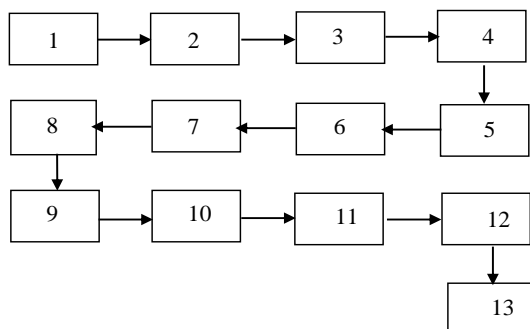


АНАЛИЗ ЧАСТОТНОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ КОЭСН

В обобщенном виде частотная математическая модель работы космической оптико-электронной системы наблюдения, как формирователя оптического изображения включает в себя (рис. 1) модель изображения объекта 1, модель атмосферы 2, модель объектива 3, модель сдвига изображения 4, модель оптического ПЗС приемника (пространственного дискретизатора) 5, модель шума 6, модель квантователя (АЦП) 7, итоговое изображение 8; предполагается, что модель освещения в необходимой степени входит в модели объекта и атмосферы.

Применительно к практическим расчетам, структуру модели оптико-электронной системы удобнее представить в более развернутом виде (рис. 1). На схеме модели нашел отражение тот факт, что различные свойства одного и того же звена реального устройства, в модели учитываются последовательно, и к тому же звену приходится обращаться неоднократно, через несколько промежуточных операций.

Согласно структурной схеме, моделирование оптико-электронной системы съемки в полном соответствии с реальным процессом включает следующие основные этапы:



модели

Рис.1. Развернутая структурная схема космической оптико-электронной системы наблюдения

1. Расчет геометрического изображения объекта $E(x, y)$. Расчет ведется с использованием законов геометрической оптики, при этом учитывается только рассеяние излучения в атмосфере и оптической системе. Данный этап представлен на схеме блоками 1-4. В блоке 1 представлена модель изображения объекта у земной поверхности, в блоке 2 - модель влияния атмосферы, в блоке 3 - модель сдвига изображения и модель оптической системы. Как следствие, в блоке 4 получаем модель геометрического изображения.

2. Расчет размытого изображения. На этом этапе вновь принимаются во внимание дефокусирующее действие турбулентной атмосферы $T_{am}(\omega_x, \omega_y)$ (блок 5), оптическая система $T_{об}(\omega_x, \omega_y)$ (блок 6), интегрирующее действие оптического ПЗС приемника $T_{ПЗС}(\omega_x, \omega_y)$ (блок 7). В результате получаем размытое изображение (блок 8).

3. Перечисление действующих экспозиций в напряжения отсчетов на выходе ПЗС структуры (блок 9).

4. Наложение на выходной сигнал аддитивного шума оптических приемников (блок 10).

5. Моделирование влияния квантования в АЦП (блок 11).

Заканчивается данный вид моделирования выводом (блок 12) модели изображения в цифровом виде и квазинепрерывного изображения (блок 13). То есть, на данном этапе модель изображения представлена в виде квантованных АЦП отсчетов падающего на оптический приемник потока излучения, который был отбит от элементарных площадок в виде элемента разделения.

Результирующее изображение можно рассчитать по формуле:

$$S_c(\omega_x, \omega_y) = T_c(\omega_x, \omega_y) S(\omega_x, \omega_y), \quad (1)$$

где:

$$T_c(\omega_x, \omega_y) = \prod_{i=1}^n T_i(\omega_x, \omega_y) = T_{am}(\omega_x, \omega_y) T_{об}(\omega_x, \omega_y) \times T_{ПЗС}(\omega_x, \omega_y), \quad (2)$$

$$S(\omega_x, \omega_y) = \left(\frac{1}{2\pi} \right)^2 \iint_{-\infty}^{\infty} E(x, y) \exp(-i(\omega_x x + \omega_y y)) dx dy \quad (3)$$

Частотный метод позволяет удобно учитывать изменение характера преобразований информации, вносимые системой. Он удобен также для по-звеньевому изучения (анализа) системы, так как функция, характеризующая спектральное пропускание всей линейной системы, представляет собой произведение функций спектрального пропускания отдельных звеньев системы.