ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

$\arg(z)$ – аргумент комплексного числа z;

$\arg\min f(x)$ – значение x, минимизирующее функцию $f(x)$;

$x_N \in AsF(n, m)$ – последовательность случайных величин x_N, которая слабо сходится к случайной величине, имеющей F-распределение с n и m степенями свободы;

$x_N \in As\chi^2(n)$ – последовательность случайных величин x_N, которая слабо сходится к случайной величине, имеющей χ^2-распределение с n степенями свободы;

$x_N \in AsN(m, P)$ – последовательность случайных величин x_N, которая слабо сходится к нормально распределенной случайной величине со средним m и матрицей ковариации P, см. формулу (I.17);

$\mathrm{Cov}(x)$ – матрица ковариации случайного вектора x, см. формулу (I.4);

$\det A$ – определитель матрицы A;

$\dim\theta$ – размер (число строк) вектора-столбца θ;

Ex – математическое ожидание случайного вектора x, см. формулу (I.3);

$$\bar{E}x(t) = \lim_{N\to\infty} \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N} Ex(t), \text{ см. (2.60)};$$

$O(x)$ – функция, стремящаяся к 0 так же, как x;

$o(x)$ – функция, стремящаяся к 0 быстрее, чем x;

$x \in N(m, P)$ – нормально распределенная случайная величина со средним m и матрицей ковариации P, см. (I.6);

$\mathrm{Re}\, z$ – вещественная часть комплексного числа z;

$\mathcal{R}(f)$ – область значений функции f;

$\mathbf{R}^d$ – d-мерное евклидово пространство;

$x = \mathrm{sol}\{f(x) = 0\}$ – множество решений (или, просто, решение) уравнения $f(x) = 0$;

$\mathrm{tr}(A)$ – след (сумма элементов главной диагонали) матрицы A;

$\mathrm{Var}(x)$ – дисперсия случайной величины x;

A^{-1} – обратная матрица к матрице A;

A^T – матрица, транспонированная по отношению к матрице A;

A^{-T} – матрица, транспонированная по отношению к матрице A^{-1};

$\bar{z}$ – комплексное число, сопряженное числу z;

$y_s^t = \{y(s), y(s+1), \ldots, y(t)\}$;

$y^t = \{y(1), y(2), \ldots, y(t)\}$;

$U_N(\omega)$ – преобразование Фурье от функции u^N, см. (2.37);

$R_v(\tau) = \bar{E}v(t)v^T(t-\tau)$, см. (2.61);

$R_{sw}(\tau) = \bar{E}s(t)w^T(t-\tau)$, см. (2.62);

$\Phi_v(\omega)$ – спектр сигнала v, т.е. преобразование Фурье от $R_v(\tau)$, см. (2.63);

$\Phi_{sw}(\omega)$ – взаимный спектр сигналов s и w, т.е. преобразование Фурье от $R_{sw}(\tau)$, см. (2.64);

$\hat{R}_s^N(\tau) = \dfrac{1}{N} \sum\limits_{t=1}^{N} s(t)s^T(t-\tau)$, см. (6.10);

$\hat{\Phi}_u^N(\omega)$ – оценка спектра u по данным u^N, см. (6.48);

$\hat{v}(t \mid t-1)$ – прогноз значения сигнала $v(t)$ по данным v^{t-1};

$\dfrac{d}{d\theta} V(\theta)$ – градиент $V(\theta)$ по θ, т.е. вектор-столбец размера $\dim\theta$, если функция V скалярна;

$V'(\theta)$ – градиент функции V по ее аргументу;

$l'_\epsilon(\epsilon, \theta)$ – частная производная l по ϵ;

δ_{ij} – индекс Кронекера, который равен 0, если $i \neq j$;

$\delta(k) = \delta_{k0}$;

$\mathcal{B}(\theta_0, \epsilon)$ – ϵ-окрестность точки θ_0, т.е. множество $\{\theta: \|\theta - \theta_0\| < \epsilon\}$;

$\triangleq$ – левая сторона определяется правой частью;

$|\cdot|$ – (евклидова) норма вектора;

$\|\cdot\|$ – норма матрицы (по Фробениусу), см. (2.89).

Символы, использованные для обозначений

В этот список включены символы, получившие в книге повсеместное использование. Иногда некоторые из них используются в другом смысле.

