

Индивидуальные задания

Задание 1: Методы наведения на цель

1. Ракета наводится по методу погони на цель, которая движется прямолинейно на встречном курсе. Полет цели горизонтальный. Начальные условия: вар. а: $r_0 = 5 \text{ км}$, $\varphi_{Ц0} = 60^\circ$, $V_{Ц} = 600 \text{ м/с}$, $V_p = 800 \text{ м/с}$; вар. б: $r_0 = 5 \text{ км}$, $\varphi_{Ц0} = 60^\circ$, $V_{Ц} = 200 \text{ м/с}$, $V_p = 800 \text{ м/с}$. Построить варианты КТР ракеты, определить максимальные поперечные ускорения, сравнить максимальные перегрузки в случае медленных и быстрых целей.
2. Ракета наводится на цель по методу погони на встречном курсе. Полет цели прямолинейный, параллельный оси нормальной гироскопической системы координат, связанной с ракетой. Начальные условия наведения: $r_0 = 6 \text{ км}$, $\varphi_{Ц0} = 60^\circ$, $V_{Ц} = 500 \text{ м/с}$, $V_p = 800 \text{ м/с}$. Произвести расчет и построить годограф вектора положения ракеты относительно цели, используя уравнение $\vec{r}(\varphi_p)$ в полярной системе координат, связанной с целью: $r(\varphi) = C |tg \varphi_p / 2|^2 / |\sin \varphi_p|$, где $C = r_0 \sin \varphi_{p0} / |tg \varphi_{p0} / 2|^2$. В том же масштабе, но в декартовой системе координат, связанной с точкой начального положения ракеты, построить КТР. Сравнить годограф и КТР. Определить графоаналитическим методом максимальную перегрузку ракеты. На чертеже указать положение скоростной системы координат ракеты относительно нормальной гироскопической в начальный момент времени и в момент контакта с целью.
3. Построить траекторию ракеты при наведении на цель по методу параллельного сближения. Цель движется прямолинейно на встречно–пересекающемся курсе. Определить угол упреждения β_y и время условной встречи t_B при следующих начальных условиях: $h_{Ц0} = 10 \text{ км}$, $V_{Ц} = 250 \text{ м/с}$, $V_p = 750 \text{ м/с}$, $r_{Ц0} = 20 \text{ км}$.
4. Цель движется в горизонтальной плоскости по дуге окружности радиусом $r_{Ц0} = 10 \text{ км}$ с центром в точке местоположения ракеты в момент t_0 . Скорости цели $V_{Ц} = 600 \text{ м/с}$, скорость ракеты на догонном курсе $V_p = 900 \text{ м/с}$, начальный угол упреждения $\beta_{y0} = 0,2 \text{ рад}$. Построить КТР по методу пропорционального наведения с навигационной постоянной $A=2$. Определить перегрузку ракеты, если угловая скорость цели, измеренная в гироскопической системе координат ракеты, в некоторый момент времени примет значение $d\varphi_{Ц} / dt = 0,05 \text{ рад/с}$, сравнить ее с перегрузкой цели.
5. При наведении ракеты на цель по методу погони отклонение цели от равносигнального направления антенны РЛС ракеты за $\Delta t = t - t_0 = 0,1 \text{ с}$ составило величину $\Delta\varphi = 0,005 \text{ рад}$. Угловая скорость вектора скорости цели $\mathcal{G}_{Ц} = 0,1 \text{ рад/с}$, а величина $\varphi_{Ц0} - \mathcal{G}_{Ц} \leq 0,3 \text{ рад}$. Определить скорость ракеты, если кинематическое звено имеет следующие параметры: $r_0 = 1 \text{ км}$, $V_{Ц} = 500 \text{ м/с}$, $\vec{\mathcal{G}}_p = 0,1 \text{ рад/с}$.

Задание 2: Уравнения движения центра масс ЛА

Во всех задачах данного раздела плотность воздуха принимается равной $\rho = 1,3 \text{ кг} / \text{м}^3$, а ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м} / \text{с}^2$.

