

УДК 629.78

**БАЛЛИСТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПЕРЕЛЁТА НА ГЕОСТАЦИОНАРНУЮ
ОРБИТУ МЕЖОРБИТАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ АППАРАТОВ
С ЯДЕРНОЙ ЭРДУ**

Киреева А. А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

В последние годы повысился интерес к созданию в космосе крупногабаритных конструкций. Реализуемость этих проектов в значительной степени зависит от эффективности межорбитальных транспортных аппаратов (МТА), доставляющих элементы конструкции с низкой околоземной орбиты на орбиту функционирования. Одним из возможных путей решения этой задачи является использование электрореактивных двигателей (ЭРД), работающих на принципе ускорения рабочего тела в электростатических или электромагнитных полях. Эти двигатели создают реактивное ускорение меньше гравитационного ускорения на поверхности Земли, поэтому их называют двигателями малой тяги.

Исследуется задача выбора законов управления траекторным и угловым движением космического аппарата с электрореактивной двигательной установкой и ядерным источником энергии. Предлагается методика решения динамической задачи (выбор траекторий и законов управления движением) для обеспечения максимального значения критерия оптимальности μ , в качестве которого принимается относительная масса полезной нагрузки [1]:

$$\mu = \frac{M_{пн}}{M_0}.$$

Другим критерием выступает общая продолжительность перелёта T , складывающаяся из моторного времени T_M и времени навигационных измерений T_H . На начальном этапе КА с ЭРДУ представляется точкой переменной массы. Предполагается, что КА всё время движется по околокруговой орбите с “медленным” изменением среднего радиуса и наклона. На следующем этапе проводится анализ условий реализации выбранных программных траекторий с точки зрения возможности управления угловым движением КА. Оценивается уровень потребных управляющих моментов и угловых скоростей, дополнительных затрат рабочего тела. На заключительном этапе уточняются дополнительные затраты энергии на реализацию перелёта и формируется закон управления в форме обратной связи. Здесь учитываются основные возмущения, ошибки реализации тяги и ошибки исполнения программы управления. Приведены результаты математического моделирования процесса перевода космического аппарата в заданную точку геостационарной орбиты с учётом возмущающих факторов.

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод о том, что программа управления движением КА с ЭРДУ в заданную точку стояния будет состоять из последовательности пассивных и активных участков. Для случаев, представленных в таблицах 1 и 2, программа управления будет состоять из четырёх пассивных участков продолжительностью 86400 с и четырёх активных участков τ_i . Дополнительные затраты характеристической скорости для $\Delta T_0 = 300-1000$ с составляют порядка 0,01 км/с [1].

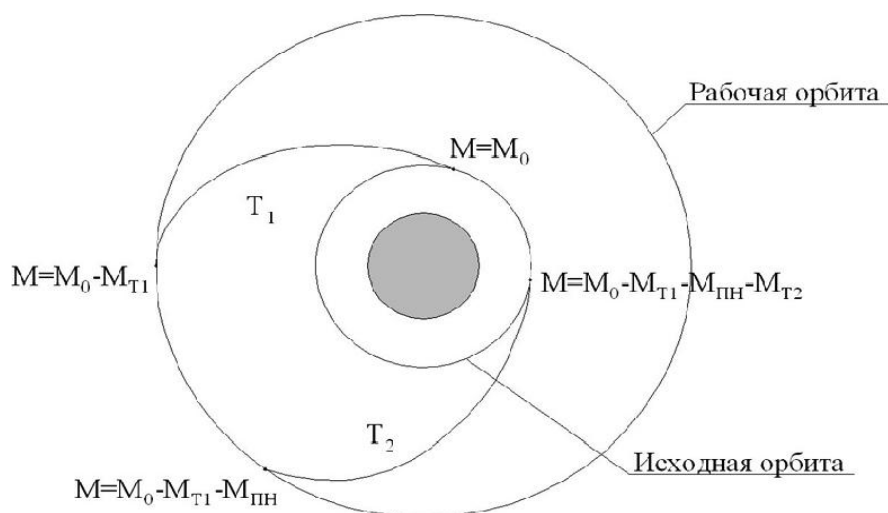


Рис. 1. Баллистическая схема межорбитального перелета с возвращением

Таблица 1. Проектно-баллистические параметры перелета на ГСО с возвращением ($M_0 = 30$ т)

H_0 , км	μ	P , Н	c , км/с	V_{x1} , км/с	V_{x2} , км/с	T_1 , сутки	T_2 , сутки	M_{T1} , кг	M_{T2} , кг
800	0,302	12,88	25	7,610	7,610	176,9	77,0	7873	3430
1000	0,313	12,60	25	7,516	7,516	178,9	76,5	7790	3332
1500	0,330	12,32	25	7,300	7,300	178,4	74,4	7597	3169

Библиографический список

1. Салмин, В. В. Выбор законов управления траекторным и угловым движением космического аппарата с ядерной электрореактивной двигательной установкой при некомпланарных межорбитальных перелетах [Текст]/В.В. Салмин, А.С. Четверников // Известия Самарского научного центра РАН. – Том 15. №6. – 2013. – С. 242–254.
2. Салмин, В. В. Выбор основных проектных характеристик и конструктивного облика межорбитальных транспортных аппаратов с электрореактивными двигательными установками с использованием систем Solid Works: учебное пособие [Текст] / В. В. Салмин, С. А. Ишков, О. Л. Старинова. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 82 с.