

Климентьев К.Е., Прудников А.В. Обобщенная модель измерительного преобразователя

Самарский государственный аэрокосмический университет (СГАУ)

На протяжении ряда лет на кафедре ИСТ СГАУ силами преподавателей и студентов ведется разработка и реализация различных версий инструментального средства, позволяющего оценивать метрологические и динамические характеристики программно-управляемых измерительных систем. Инструментальное средство представляет собой «детский конструктор», «кубиками» которого являются имитационные модели отдельных аналоговых и программных компонентов, в качестве конкретных параметров которых берутся технические характеристики реальных прототипов. Общая концепция средства описана в [1].

Модель измерительно-вычислительной цепи представляет собой совокупность имитационных моделей отдельных аппаратных компонентов непрерывного и дискретного действия, обладающих «истинной» функцией преобразования, а так же способностью реализовывать «внутренние» и воспринимать «внешние» искажающие воздействия (см. рис. 1).

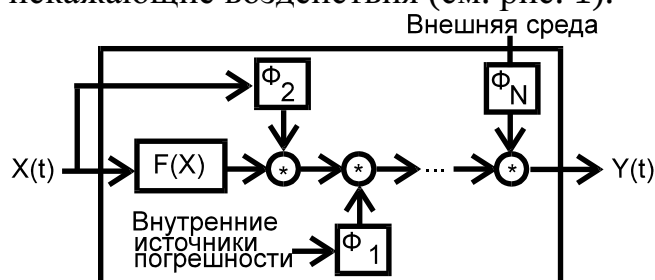


Рис. 1. Обобщенная модель
измерительного преобразователя

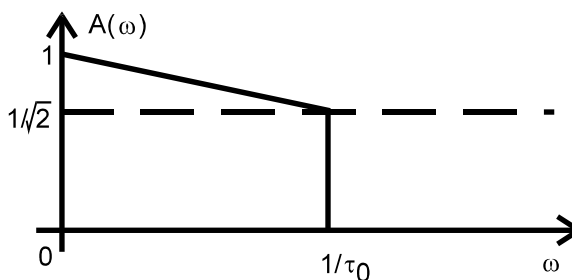


Рис 2. «Воссоздание» АЧХ по
постоянной времени τ_0

На этом рисунке t – время; $X(t)$ и $Y(t)$ – входной и выходной сигналы; F – истинная функция преобразования компонента; Φ_i – некие функциональные преобразования; $(*)$ – аддитивная или мультипликативная операция. Одной из особенностей, отличающих данную работу от аналогичных (см., например [3, 4]) является способность учитывать динамическую составляющую погрешности компонентов. Если представить преобразуемый сигнал в виде множества из N дискретных отсчетов как $X(nT)$, где T – период дискретизации аналоговых процессов, то динамическая составляющая погрешности, имеющая аддитивный характер, будет иметь вид

$$\Delta X(nT) = (X(nT) - X(nT - T)) \times (1 - A(\omega(nT))),$$

где $A(.)$ – АЧХ преобразователя, а $\omega(.)$ – мгновенная частота сигнала. АЧХ берется из паспорта на измерительный преобразователь, а если известна только постоянная времени τ_0 , то принимается, что АЧХ имеет линейный вид (см. рис. 2). Мгновенная частота сигнала может быть определена из соотношения

$$\omega(nT) = \frac{\hat{X}(nT)X(nT-T) - \hat{X}(nT-T)X(nT)}{2\pi T(X^2(nT) + \hat{X}^2(nT))},$$

где $\hat{X}(nT)$ - преобразование Гильберта [2].

Литература

1. Климентьев К.Е. Имитационное моделирование программно-управляемого процесса измерений // В сб.: Научно-производственный журнал «Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль» - Пенза, изд-во ПГУ, 2012. – С. 10-13.
2. Степанов А.В., Матвеев С.А. Методы компьютерной обработки сигналов систем радиосвязи. – М.: СОЛОН–Пресс, 2003. – 204 с.
3. Климентьев К.Е. Автоматизированная система для оценивания точностных и динамических характеристик программно-управляемых подсистем измерений. Автореф. дисс. к.т.н. – Самара: СГАУ, 2000. - 16 с.
4. Иванов С.А. Исследование достоверности результатов метрологического анализа информационно-измерительных систем с использованием имитационного моделирования. Автореф. дисс. к.т.н. – СПб: ЛЭТИ, 2004. - 16 с.