

свободный кольцевой промежуток до наиболее крупного спутника Титана с относительным радиусом орбиты $x = 20$.

Не рассматривая отдельные кольца системы, их радиусы, интервалы между ними, а также движущиеся среди них малые спутники, поставим задачу о выводе ротора ОТС в указанный выше большой промежуток между спутниками Реей и Титаном. Для этого полагаем: $x_1 = 3,0$; $x_2 = 9,0$; $x_* = \beta = 15,0$.

Соответствующая стартовая скорость ротора $V_0 = 83$ км/с, при этом по-прежнему $\psi_0 = 0,1$. Ускорение силы тяжести на Сатурне $g = 9,54$ м/с², первая и вторая космические скорости $V_1 = 24$ км/с, $V_2 = 34$ км/с. Все эти величины вычисляются как сумма переносной скорости от вращательного движения Сатурна и относительной скорости (по отношению к точкам стартовой позиции): $V_a = V_e + V_r$, где $V_e = R\Omega \cos \psi_0 \approx 10$ км/с, $\Omega = 1,68 \times 10^{-4}$ с⁻¹ – угловая скорость Сатурна. Составляющие приведенных выше скоростей, достигаемые при разгоне ротора, равняются, соответственно, 73 км/с, 14 км/с и 24 км/с.

3. Результаты решения задач на ЭВМ. В таблице 3.3 приведены значения постоянных в условиях задач; здесь m и Δx – масса единицы длины ротора и шаг вычислений; остальные величины пояснены в п. 1 и 2.

На рисунке 27 показана зависимость динамических характеристик ротора при движении в условиях Урана от безразмерной радиальной координаты x . Положение колец и 10 малых спутников обозначены на оси X жирными точками (следы от пересечения кольцами вертикальной плоскости XOY) и звездочками (следы от пересечения той же плоскости орбитами спутников).

Величины, имеющие разный порядок, представлены на графиках в безразмерном виде и специальных масштабах, которые приводят безразмерные аналоги к одному порядку. Связь безразмерных аналогов с истинными величинами пояснена в подрисуночных текстах.

Радиальное ускорение W на участках $[x_0, x_1]$ и $[x_1, x_2]$ изменяется под действием центробежной и гравитационной сил, стремясь к нулю в точке орбиты x_* ; на конечном участке $[x_2, x_*]$ оно под действием фрикционной силы $F_{тр}$ меняет знак, погашая радиальную скорость V и обращаясь вместе с нею в нуль в точке x_* .

Таблица 3.3 – Постоянные в задаче о маневрировании ротора в условиях Урана и Сатурна

Планета	R , км	g , м/с ²	m , кг	x_1	x_2	x_*	Δx
Уран	26 200	10,4	100	1,9	3,6	4,6	0,1
Сатурн	60 100	9,54	100	3,0	9,0	15,0	0,25

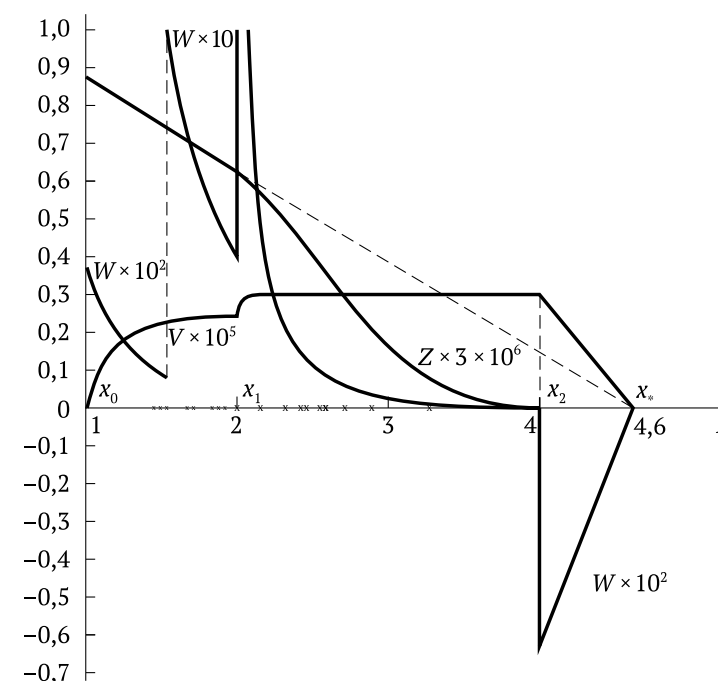


Рисунок 27 – Графики радиальной скорости V , радиального ускорения W и высоты ротора Z в условиях Урана

Радиальная скорость V интенсивно меняется только на начальном и конечном участках, на среднем участке она почти постоянна; наибольшая ее величина около 27 км/с.

Высота z ротора над экватором на участке $[x_0, x_1]$ меняется линейно; штриховое продолжение линии проходит согласно (3.25) через точку орбиты $x_* = \beta$. Под действием внешней диссипативной силы P , вводимой на участке $[x_1, x_2]$, угол ψ (рисунок 27) и вместе с ним высота z быстро уменьшается до нулевых значений в точке x_2 . Ротор проходит на достаточно большой высоте над областью расположения колец и малых спутников; исключение составляет 10-й спутник, высота ротора над орбитой которого около 40 км.

Учитывая размер этого спутника ($d = 165$ км) и возможное отклонение его орбиты от экваториальной плоскости, такая высота, конечно, недостаточна. Улучшить положение можно тремя способами:

- перенести вправо точку x_1 , где включается сила P ;
- перенести вправо точку x_2 , где ротор опускается в плоскость экватора;
- вместо (3.28) выбрать другой закон управляемого изменения угла ψ и высоты z .