОВАНИИ РАКЕТ .....	6
1.1. Конструктивно-компоновочные схемы ракет .....	6
1.2. Необходимость применения многоступенчатых ракет .....	15
1.3. Метод интегрирования уравнений движения .....	18
Контрольные вопросы .....	20
2. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ БАЛЛИСТИКИ РАКЕТ .....	22
2.1. Основные участки траектории полета ракеты .....	22
2.2. Схемы выведения и программа тангажа .....	28
2.3. Программы максимальной дальности и минимального рассеивания .....	30
2.4. Уравнения движения летательного аппарата .....	38
2.5. Модельная задача о построении программной траектории .....	42
Контрольные вопросы .....	48
3. СИСТЕМЫ РАЗДЕЛЕНИЯ СТУПЕНЕЙ РАКЕТ .....	50
3.1. Системы разделения .....	50
3.2. Основные зависимости, используемые для анализа относительного движения ступеней ракеты .....	61
3.3. «Горячее» разделение ступеней .....	68
3.4. «Холодное» разделение ступеней .....	78
3.5. Разделение ступеней ракет с ракетными двигателями твердого топлива .....	83
3.6. Разделение ступеней ракет, выполненных по параллельной схеме .....	92
Контрольные вопросы .....	97

4. ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ РАЗДЕЛЕНИЯ .....	99
4.1. Классификация исполнительных элементов систем разделения ступеней ракет .....	99
4.2. Средства разделения .....	106
4.2.1. Пирозамок .....	106
4.2.2. Пироболт .....	113
4.3. Средства отделения .....	114
4.3.1. Пиротолкатель .....	114
4.3.2. Пневмотолкатель .....	121
4.3.3. Пружинный толкатель .....	130
4.3.4. Жидкостный ракетный двигатель .....	135
4.3.5. Ракетный двигатель твердого топлива .....	137
4.3.6. Тяга двигательной установки .....	146
4.3.7. Газодинамические силы .....	149
4.3.8. Аэродинамические силы .....	152
Контрольные вопросы .....	154
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	156
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	158
Приложение. ЛИСТИНГ MAPLE-ПРОГРАММ .....	160