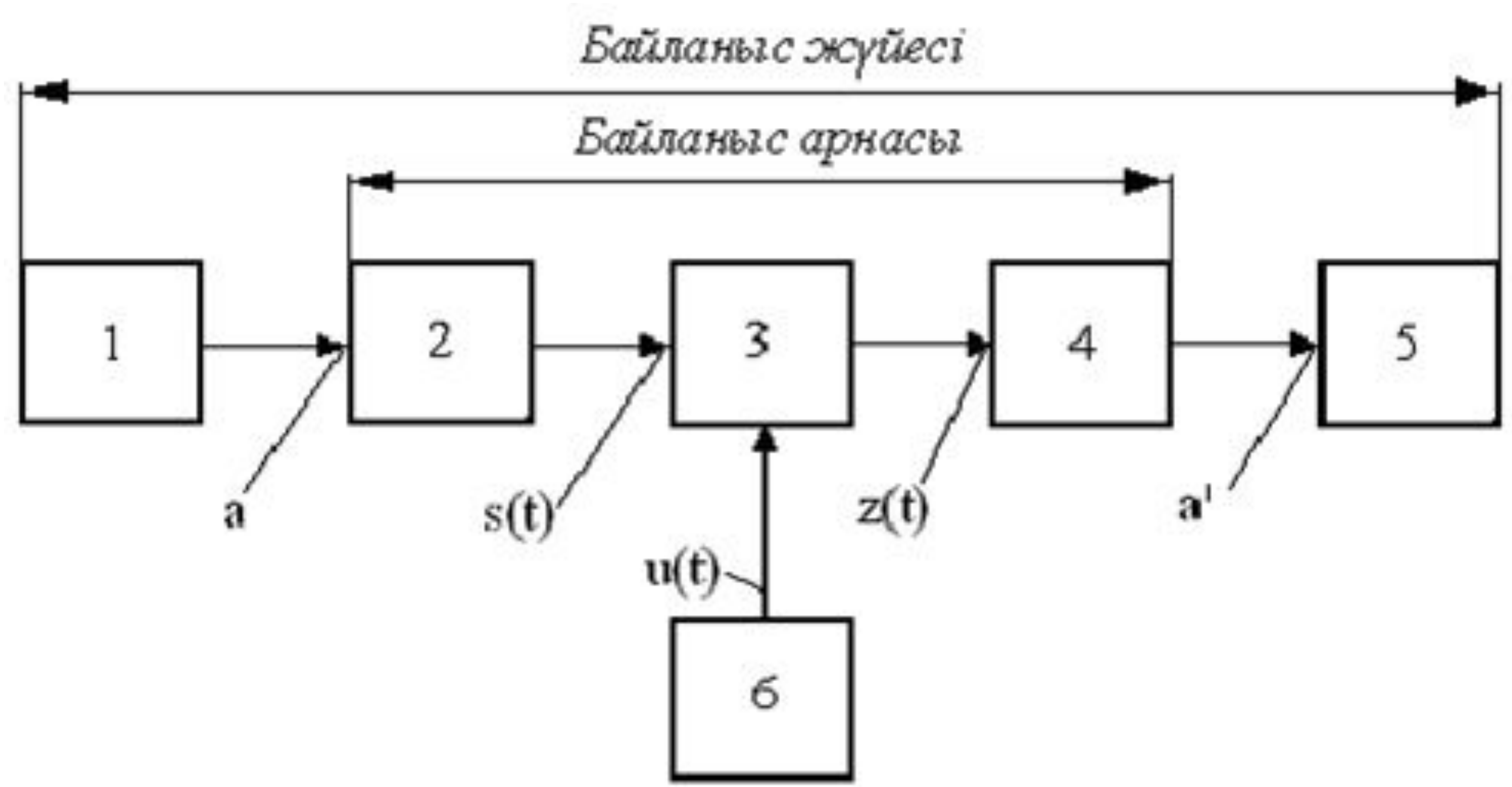
Әебиеттер тізімі

- **1.Баскаков С.И.Радиотехнические цепи и сигналы.-М: Высшая школа,2003.**
- **Гольденберга.- М: “Радио и связь”,1982.**
- **2.Теория электрической связи. Под ред.Д.Д.Кловского. - М: “Радио и связь”,1999.**
- **3.Скляр Б.Цифровая связь. - М.С-П, К.,2003.**
- **4.Панфилов И.П.,Дырда В.Е.Теория электрической связи. - М: “Радио и связь”,1991.**
- **5.Кловский. Д.Д., Шилкин В.А.Теория элекрической связи. – М.: Радио и связь,1990.- С.387.**
- **6. Кунегин С.В. Системы передачи информации. Курс лекций. М.: в/ч 33965, 1997. – С. 216.**
- **7.Ниеталин Ж.Н. Электрлік байланыс теориясы. Оқу құралы. - Алматы: РБК, 1994. – С. 164.**

