**Общие сведения о программе**

Программа «Автоматизация выбора основных проектных параметров для двухступенчатой баллистической ракеты на жидком топливе» предназначена для определения оптимальных основных проектных параметров двухступенчатой баллистической ракеты при различных значениях входных данных.

**Описание метода, реализованного в программе**

Основной задачей на начальном этапе проектирования ЛА является нахождение оптимальной комбинации ОПП, при котором обеспечивается выполнение ТТЗ при минимальных затратах. Основным проектным критерием, как правило, является минимум стартовой массы для требуемой дальности и полезной нагрузки. Поэтому они являются основополагающими для дальнейшего проектирования эффективной в массовом (или экономическом) отношении конструкции.

Проектные параметры для каждой ступени:

* относительная конечная масса ступеней *μ*k*i*
* стартовая нагрузка на тягу ступеней *ν*0*i*
* удельный импульс *I*уд
* пустотное соотношение
* стартовая нагрузка на мидель *P*mi
* параметр, характеризующий распределение масс по ступеням *λ*

Поскольку общее число параметров велико, то задача выбора усложняется и решается графоаналитическим методом с последовательными приближениями при вариации несколькими параметрами и фиксации оставшихся неизменными. В первом приближении оптимизируют соотношения таких проектных параметров, как относительные конечные массы ступеней (*μ*k*i*) и соотношение масс ступеней (*λ*). При различных значениях стартовых весов, варьируя λ, получаем результаты весового анализа и, согласно этим результатам, после проведения баллистического анализа, определяем по заданной дальности значения и . Затем, зафиксировав и , варьируем стартовой нагрузкой на тягу ступеней ν0i и находим их оптимальные значения. После этого, принимая постоянными найденные , уточняем *λ* и *μ*k*i*, и так далее.

Сущность весового анализа заключается в получении функций  
μk1 = f (λ, ν01, G0) и μk2 = f (λ, ν01, ν02, G0) при варьировании какими-либо функциональными аргументами и “замораживании” остальных.

Баллистический анализ проводится при варьировании (а на втором этапе ν0i) и μki, фиксируя все оставшиеся параметры. Решение этой задачи с достаточной степенью точности можно получить только с помощью численного интегрирования, поскольку отсутствуют методы приближенного баллистического анализа многоступенчатых ракет, дающие удовлетворительные по точности результаты. Традиционная схема баллистического анализа следующая. Так как полная дальность зависит от скорости в конце активного участка полета *V*k, угла бросания *Θ*k и координат *X*k и *Y*k, то основным моментом является определение *V*k по формуле:



где

 – идеальная скорость Циолковского каждой ступени;

 - потери скорости на преодоление сил гравитации;

- потери скорости на аэродинамическое сопротивление;

- потери скорости на перепад барометрического давления в атмосфере;

Величины потерь скорости определяются графоаналитическим способом при помощи справочных аналитических графиков. Затем определяется полная дальность.

Описанная методика имеет ряд серьезных недостатков:

1. большая трудоемкость и длительность работ, связанная с большим объемом однотипных расчетов;
2. низкая точность результатов вследствие погрешности при работе с графическими зависимостями;

Автоматизация традиционной расчетной методики проведена по следующим основным направлениям:

* компьютерная автоматизация всех численных расчетов;
* выбор проектных параметров двигательной установки на основе программы термодинамического расчета ЖРД;
* проведение баллистического анализа путем численного интегрирования системы дифференциальных уравнений движения;
* аппроксимация графических зависимостей функциями третьего порядка и автоматизированное определение значений по полученным графикам;