1. Четвертая часть полного ускорения ракеты в направлении подъемной силы создано за счет силы тяги двигателя. Три четверти – за счет составляющей разложения полной аэродинамической силы. Определить величину тяги двигателя, необходимую скорость ракеты для компенсации силы тяжести и величину продольного ускорения. Исходные данные: угол атаки $\alpha = 11,4^\circ$; углы кабрирования скольжения и крена $\mathcal{G} = \beta = \nu = 0$; сила лобового сопротивления $A_x = c_x A$, где $c_x = 0,95$; масса ракеты $m = 500 \text{ кг}$; эквивалентная площадь сопротивления ракеты встречному воздушному потоку $S_\partial = 0,2 \text{ м}^2$. Сделать чертеж, изобразить фрагмент траектории ракеты.
2. Зависимость векторного коэффициента подъемной силы для данной ракеты определяется выражением $c_y(\alpha, M) = \alpha M + 3\alpha^2 M^3$, где M – число Маха. Определить величину силы тяги двигателя и составляющей подъемной силы, созданной силой аэродинамического давления A на ракету, летящую горизонтально с углом атаки α . Исходные данные: $\alpha = 5,7^\circ$; $V_p = 730 \text{ м} / \text{с}$; $A = 10^4 \text{ Н}$; $m_p = 10^3 \text{ кг}$, $\beta = \nu = 0$.
3. Известна величина составляющей силы A_y , созданной силой аэродинамического давления. Определить величину силы тяги, которая необходима для набора высоты под углом тангажа θ с постоянной скоростью, а также силу лобового сопротивления и массу ракеты, если известны величины: $A_y = 4 \cdot 10^3 \text{ Н}$; $\theta = 30^\circ$; $c_y = 0,2$; $c_x = 0,8$. Сделать чертеж.

Задание 3: Уравнения движения ЛА вокруг центра масс

1. Определить величину и направление углового ускорения скачкообразном отклонении руля направления ракеты из нейтрального положения на угол $\delta_H = 8,6^\circ$, если поверхность руля имеет площадь $S_p = 0,1 \text{ м}^2$, $V_p = 1000 \text{ м/с}$, плотность воздуха $\rho = 1,3 \text{ кг/м}^3$, расстояние от точки крепления руля до центра масс ракеты $l_p = 1 \text{ м}$, момент инерции ракеты $J_p = 10^4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.
2. Определить, на какой угол отклонен руль статически нейтральной ракеты и какова его эффективность, если в переходном режиме период $T_\beta = 0,53 \text{ с}$, а в установившемся режиме ракета разворачивается в горизонтальной плоскости с постоянной угловой скоростью. Исходные данные: $\beta_{ycm} = 4,4^\circ$, момент трения о воздух при развороте $M_Y^D = 2000 \text{ Н} \cdot \text{м}$, расстояние точки крепления руля до центра масс ракеты $l_p = 0,8 \text{ м}$, $V_p = 500 \text{ м/с}$, $\rho = 1,3 \text{ кг/м}^3$, площадь поверхности руля $S_p = 0,2 \text{ м}^2$.
3. На статически нейтральную ракету действует активный вращающий момент $M_Y^\delta(t) = m_Y^\delta \delta_H(t)$, вызванный резким отклонением руля. Записать дифференциальное уравнение в операторной форме $\beta(t) = F(p) \delta_H(t)$. Определить величину угла, на который отклонён руль, и характер переходного процесса, если при $t \rightarrow \infty$ устанавливается угол скольжения $\beta_{ycm} = 0,2 \text{ рад}$. Исходные данные: коэффициенты моментов $m_Y^\delta = 750 \text{ Нм}$, $m_Y^\psi = 188 \text{ Нмс}$, момент инерции ракеты $J_Y = 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; постоянная времени разворота ракеты $T_\eta = 0,5 \text{ с}$.