

# 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  $x_1, x_2, x_3$ ;

$\alpha, \beta, \eta$  - угловые погрешности ориентации измерительного трёхгранника относительного 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  $x_1(t)$

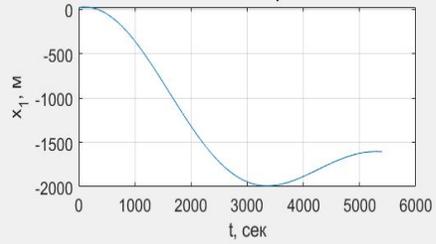


График  $x_2(t)$

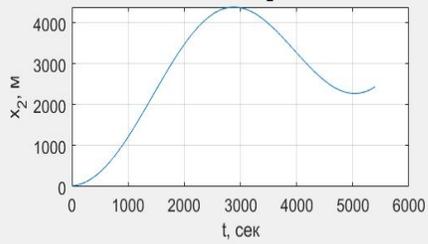


График  $x_4(t)$

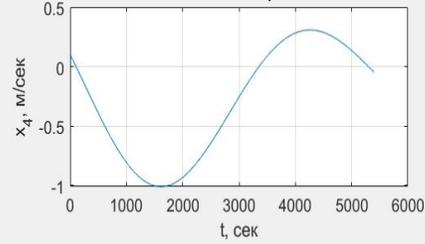


График  $x_5(t)$

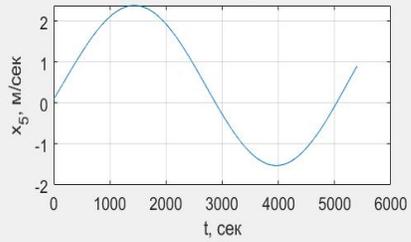


График  $\alpha(t)$

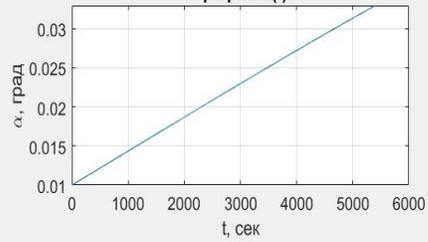


График  $\beta(t)$

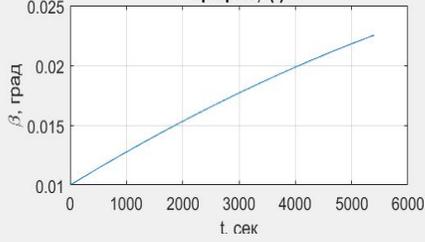


