

УДК 629.7.01
ББК 39.52
М92

Рецензент
д-р техн. наук профессор *Л.Н. Лысенко*

Мухамедов, Л. П.

М92 Основы проектирования транспортных космических систем : учебное пособие / Л. П. Мухамедов. — 2-е изд., испр. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. — 265, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5129-6

Изложены основы проектирования транспортных космических систем с жидкостными ракетными двигателями, предназначенных для доставки полезных грузов на целевые орбиты и траектории назначения, и их составляющих: ракет-носителей и разгонных блоков.

Рассмотрено формирование граничных условий решения задач баллистического проектирования. Предложены инженерные методики выбора основных проектных параметров и определения энергомассовых и геометрических характеристик проектируемого изделия в составе ракетного комплекса. Приведены численные примеры решения задач баллистического проектирования транспортных космических систем.

Для студентов старших курсов машиностроительных вузов, а также для специалистов, занимающихся разработкой ракетно-космических систем.

УДК 629.7.01
ББК 39.52

ISBN 978-5-7038-5129-6

© Мухамедов Л.П., 2018
© Мухамедов Л.П., 2019,
с изменениями
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019

Оглавление

Предисловие	3
Список сокращений	5
1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ	7
1.1. Основные понятия	7
1.2. Основные этапы создания транспортной космической системы... ..	19
2. ОБОСНОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ТЕХНИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ	25
2.1. Анализ сегментов рынка космических услуг	25
2.2. Анализ состояния и перспективы развития рынка космических услуг	28
3. ФОРМИРОВАНИЕ ОБЛИКА ПРОЕКТИРУЕМОЙ ТРАНСПОРТНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	49
3.1. Выбор схемы выведения полезной нагрузки на целевую орбиту или траекторию назначения	49
3.2. Выбор типа и схемы двигательной установки ступеней транспортной космической системы	53
3.3. Выбор топлива	56
3.4. Выбор количества ступеней и схемы расположения ракетных блоков	60
4. БАЛЛИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	66
4.1. Задача баллистического анализа	66
4.2. Уравнения движения ракеты-носителя на активном участке траектории	66
4.3. Уравнения движения ракет-носителей в функции проектно-баллистических параметров	73
4.4. Определение потерь характеристической скорости ракет-носителей при выведении полезной нагрузки на низкую орбиту	78
4.5. Определение высоты конца активного участка ракеты-носителя	96
4.6. Баллистический анализ орбитальных блоков	104

5. МАССОВЫЙ АНАЛИЗ	112
5.1. Построение структуры уравнений массового анализа	112
5.2. Методика определения удельных измерителей в уравнениях массового анализа	115
5.3. Массовый анализ многоступенчатой ракеты-носителя	119
5.4. Критерии эффективности, представленные в функциях проектно-баллистических параметров	122
6. ПРОЕКТНО-БАЛЛИСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ПРОГРАММЫ ПОЛЕТА	124
6.1. Проектно-баллистические и проектно-конструктивные параметры	124
6.2. Выбор параметров σ , $I_{\text{н}}$ и k_p многоступенчатой ракеты	125
6.3. Оптимальные значения синуса угла наклона вектора скорости к местному горизонту в моменты разделения ступеней ракет-носителей	135
6.4. Коэффициенты тяговооруженности	143
6.5. Оптимизация распределения масс по ступеням многоступенчатой ракеты	153
6.6. Порядок выбора проектно-баллистических параметров ракет космического назначения	158
7. КОНСТРУКТИВНО-КОМПОНОВОЧНЫЕ СХЕМЫ, ЭНЕРГОМАССОВЫЕ И ОБЪЕМНО-ГАБАРИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	161
7.1. Энергомассовые характеристики многоступенчатой ракеты ...	161
7.2. Объем и конструктивно-компоновочные схемы топливных баков и топливных отсеков	164
7.3. Геометрические характеристики и конструктивно- компоновочные схемы двигательных установок и хвостовых отсеков	171
7.4. Объем приборного и переходного отсеков	174
7.5. Объемно-геометрические характеристики и конструктивно- компоновочные схемы космической головной части	175
7.6. Относительные размеры корпуса транспортной космической системы.....	177
7.7. Влияние особенностей нагружения отсеков ракетных блоков на массовые характеристики транспортных космических систем	179
7.8. Нагрузки, действующие на элементы конструкции ракеты ...	188
8. ЗАДАЧИ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	199
8.1. Пример решения задачи баллистического проектирования трехступенчатой ракеты-носителя	199
8.2. Пример решения задач баллистического проектирования семейства ракет легкого и тяжелого классов	215
Заключение	260
Литература	262