

Обоснование состава и разработка структуры инерциальной навигационной системы легкового автомобиля

Елисеев Г.А.
Овсянкин Е.В.
Савидова А.О.
Синюшко М.Н.
Смирнов А.Д.
Ткач В.С.

Студенты гр. МЗО-404С-18

Под динамикой автомобиля понимают его свойство перевозить грузы и пассажиров с максимальной возможной средней скоростью. Чем лучше динамика автомобиля, тем выше его производительность

Транспортное средство подвергается сопротивлениям, на преодоление которых затрачивается дополнительная энергия



В состав современного высокоточного навигационного комплекса должна входить автономная система, решающая задачи навигации и ориентации. Наиболее широко распространенным вариантом является БИНС

Два обязательных измерительных элемента ИНС: акселерометры и гироскопы. Задача первых – измерить проекции ускорения, а в задачу гироскопов входит обеспечение требуемой ориентации осей чувствительности акселерометра



Модель ошибок БИНС

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ (\Omega_Y^2 + \Omega_Z^2 - \omega_0^2) & (\dot{\Omega}_Z - \Omega_X * \Omega_Y) & -(\dot{\Omega}_Y + \Omega_X * \Omega_Z) \\ -(\dot{\Omega}_Z + \Omega_X * \Omega_Y) & (\Omega_X^2 + \Omega_Z^2 - \omega_0^2) & (\dot{\Omega}_X - \Omega_Y * \Omega_Z) \\ (\dot{\Omega}_Y - \Omega_X * \Omega_Z) & -(\dot{\Omega}_X + \Omega_Y * \Omega_Z) & (\Omega_X^2 + \Omega_Y^2 + 2\omega_0^2) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & \eta & -\beta \\ -\eta & 0 & \alpha \\ \beta & -\alpha & 0 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} n_x \\ n_y \\ n_z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \Delta n_x \\ \Delta n_y \\ \Delta n_z \end{pmatrix},$$

где: x_1, x_2, x_3 - погрешности БИНС в определении координат;

x_4, x_5, x_6 - производные компонент x_1, x_2, x_3 ;

α, β, η - угловые погрешности ориентации измерительного трёхгранника относительно вычисленного;

$\Delta n_{x,y,z}, \Delta \Omega_{x,y,z}$ - погрешности акселерометров и гироскопов, приведённые к осям вращающейся системы координат, в которой ведётся решение уравнений ошибок;

$\omega_0 = 1,25 * 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ - собственная частота колебаний ошибок БИНС (частота Шулера);

$\dot{\Omega}_{x,y,z}$ - производные проекций вектора абсолютной угловой скорости вращения выбранного трёхгранника.

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \eta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \Omega_Z & -\Omega_Y \\ -\Omega_Z & 0 & \Omega_X \\ \Omega_Z & -\Omega_X & 0 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \eta \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta \Omega_x \\ \Delta \Omega_y \\ \Delta \Omega_z \end{pmatrix}$$



