

Особенности орбитальных гироскопов с цифровым управлением

Домашнее задание №1
для студентов групп ИУ2-71,72,73

Структурная схема гироскопа с цифровым управлением изображена на рис.1. Непрерывная часть ГО, т.е. объект управления (гироскоп), описывается системой уравнений:

$$\dot{\gamma} - \Omega \psi = k_{10} u;$$

$$\dot{\psi} + \Omega \gamma = k_{20} u.$$

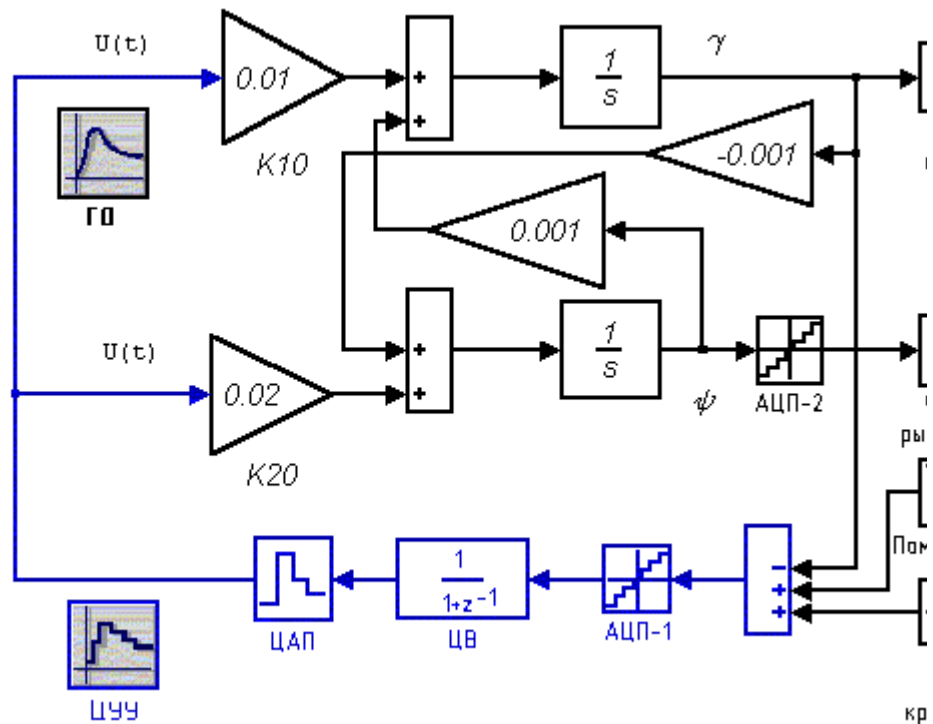


Рис.1

Здесь γ -угол наклона гироскопа по крену; ψ -угол рыскания; Ω -угловая скорость движения орбитального космического аппарата. Оба угла отсчитываются от текущей орбитальной системы координат. Управление гироскопом осуществляется в зависимости от значения сигнала $u(t)$, который имеется на выходе цифровой части - цифрового управляющего устройства ЦУУ.

Из формул (1) можно получить передаточные функции, связывающие изображения углов и сигнал управления.

Для канала крена

$$W_{10}(s) = \frac{\Gamma(s)}{U(s)} = \frac{k_{10}s + k_{20}\Omega}{s^2 + \Omega^2}.$$

Для канала курса

$$W_{20}(s) = \frac{\Phi(s)}{U(s)} = \frac{k_{20}s - k_{10}\Omega}{s^2 + \Omega^2}.$$

Здесь $\Gamma(s)$, $\Phi(s)$, и $U(s)$ - изображения угла крена, угла рыскания и управляющего сигнала.

Цифровое вычислительное устройство ЦВ, указанное на рис.1, предназначено для реализации необходимых алгоритмов управления $D(z)$, обеспечивающих требуемые качества гироорбиты по быстродействию, инвариантности, фильтрации и т.п. при реализации, например, фильтра Винера, Калмана или Баттерворта, спектральной обработки и т.п. Однако в дальнейшем рассмотрении

предполагается в учебных целях, что $D(z) = 1$

Дискретная передаточная функция канала крена ГО в разомкнутом состоянии определяется в соответствии с формулой

$$W_1(z) = \frac{z-1}{zs} Z\{W_{10}(s)\} = \frac{z-1}{z} Z\left\{\frac{W_{10}(s)}{s}\right\}.$$

Здесь комплексная величина $z = \exp(sT)$; T - период работы импульсных элементов и вычислителя; $(z-1)/(zs)$ - изображение прямоугольного импульса единичной высоты и продолжительностью T , генерируемого экстраполятором.

Аналогичным образом может быть получена дискретная передаточная функция канала курса гироорбиты $W_2(z)$.

Учитывая, что передаточная функция цифровой части при $D(z) = 1$ равна коэффициенту передачи двух преобразователей

АЦП-1 и ЦАП, т.е. произведению $\delta_1^{-1}\delta$, получим дискретные передаточные функции каналов крена и курса разомкнутой гироорбиты при цифровом управлении:

$$W_\gamma(z) = \frac{\delta}{\delta_1} W_1(z); \quad W_\psi(z) = \frac{\delta}{\delta_1} W_2(z);$$

Дискретные передаточные функции цифровой гироорбиты в замкнутом состоянии можно получить, рассматривая, например, помеху $v(t)$ в качестве входной величины.

Требуется:

1. Получить дискретные передаточные функции каналов крена $W_1(z)$ и курса $W_2(z)$ гироорбиты в разомкнутом состоянии.
2. Дискретные передаточные функции цифровой гироорбиты в замкнутом состоянии, рассматривая помеху $v(t)$, в качестве входной величины.
3. Определить период дискретизации T из условий устойчивости по характеристическому уравнению системы.
4. Определить период дискретизации T из условий устойчивости при помощи w -преобразования
 - по критерию Гурвица;
 - по критерию Найквиста.
5. Определить запас устойчивости по виду переходного процесса.

Исходные данные:

$$k_{10} = 0.01 \text{ c}^{-1}; k_{20} = 0.02 \text{ c}^{-1};$$

$$\Omega = 0,001 \text{ c}^{-1}; \delta_1 = 10B / (2^\alpha - 1); \delta = 0,05B;$$

$$\alpha = \frac{6(\text{для четных вариантов})}{8(\text{для нечетных вариантов})}$$

Примечание: следует помнить о наличии датчиков углов поворота рамок ГО.

Литература

1. Бесекерский В.А. , Иванов В.А., Самотокин Б.Б. Орбитальное гирокомпасирование.- СПб: Политехника, 1993.- С.120 - 139.