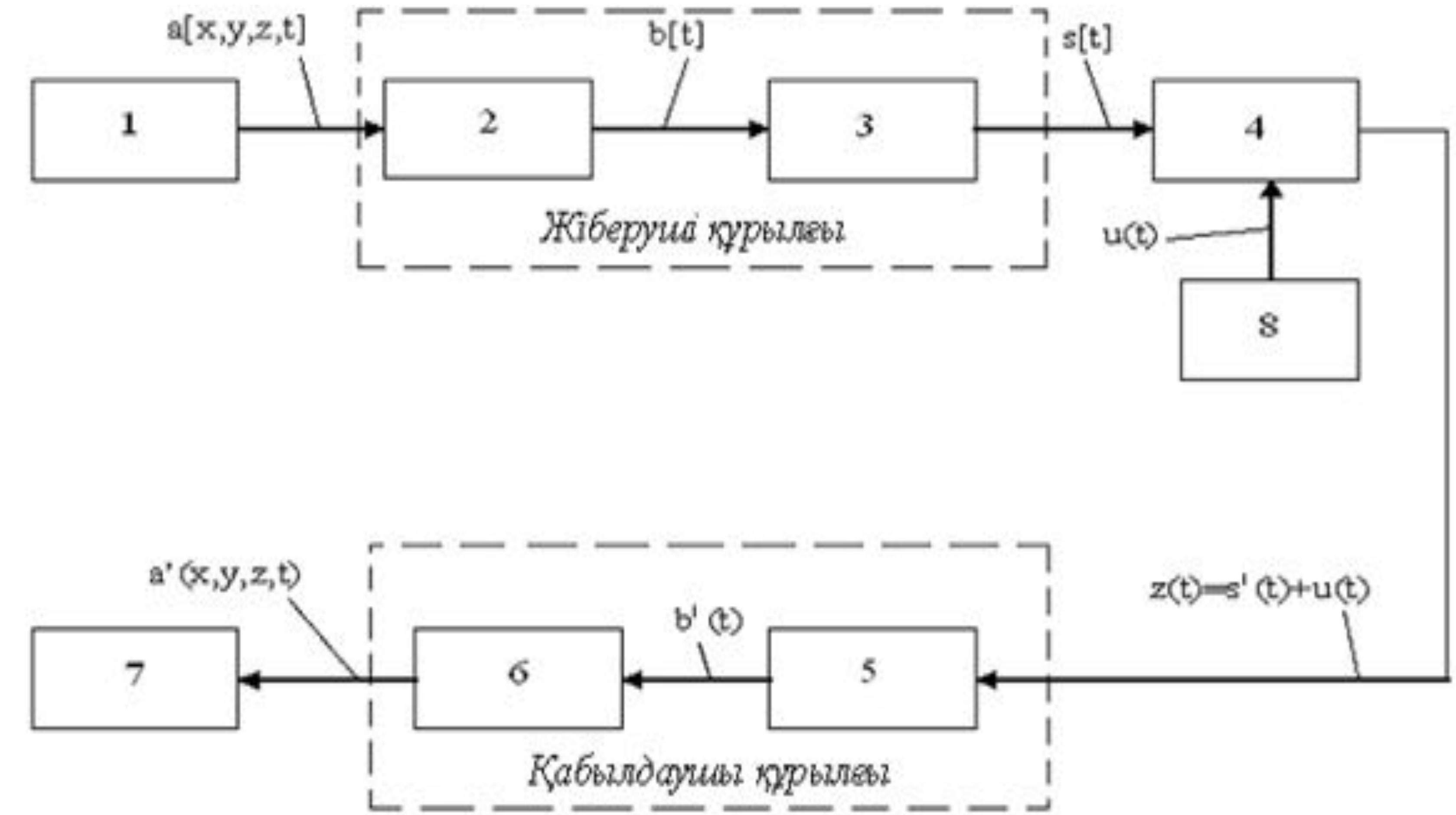
Пәннің мақсаты телекоммуникациялық жүйелердегі электр сигналын таратудың негізгі заңдылықтарын оқып білу. Одан басқа студенттерді электр байланынысын құру мен негізгі принциптерімен, арналардың модельдерімен және сигналды қашықтыққа таратудың түрлерін, бөгеуілге қарсы тұру әдістерін олардың қазіргі даму тенденцияларын оқып білу.

Тақырып: Негізгі түсініктер мен анықтамалар. Электр сигналдарын тарату жүйесінің құрлымы

Дәрістің мақсаты: Хабарды электр сигналына түрлендіріп тарату процестерін анықтау. Электр байланыс схемасының құрлымын анықтау.