Результаты работы имитационного моделирования системы

График $x_1(t)$

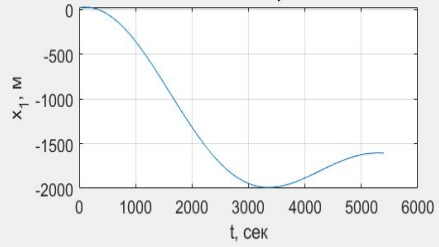


График $x_2(t)$

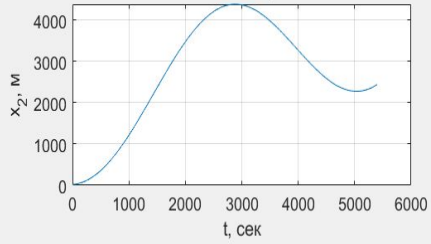


График $x_4(t)$

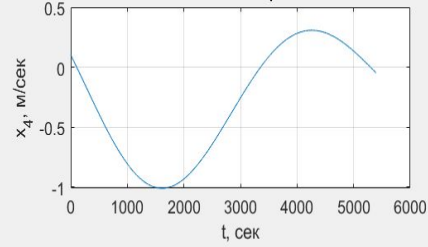


График $x_5(t)$

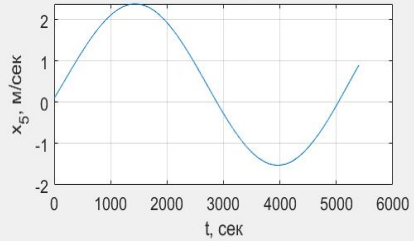


График $\alpha(t)$

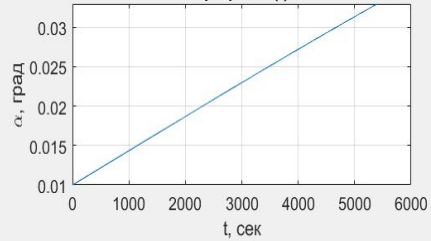


График $\beta(t)$

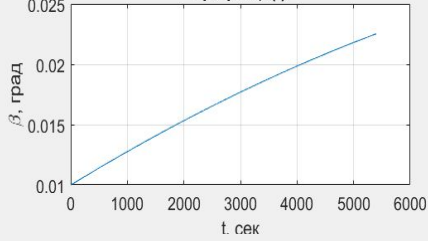


График $\eta(t)$

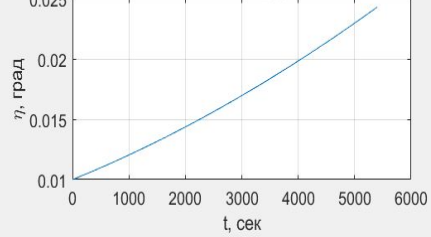


График $x_1(t)$

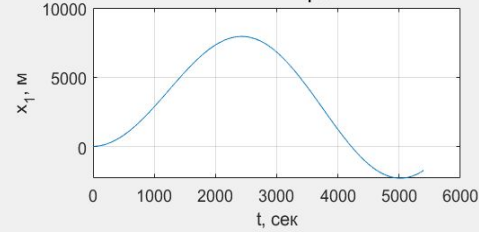


График $x_2(t)$

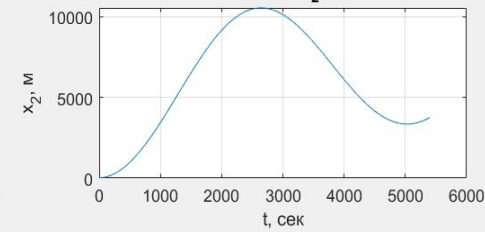


График $x_4(t)$

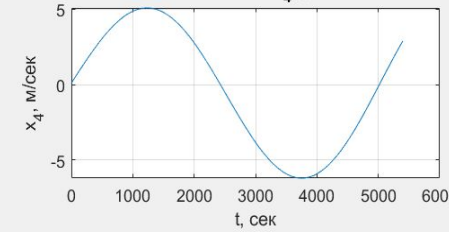