$D_{\mathcal{M}}$ – множество значений параметра θ в рамках модельной структуры $\mathcal{M}$, см. (4.119);

D_c – множество сходимости оценок θ, см. (8.23);

$e(t)$ – помеха в момент t; обычно $\{e(t), t = 1, 2, \ldots\}$ – дискретный белый шум (последовательность взаимно независимых случайных величин с нулевым средним и дисперсией λ);

$e_0(t)$ – "истинная" помеха, действующая в данной системе $\mathcal{S}$, см. (8.2);

$f_e(x)$, $f_e(x, \theta)$ – функция плотности распределения вероятностей случайной величины e, см. (1.2) и (4.4);

$G(q)$ – передаточная функция от u к y, см. (2.20);

$G(q, \theta)$ – передаточная функция модельной структуры, соответствующей значению параметра θ, см. (4.4);

$G_0(q)$ – "истинная" передаточная функция данной системы от u к y, см. (8.7);

$\hat{G}_N(q)$ – оценка $G(q)$ по данным Z^N;

$G^*(q)$ – предельная оценка $G(q)$, см. (8.68);

$\tilde{G}_N(q)$ – разность $\hat{G}_N(q) - G_0(q)$, см. (8.15);

$\mathcal{G}$ – множество передаточных функций, получающихся в рамках данной структуры, см. (8.44);

$H(q)$, $H(q, \theta)$, $H_0(q)$, $\hat{H}_N(q)$, $H^*(q)$, $\tilde{H}_N(q)$, $\mathcal{H}$ – аналогичны соответствующим характеристикам G, но для передаточных функций от e к y;

$L(q)$ – предварительный фильтр ошибок предсказания, см. (7.10);

$l(\epsilon)$, $l(\epsilon, \theta)$, $l(\epsilon, t, \theta)$ – используемая в критерии норма ошибок предсказания, см. (7.11), (7.16), (7.18);

$\mathcal{M}$ – структура модели, или модельная структура (отображение, действующее из пространства параметров в множество моделей), см. (4.119);

$\mathcal{M}(\theta)$ – конкретная модель, соответствующая значению параметра θ, см. (4.119);

$\mathcal{M}^*$ – множество моделей (обычно порождается как множество значений, принимаемых структурой модели), см. (4.115) и стр. 93;

P_θ – асимптотическая матрица ковариации θ, см. (9.11);

q, q^{-1} – операторы прямого и обратного сдвига, см. (2.15);

$\mathcal{S}$ – "истинная система", см. (8.7);

$T(q) = [G(q),\ H(q)]$, см. (4.106);

$T(q,\ \theta)$, $T_0(q)$, $\hat{T}_N(q)$, $\tilde{T}_N(q)$ – аналогичны соответствующим конструкциям для G и H;

$u(t)$ – входной сигнал в момент t;

$V_N(\theta,\ Z^N)$ – минимизируемая критериальная функция, см. (7.11);

$\bar{V}(\theta)$ – предельное значение критериальной функции, см. (8.28);

$v(t)$ – сигнал помехи в момент t;

$w(t)$ – обычно помеха в момент t, как правило, понимается в контексте как точное значение истинной помехи;

$x(t)$ – вектор состояния (размера n) в момент t;

$y(t)$ – выходной сигнал в момент t;

$\hat{y}(t\mid\theta)$ – прогноз значения выходного сигнала в момент t на основе модели $\mathcal{M}(\theta)$ и данных Z^{t-1}, см. (4.6);

$z(t) = [y(t)\ \ u(t)]^T$, см. (4.110);

$Z^N = \{u(0), y(0), \ldots, u(N), y(N)\}$;

$\epsilon(t,\ \theta)$ – ошибка предсказания, равная $y(t) - \hat{y}(t\mid\theta)$;

λ – обычно дисперсия; в главе 11 – коэффициент забывания, см. (11.6), (11.63);

θ – вектор, используемый для параметризации моделей размерности d, см. (4.4), (4.5), (5.53);

$\hat{\theta}_N$, θ_0, θ^*, $\tilde{\theta}_N$ – аналогичны соответствующим конструкциям для G;

$\varphi(t)$ – регрессионный вектор в момент t, см. (4.11) и (5.34);

$\chi_0(t) = [u(t)\ \ e_0(t)]^T$, см. (8.14);

$\psi(t,\ \theta)$ – градиент $\hat{y}(t\mid\theta)$ по θ, d-мерный вектор-столбец, см. (4.118b);

$\zeta(t)$, $\zeta(t,\ \theta)$ – "корреляционный вектор" (вектор инструментальных переменных), см. (7.36);

$T'(q,\theta)$ – градиент $T(q,\theta)$ по θ (($d\times 2$)-матрица), см. (4.122).

Список аббревиатур

ARARX – см. табл. 4.1;

ARMA – авторегрессия со скользящим средним, см. табл. 4.1;

ARMAX – авторегрессия со скользящим средним с внешним входным сигналом, см. табл. 4.1;

ARX – авторегрессия с внешним входным сигналом, см. табл. 4.1;

BJ – модельная структура Бокса-Дженкинса, см. табл. 4.1;

ETFE – эмпирическая оценка передаточной функции, см. (6.24);

FIR – модель конечной импульсной реакции, см. табл. 4.1.