График  $\eta(t)$

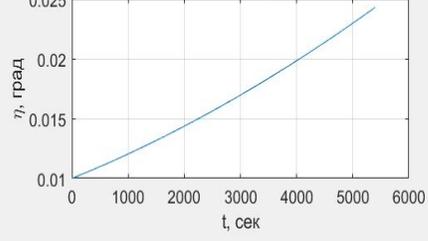


График  $x_1(t)$

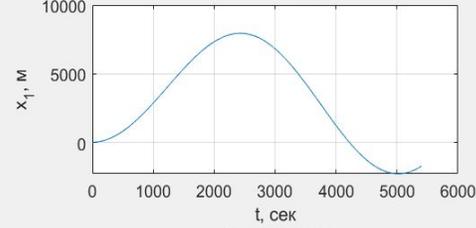


График  $x_2(t)$

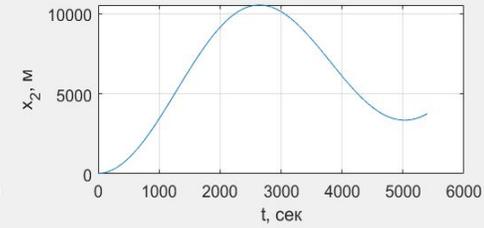


График  $x_4(t)$

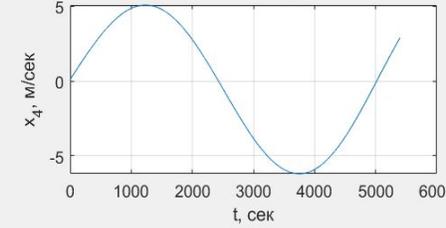


График  $x_5(t)$

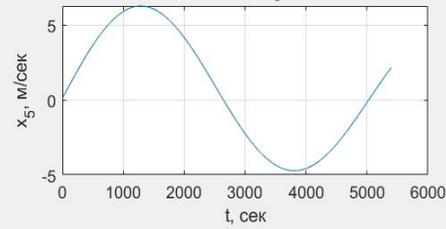


График  $\alpha(t)$

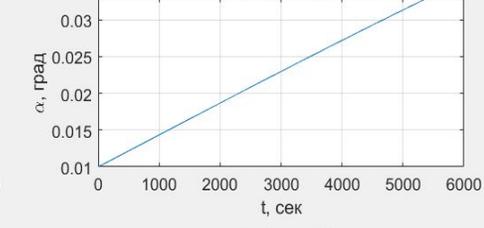


График  $\beta(t)$

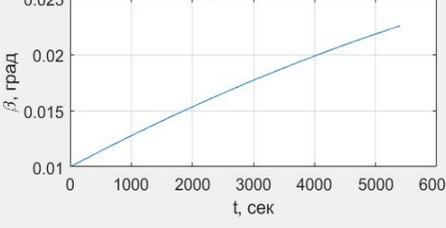
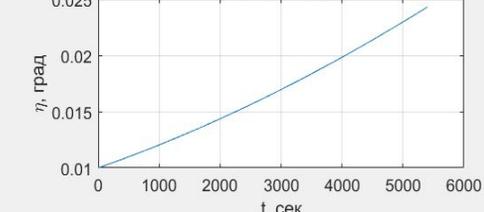
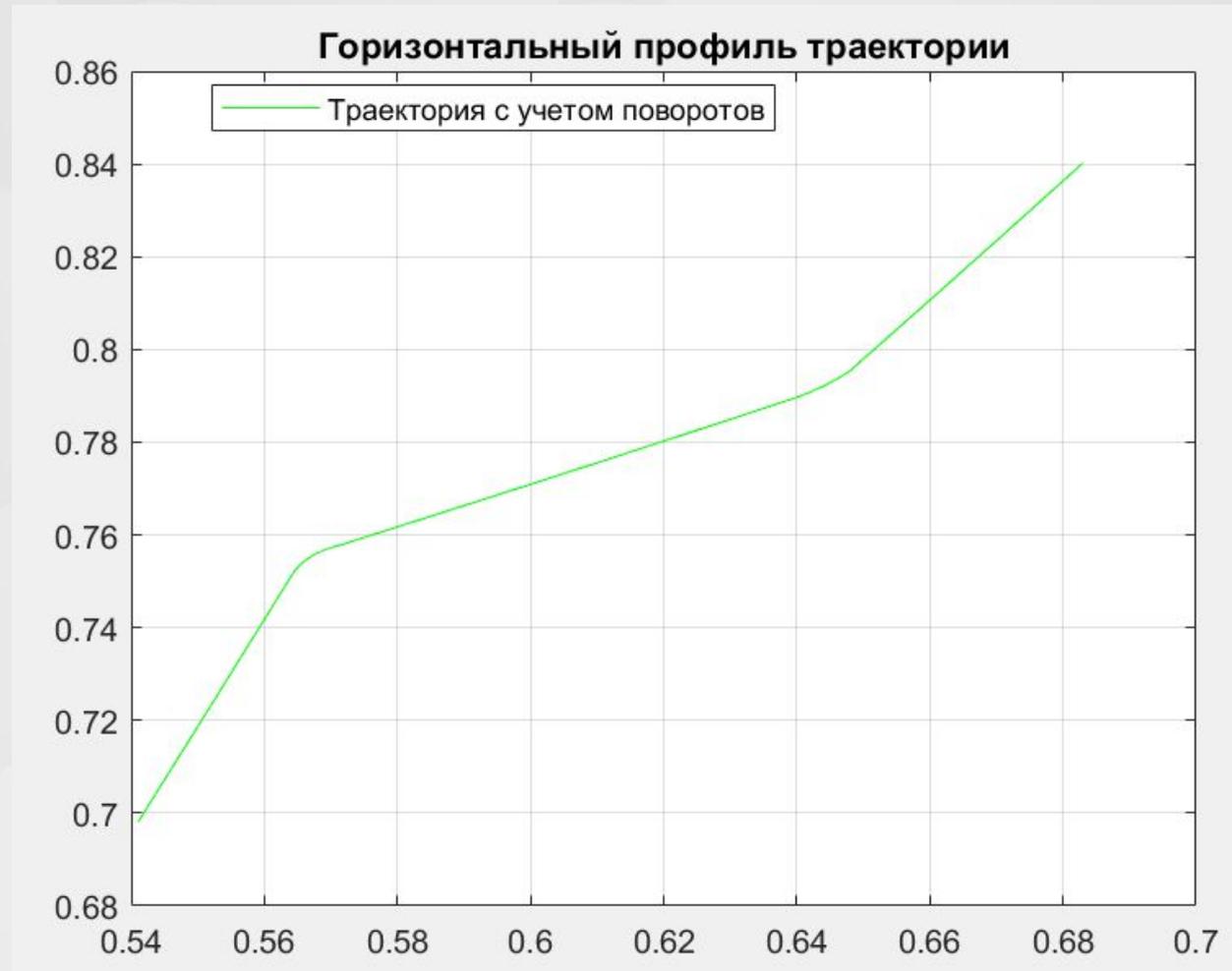


График  $\eta(t)$



**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

