

Тема 8. Каналы передачи информации.
Общие сведения о каналах передачи информации

Фиг.1

Признаки классификации	Типы каналов связи
Назначение каналов связи	Телеграфные Фототелеграфные Телефонные Звукового вещания Передачи данных Телевизионные Смешанные и т.д.
Характер физической среды	Радиоканалы Каналы проводной связи (воздушные, кабельные, волоконно-оптические л.с., волноводные СВЧ-тракты) Механические каналы Акустические каналы
Характер связи между сигналами на входе и выходе каналов	Линейные Нелинейные
Число параметров, описывающих канал связи	Временные Пространственно-временные
Диапазон рабочих частот	В соответствии с таблицей 8.3
Характеристики сигнала на входе и выходе	Непрерывные Дискретные Дискретно-непрерывные

Таб. 8.1

Таб. 8.2

Тип линии связи	Наименование линии связи	Диапазон частот
Механическая	Жесткая	<10 Гц
	Гидравлическая	<10 Гц
	Пневматическая	<10 Гц
Акустическая	Акустическая с воздушной средой	10 Гц – 1 МГц
	Гидроакустическая	10 Гц – 10 МГц
Электрическо-проводная	Воздушная	0 – 200 кГц
	Симметричный кабель	0 – 1 МГц
	Коаксиальный кабель	1 – 15 МГц
Радио (беспроводная)	Радиосвязи	10 кГц – $3 \cdot 10^6$ МГц
	Радиорелейная	30 МГц – $3 \cdot 10^4$ МГц
	Космическая	30 МГц – $3 \cdot 10^4$ МГц
		30 МГц – $3 \cdot 10^4$ МГц
Оптическая	Оптическая с открытой средой	$(0,3 - 1) \cdot 10^{15}$ Гц
	Волоконно-оптическая	$(0,3 - 0,8) \cdot 10^{15}$ Гц

Наименование волн	Диапазон волн	Наименование частот	Диапазон частот
Декакилометровые (сверхдлинные, СДВ)	100÷10 км	ОНЧ очень низкие	3÷30 кГц
Километровые (длинные, ДВ)	10÷1 км	НЧ низкие	30÷300 кГц
Гектометровые (средние, СВ)	1000÷100 м	СЧ средние	300÷3000 кГц
Декакилометровые (короткие, КВ)	100÷10 м	ВЧ высокие	3÷30 МГц
Метровые (ультракороткие, УКВ)	10÷1 м	ОВЧ очень высокие	30÷300 МГц
Дециметровые	100÷10 см	УВЧ ультравысокие	300÷3000 МГц
Сантиметровые	10÷1 см	СВЧ сверхвысокие	3÷30 ГГц
Миллиметровые	10÷1 мм	КВЧ крайневысокие	30÷300 ГГц
Децимиллиметровые	1÷0.1 мм	ГПЧ гипервысокие	300÷3000 ГГц

Таб. 8.3

Проводные линии связи

Первичные параметры линии связи

$$R_0 \text{ (Ом/км)} \quad L_0 \text{ (Гн/км)} \quad G_0 \text{ (См/км)} \quad C_0 \text{ (Ф/км)}$$

