

5.5 Тестовый контроль программно-аппаратных модулей для измерительно-вычислительных комплексов

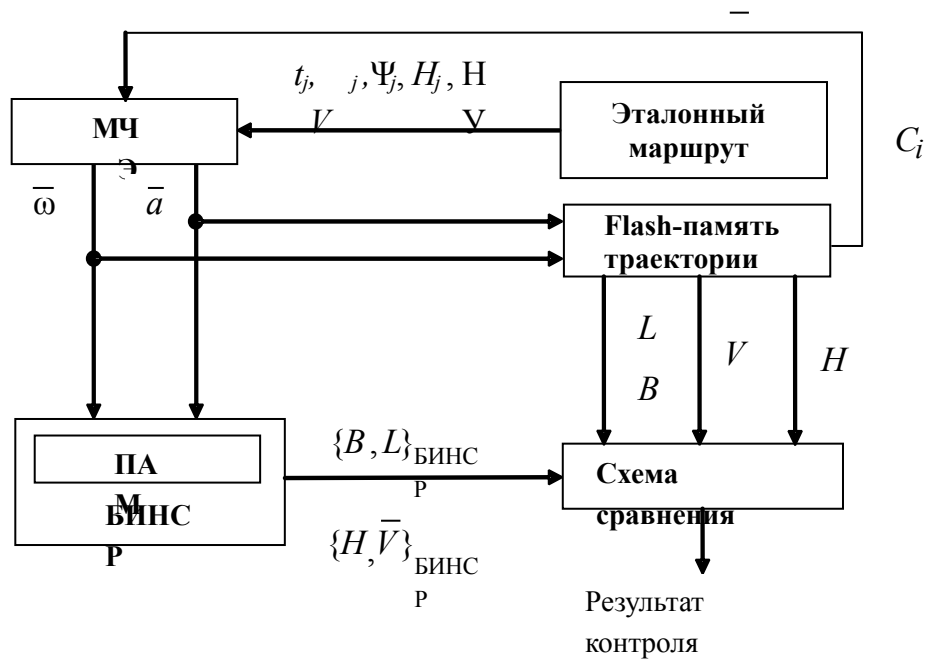
К типовым измерительно-вычислительным комплексам (ИВК) можно отнести бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС). Их функционирование основано на использовании данных с чувствительных элементов (ЧЭ): акселерометров и гироскопов, для решения основного уравнения инерциальной навигации. Поэтому для проверки правильности программно – аппаратной реализации указанного и связанных с ним уравнений необходимо выполнить подыгрыш сигналов ЧЭ при имитации полета ЛА. Подыгрыш может быть выполнен на основе решения обратной задачи инерциальной навигации относительно сигналов акселерометров \bar{a} и датчиков угловой скорости $\bar{\omega}$, а именно:

$$c_3^T \bar{a} = \bar{V}^{\boxtimes} - \bar{g} + 2\bar{\Omega} \times \bar{V} + \bar{\omega} \times \bar{V} + \bar{\Omega} \times (\bar{\Omega} \times \bar{R}) \quad (5.1)$$

$$\bar{\omega}_a = \bar{\Omega} + \bar{\omega}_{\Pi} + \bar{\omega}_{\delta} \quad (5.2)$$

См. п. 3.2 Математическое моделирование БИНС

Обозначения параметров в соотношениях (5.1), (5.2) такие же, как и в п.3. Обобщенная структурная схема тестового контроля программно-аппаратного модуля (ПАМ) БИНС представлена на рисунке, где: МЧЭ – модуль формирования сигналов ЧЭ; t_j ; V_j ; ψ_j ; H_j – соответственно время, величина траекторной скорости, истинный курс и высота над земным эллипсоидом в j -х узлах траектории, на основе которых с учетом законов аэромеханики и начальных условий (НУ) определяются («подыгрываются») остальные параметры движения ЛА;