График $x_5(t)$

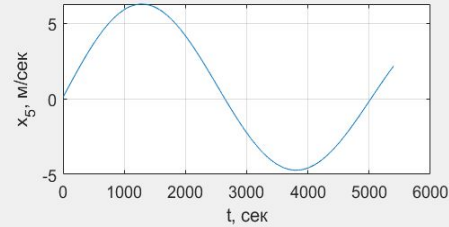


График $\alpha(t)$

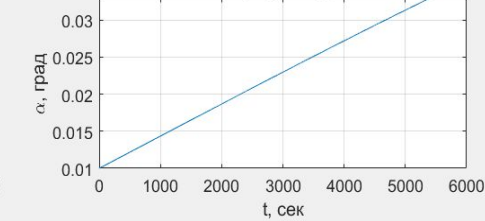


График $\beta(t)$

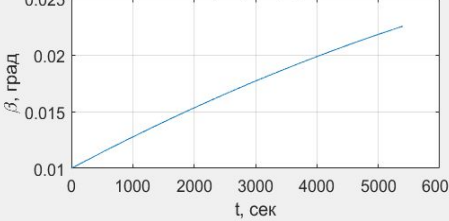
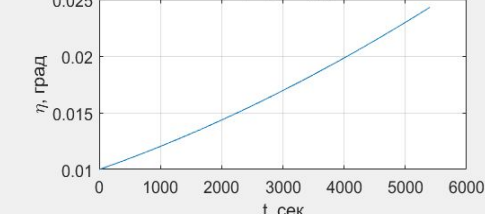
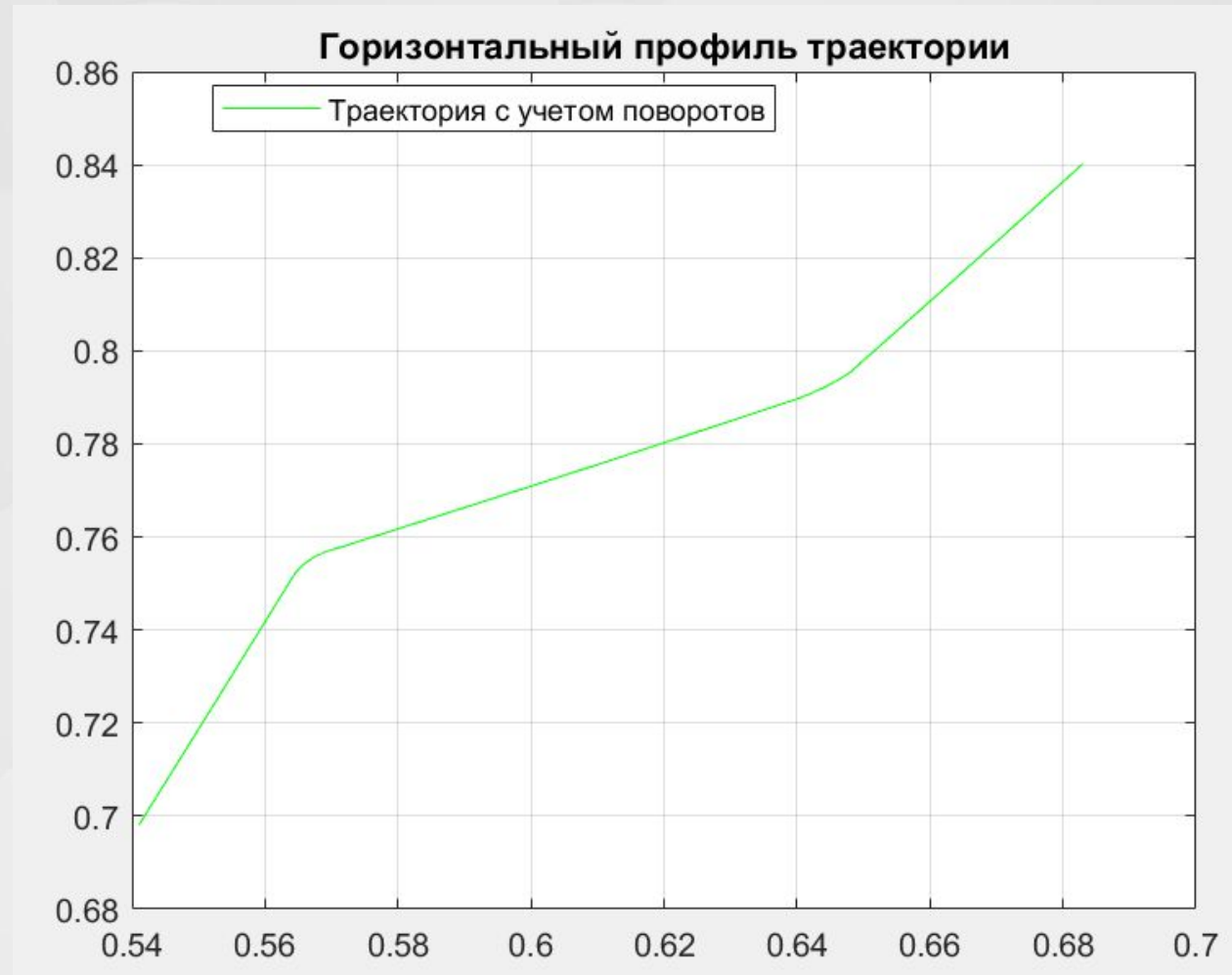


График $\eta(t)$



Для оценки влияния ошибок акселерометров на точность БИНС было произведено моделирование ошибок БИНС при различных значениях погрешностей акселерометров. Также было произведено сравнение полученных ошибок с ошибками разрабатываемой системы.

В ходе математического моделирования алгоритма траекторного движения были получены следующие результаты



Спасибо за внимание