Волновое
сопротивление

$$Z_{\epsilon} = \sqrt{(R + j\omega L)/(G + j\omega C)}$$

Волновое
сопротивление

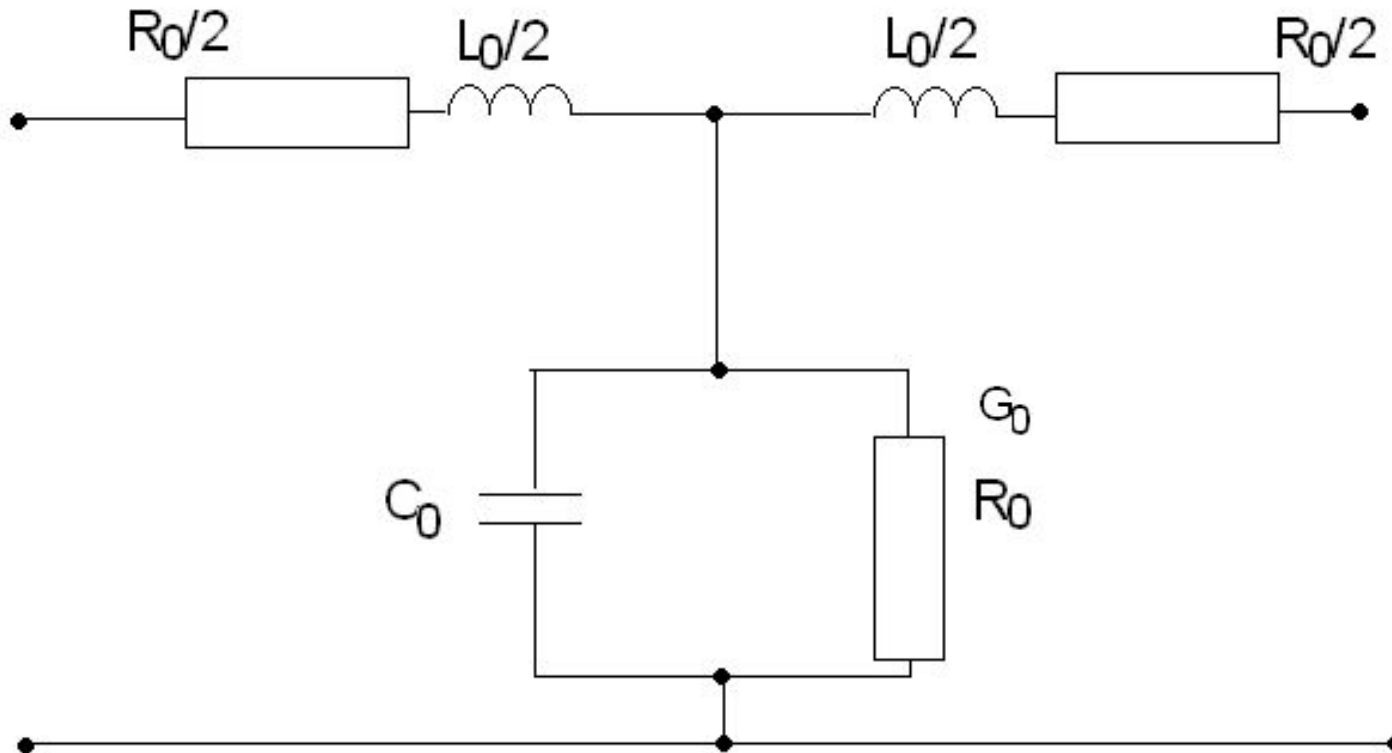
$$\gamma = \alpha + j\psi = \sqrt{(R + j\omega L) \cdot (G + j\omega C)}$$

 α – коэффициент затухания, ψ – сдвиг фазы

$$\alpha l = \ln \frac{u_1}{u_2} = \ln \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2}, \text{ непер}$$

$$\alpha = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} = 20 \lg \frac{u_1}{u_2} = 20 \lg \frac{I_1}{I_2}, \text{ децибел}$$

Рис. 8.1



Анализ непрерывных каналов

$$x(t, \tau) = \mu(t)S[t - \tau(t)] + \xi(t) \quad \text{Форм. 8.1}$$

$$1 \quad \frac{\Delta T_k}{\Delta T_c} \gg 1$$

Форм. 8.2

$$\frac{\Delta T_k}{\Delta T_c} \ll 1$$

Форм. 8.3

$$P = \sigma^2 = 4kT^0\Delta F$$

Форм. 8.4

$$W(F) = \frac{P}{\Delta F} = 4kT^0$$

Форм. 8.5

Таб. 8.4

Тип канала	Характеристики канала
Идеальный канал связи	Помехи любого вида отсутствуют, преобразование сигналов в канале является детерминированным, мощность и полоса сигналов ограничены
Гауссовский канал связи	Коэффициент передачи и время задержки сигналов в канале не зависят от времени и являются детерминированными величинами, известными в месте приема сигналов; в канале действует аддитивная флуктуационная помеха – гауссовский «белый шум» (гауссовский процесс)
Гауссов канал связи с неопределенной фазой сигнала	Время задержки сигнала в канале рассматривают как случайную величину, поэтому фаза выходного сигнала также случайна. Для анализа выходных сигналов канала необходимо знать закон распределения времени задержки или фазы сигнала.
Гауссовский однолучевой канал с замираниями	Коэффициент передачи канала и фазовую характеристику канала рассматривают как случайные величины или процессы. В этом случае спектр выходного сигнала канала шире спектра входного даже при отсутствии помехи из-за паразитных амплитудной и фазовой модуляций.
Гауссовский многолучевой канал с замираниями	Длительность прохождения сигналов и коэффициенты передачи различных «каналов» являются неодинаковыми и случайными. Принимаемый сигнал образуется в результате интерференции сигналов, пришедших по разным путям. В общем случае частотная и фазовая характеристики канала зависят от времени и частоты. Для описания многолучевых каналов с замираниями необходимо задавать в n раз больше (n – число путей распространения радиоволн) статистических характеристик по сравнению с однолучевыми.
Гауссовский многолучевой канал с замираниями и аддитивными сосредоточенными помехами	В этой модели наряду с флуктуационной помехой учитывают и различного вида сосредоточенные помехи

Анализ дискретных каналов

$$P(a_{k1} / a_{i2}) = \frac{P(a_{k1})P(a_{i2} / a_{k1})}{\sum_{k=1}^m P(a_{k1})P(a_{i2} / a_{k1})} \quad \text{Форм. 8.6}$$

$$\max_k [P(a_{k1} / a_{i2})] = P(a_{j1} / a_{i2})$$

Форм. 8.7

$$P(a_{i2} / a_{k1}; t) = P(a_{i2} / a_{k1})$$

Форм. 8.8

$$P(a_{i2} / a_{k-1}, \dots, a_{k-i,i}) = P(a_{i2} / a_{k1})$$

Форм. 8.9

$$P_{ik} = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mm} \end{pmatrix}$$