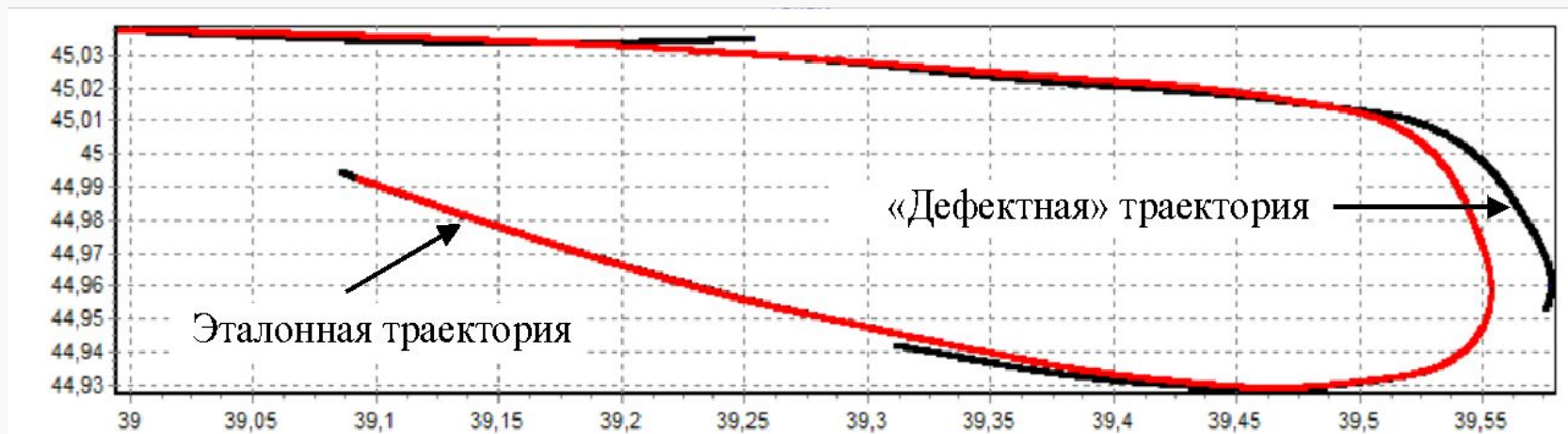
$\bar{\omega}_\Pi$ 

переносная угловая скорость, связанная с облетом Земли;
~~БИНСИ~~ — математический модуль идеальной БИНС
(инвариант); БИНСП — реальная БИНС, алгоритм которой
реализуется в ПАМ; C_i — матрицы направляющих
косинусов, используемые для формирования сигналов ЧЭ;
 $\{B, L, H, \bar{V}\}_{\text{БИНСП}}$ — считаемые в ПАМ БИНСП геодезические
широта и долгота местоположения ЛА, а также высота над
соответствующим земным эллипсоидом и траекторная
скорость; $\bar{a} = [a_x, a_y, a_z]^T$ — вектор кажущегося ускорения
в проекциях на оси МЧЭ;

$\bar{a} = [a_x, a_y, a_z]^T$ — вектор кажущегося ускорения в проекциях на оси МЧЭ;
 $\bar{\omega}_a = [\omega_x, \omega_y, \omega_z]^T$ — вектор абсолютной угловой скорости вращения ЛА в проекциях на оси МЧЭ; $\bar{\omega}_\Pi$ — вектор переносной угловой скорости ЛА, связанной с облетом Земли; $\bar{\omega}_\delta$ — вектор угловой скорости вращения ЛА вокруг центра масс; $\bar{\Omega}$ — вектор угловой скорости вращения Земли.

По имитируемым сигналам ЧЭ в ПАМ решаются уравнения инерциальной навигации. Получаемые в результате решения указанных уравнений параметры зарегистрированным во *flash*-памяти ПАМ должны соответствовать эталонным, формируемым в БИНСИ. По результатам сравнения принимается решение о правильности функционирования ПАМ. Технология имитационного моделирования сигналов ЧЭ БИНС $\bar{\omega}_a$ и \bar{a} приведена в п.3.

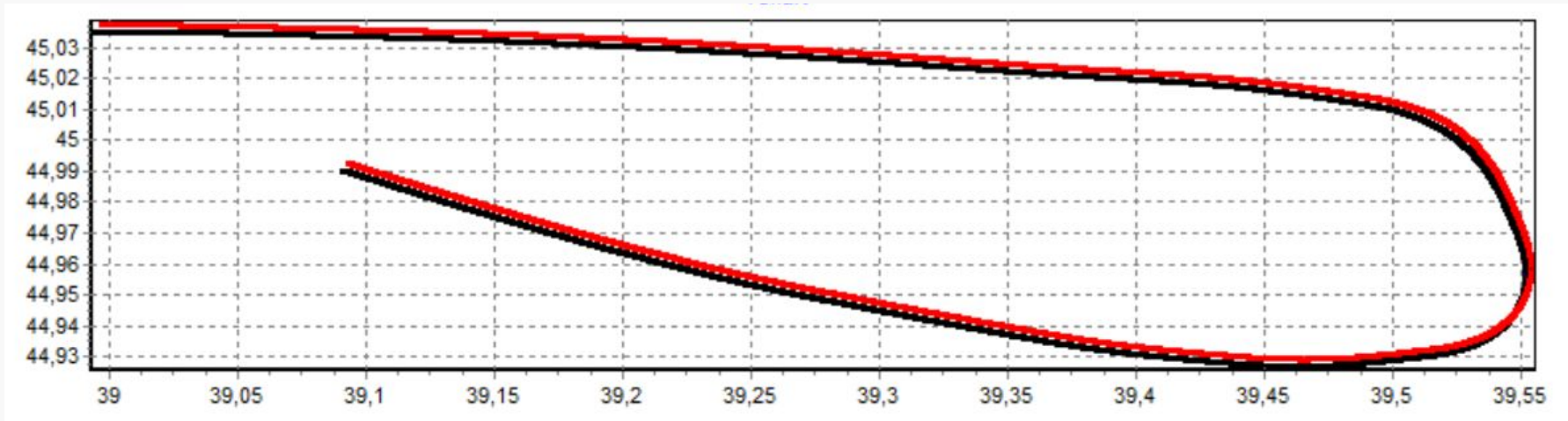
φ , угл. град.



λ , угл.град.

Рис. П. 2.1 - Результаты тестового контроля ПАМ, имеющего дефекты

φ , угл.град.



λ , угл.град.

Рис. П. 2.2 - Результаты тестового контроля исправного ПАМ