

УДК 681.32.001.57

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗВЕНЬЕВ

О. Л. НИКИТИН, О. А. ГРАНАТ

Предложена методика вывода вычислительных формул и аналитических оценок погрешностей для них при цифровом моделировании линейных динамических звеньев с использованием кусочно-полиномиальной аппроксимации входного сигнала. С помощью указанной методики получены передаточные функции для нескольких способов аппроксимации и произведено их сравнение на примере моделирования апериодического звена. Полученные результаты сведены в таблицу.

При цифровом моделировании линейных динамических звеньев весьма эффективны методы, основанные на кусочной аппроксимации входного сигнала полиномами. Ряд таких методов описан в литературе [1 ... 3]. Эти методы отличаются способами аппроксимации, как правило, это интерполяция и экстраполяция различных порядков. Для выбора метода при решении конкретной задачи необходимо знать оценки погрешностей цифровой модели, зависящие как от способа аппроксимации и шага дискретизации, так и от параметров динамического звена. В статье описана методика вывода вычислительных формул и аналитических оценок погрешностей для них при кусочно-полиномиальной аппроксимации входного сигнала.

Цифровое моделирование предполагает, что вместо входного сигнала $x(t)$ известны лишь его отсчеты $x[n] = x(t)_{t=nh}$, где h — шаг дискретизации. Аппроксимация входного сигнала заключается в переходе от решетчатой функции $x[n]$ к функции времени $\tilde{x}(t)$. Способ аппроксимации определяется функцией

$$u(\tau, n) = \tilde{x}(nh + \tau), \quad n = 0, 1, \dots, \tau \in [0, h], \quad (1)$$

поскольку

$$\tilde{x}(t) = \sum_{n=0}^{\infty} u(t - nh, n) \delta_h(t - nh), \quad (2)$$

где $\delta_h(\tau) = 1$ при $\tau \in [0, h]$, $\delta_h(\tau) = 0$ при $\tau \notin [0, h]$.

Погрешность аппроксимации

$$\varepsilon(t) = x(t) - \tilde{x}(t) \quad (3)$$

также определяется функцией, заданной на n -м интервале

$$\eta(\tau, n) = \varepsilon(nh + \tau), \quad n = 0, 1, \dots, \tau \in [0, h] \quad (4)$$

$$\text{и } \varepsilon(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \eta(t - nh, n) \delta_h(t - nh). \quad (5)$$

Кусочно-полиномиальная аппроксимация степени k на n -м интервале определяется полиномом степени k , коэффициенты которого содержат последовательные отсчеты $x[n+i]$ $i \in \{-k_1, \dots, k_2\}$, $k_1, k_2 \geq 0$, причем $k_1 + k_2 = k$ [4]. Если $k_2 = 0$, то это экстраполяция, а если $k_2 > 0$ — интерполяция. В силу ряда причин на практике ограничиваются случаями $k_2 = 0$ и $k_2 = 1$. Такой полином можно записать в виде

$$u(\tau, n) = \sum_{i=-k_1}^{k_2} \alpha_i(\tau) x[n+i], \quad (6)$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Быков В. В.* Цифровое моделирование в статистической радиотехнике.— М. : Сов. радио, 1971.— 326 с.
2. *Джон М. Смит.* Математическое и цифровое моделирование для инженеров и исследователей / Пер. с англ. под ред. О. А. Чембровского.— М. : Машиностроение, 1980.— 271 с.
3. *Борисов Ю. П., Цветнов В. В.* Математическое моделирование радиотехнических систем и устройств.— М. : Радио и связь, 1985.— 176 с.
4. *Крылов В. И., Бобков В. В., Монастырный П. И.* Вычислительные методы.— М. : Наука, 1976.— Т. 1.— 304 с.

Поступила в редакцию после переработки 05.09.86.
