Билет №2

1) Основные математические и структурные модели нелинейных систем. Общая структура нелинейной системы.

$\dot{x}(t) = f[x(t)] + \sum_{i=1}^{m} g_i(x)u_i(t)$ – уравнение состояния, которое зависит от текущего состояния системы и какого-то управления (нелинейного)

$y_i(t) = h_i[x(t)]$; $1 < i \le r$ – уравнение выхода

$f(x) = \begin{bmatrix} f_1(x_1, \dots, x_n) \\ \dots \\ f_n(x_1, \dots, x_n) \end{bmatrix}$,   вектор столбец функций $g_i(x) = \begin{bmatrix} g_{i1}(x_1, \dots, x_n) \\ \dots \\ g_{in}(x_1, \dots, x_n) \end{bmatrix}$

$h_i(x) = h_i(x_1, \dots, x_n)$ $h_i(x) = C_i$

$f(x) = A \cdot x$ – уже линейная система при $h_i(x) = C_i$

$g_i(x) = b_i$

$i = \overline{1; m}$

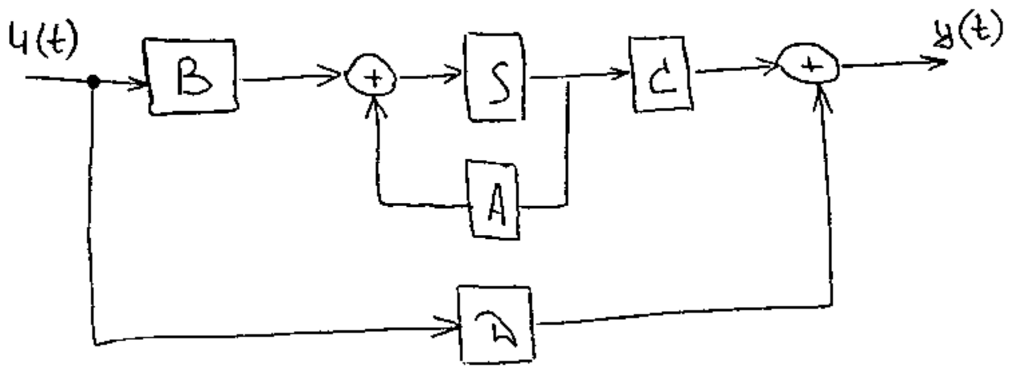


Рисунок модели состояния системы

Написано тоже самое, только в векторах и матричных функциях

$\begin{cases} \dot{x}(t) = A \cdot x(t) + B \cdot u(t) & \text{Уравнение состояния} \\ y(t) = C \cdot x(t) & \text{Уравнение выхода} \end{cases}$

$x \in R^n$; $u \in R^m$; $y \in R^\tau$

$$\boldsymbol{y(t) = \int_{-\infty}^{t} w(t-\tau) \cdot u(\tau) d\tau = \int_{-\infty}^{t_{0-}} w(t-\tau) \cdot u(\tau) d\tau + \int_{t_{0-}}^{t} w(t-\tau) \cdot u(\tau) d\tau,}$$

где $\int_{-\infty}^{t_{0-}} w(t-\tau) \cdot u(\tau) d\tau$ – реакция системы на Ø-ой вход;

$\int_{t_{0-}}^{t} w(t-\tau) \cdot u(\tau) d\tau$ – реакция системы на вход при нулевом векторе состояний;

$w(t) = C \cdot e^{A\tau} \cdot B$ – весовая матрица.

Для скалярных систем весовая функция – реакция системы на $\delta(t)$

$$\underline{\boldsymbol{y(t) = C \cdot e^{A(t-t_0)} \cdot x(t_0) + \int_{t_{0\_}}^{t} C(\tau) \cdot e^{A(t-t_0)} \cdot B(r) \cdot u(r)}}$$

при ненулевых н.у.

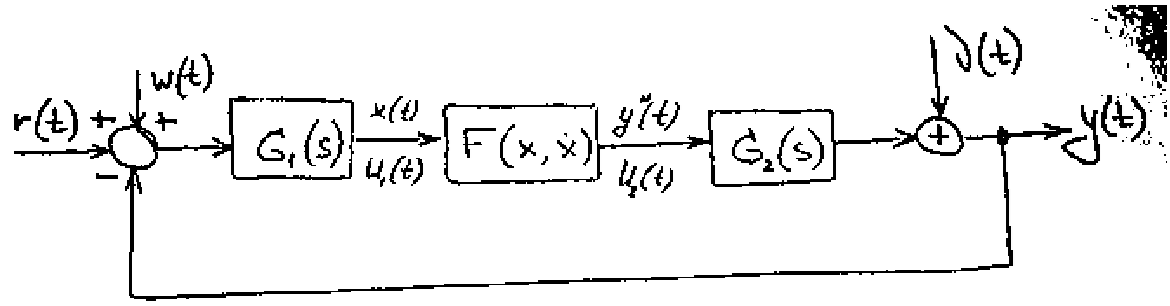
U=0 – управление.