Форм. 8.10

$$m = M[X_i] = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{ik}$$

Форм. 8.11

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1$$

Форм. 8.12

$$p_j = \sum_{i=1}^m p_i p_{ij}, j = 1, \dots, m$$

Форм. 8.13

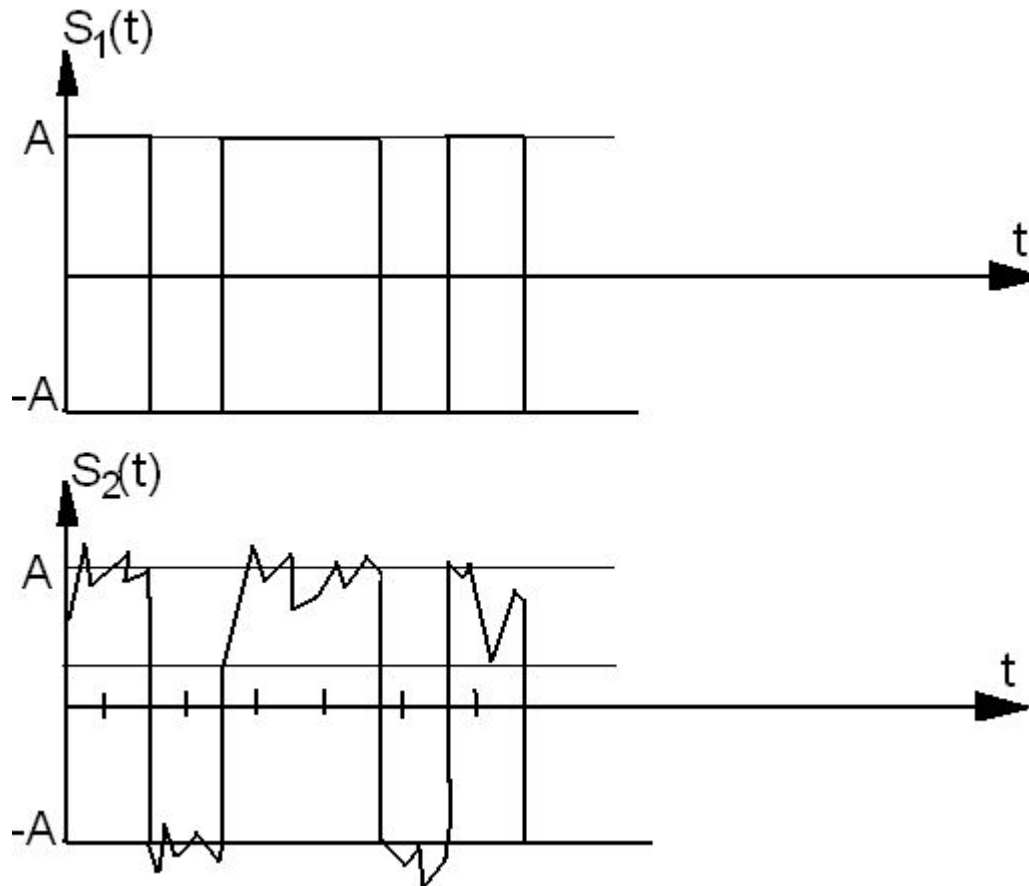


Рис. 8.2

$$A + \xi_k > a, \xi_k > -A + a$$

Форм. 8.14

$$-A + \xi_k < a, \xi_k < A + a$$

Форм. 8.15

$$p_{21} = P(\xi < -A + a) = \int_{-\infty}^{-A+a} f(\xi) d\xi \quad \text{Форм. 8.16}$$

$$p_{12} = P(\xi > A + a) = \int_{A+a}^{\infty} f(\xi) d\xi \quad \text{Форм. 8.17}$$

$$p_0 = \int_A^{\infty} f(\xi) d\xi = \int_{-\infty}^{-A} f(\xi) d\xi = \frac{1}{2} [1 - F_k(\sqrt{h})] \quad \text{Форм. 8.18}$$

$$F_k(\sqrt{h}) = \frac{2}{\sqrt{2\pi i}} \int_0^{\sqrt{h}} e^{\frac{z^2}{2}} dz \quad \text{Форм. 8.19}$$

$$Q = P(b_1)p_{21} + P(b_2)p_{12} = p_0 \quad \text{Форм. 8.20}$$

$$P = P(b_1)p_{11} + P(b_2)p_{22} = 1 - p_0 \quad \text{Форм. 8.21}$$

$$P_n(p_0, q) = C_n^q p_0^q (1 - p_0)^{n-q} \quad \text{Форм. 8.22}$$

$$M[q] = \sum_{q=0}^n q P_n(p_0, q) = np_0$$

Форм. 8.23

$$np_0 \ll 1$$

Форм. 8.24