$t \geq t_{0\_}$

$x\left(t_{0\_}\right) = 0 \quad \rightarrow \quad I(s) = G(s)U(s)$

$G(s) = C(sI - A)^{-1} \cdot B$

<u>Общая структура нелинейной системы</u>



r(t) – задающий сигнал (значение уставки);

y(t) – выходной сигнал (реакция системы);

w(t) – внешнее возмущение;

x(t), U_1(t) – вход нелинейной части системы $\mathrm{F}(x, \dot{x})$;

x(t), U_2(t) – выход нелинейной части системы;

υ(t) – шумы измерения выходного сигнала;

G_1(t), G_2(t) – математическая модель линейных частей системы;

$\mathrm{F}(x, \dot{x})$ – математическая модель нелинейной части системы.

2. Теорема Котельникова (прерывания, Шеннона). Спектр дискретного сигнала, нупольный портрет дискретной системы. Фиксирующий элемент (экстраполятор нулевого порядка).

Квантование по времени означает дискретизацию, замену непрерывной кривой последовательностью импульсов. Вообще говоря, такая замена может привести к потере информации. Условие, когда при квантовании по времени информация не теряется, т. е. когда по дискретным данным можно восстановить исходную кривую, определяется из теоремы Котельникова.

Если кривая $x(t)$ (рис. 13.7) обладает конечным спектром

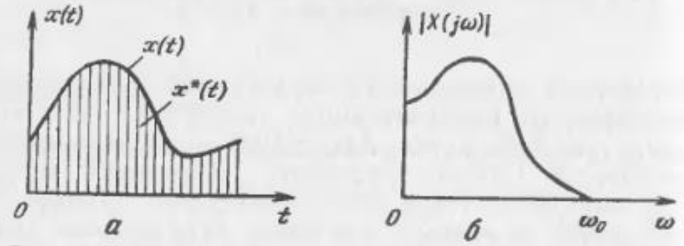


Рис. 13.7. Дискретизация и спектр непрерывного сигнала: *а* — квантование сигнала по времени ($x^*(t)$ — дискретный сигнал); *б* — частотный спектр $X(j\omega)$ непрерывного сигнала

(рис. 13.7 *б*), то информация не будет потеряна при выполнении условия

$$|\omega_0| < \frac{\pi}{\tau_r},$$

где ω_0 — ширина спектра, когда период повторения достаточно мал.

Сигнал $g^*(t)$ преобразуется ЭВМ в соответствии с алгоритмом ее работы в сигнал $x_в^*(t)$ (рис. 13.13, *а*), что, разумеется,

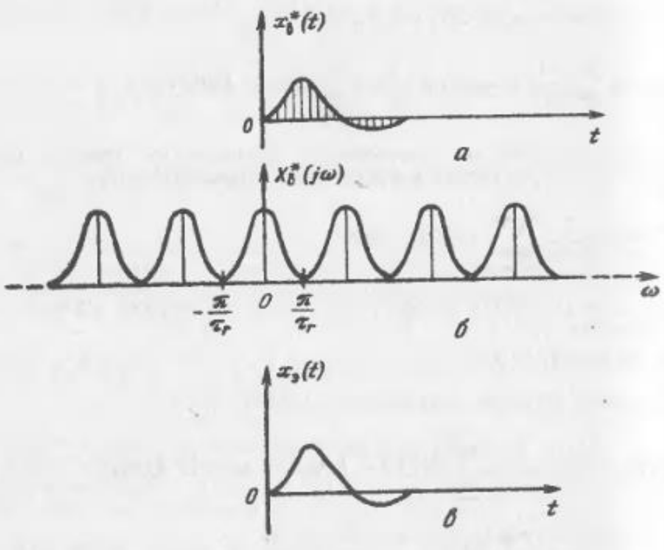


Рис. 13.13. Преобразование дискретного сигнала при его прохождении через цифровую ЭВМ и экстраполятор:

а — сигнал $x_в^*(t)$ на выходе ЭВМ; *б* — частотный спектр $X_в^*(j\omega)$ дискретного сигнала на выходе ЭВМ; *в* — огибающая дискретного сигнала $x_в^*(t)$ на выходе ЭВМ

приводит к изменению его частотного спектра (рис. 13.13, *б*). При этом спектр $X_в^*(j\omega)$ сигнала $x_в^*(t)$ остается периодическим, сплошным и бесконечным. Для сопряжения ЭВМ с последующими ... сиг