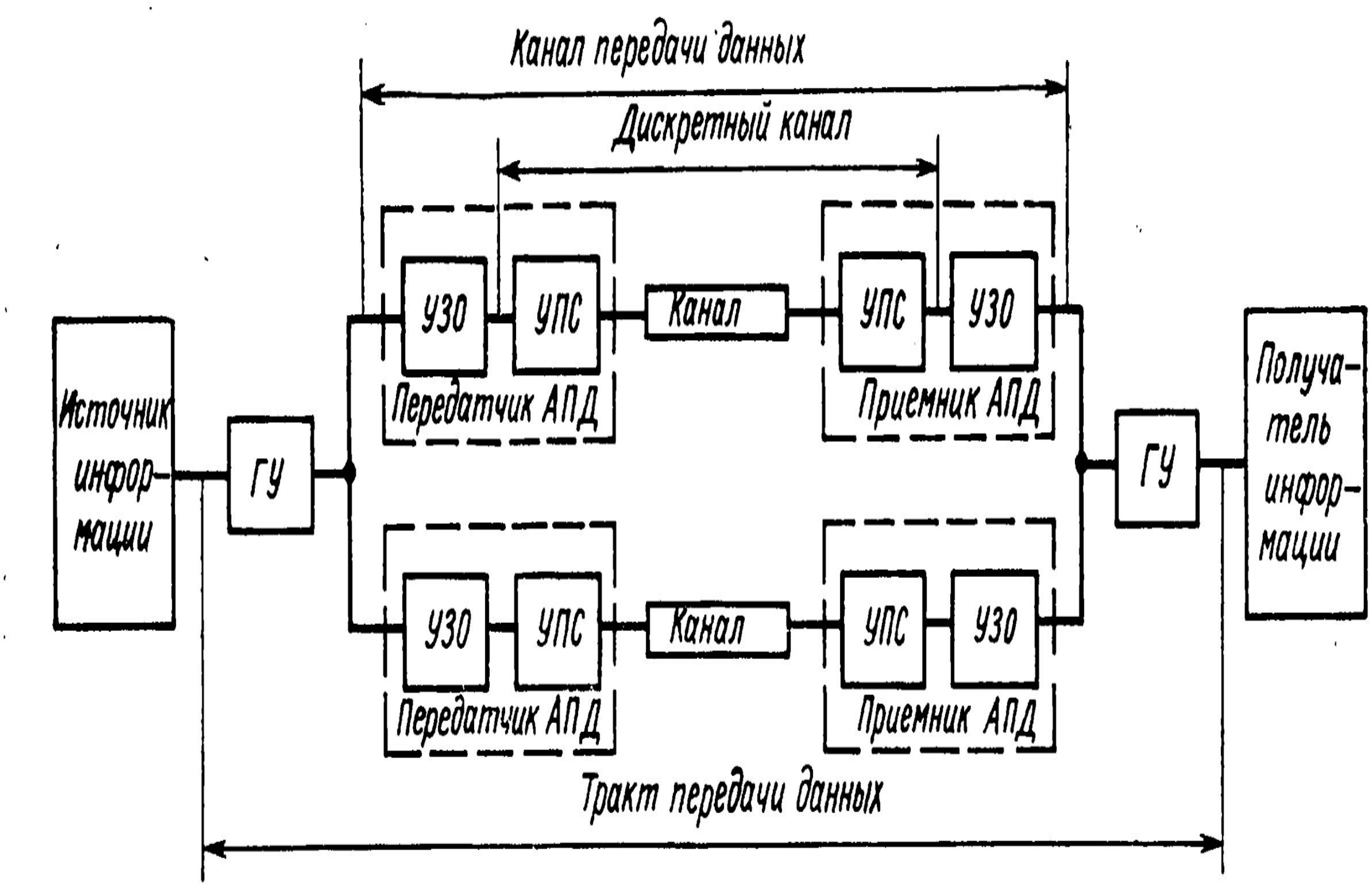

Байланыс жүйесі
Байланыс арнасы
1
2
3
4
5
6
a
s(t)
z(t)
a'
u(t)

1-хабар көзі; 2-электрлік сигналға түрлендіргіш және кодер; 3-модулятор; 4-байланыс сызығы; 5-демодулятор (1- шешуші схема); 6-декодер және хабарға түрлендіргіш (2- шешуші схема); 7-хабар тұтынушы; 8-бөгеуілдер көзі



1-хабар көзі;
2-жіберуші құрылғы;
3-байланыс сызығы;
4-қабылдаушы құрылғы;
5-хабар тұтынушы;
6-бөгеуілдер көзі

Структурная схема системы передачи дискретной информации



1 қорек көзін форматтау и кодтау
2 видиосигдарды тарату
3 Жолақты сигналдарды тарату
4 Түзету
5 Каналды кодтау
6 Тығыздау мен көп ретті қол жету
7 спектрін кеңейту
8 Шифрлеу
9 Синхронизация

Сигнал можно классифицировать как *детерминированный* (при отсутствии неопределенности относительно его значения в любой момент времени) или *случайный,* в про тивном случае.

Детерминированные сигналы описываются математическим выражением вида

$$x(t) = 5\cos 10t.$$

Для случайного сигнала такое выражение написать *невоз можно,* Впрочем, при наблюдении случайного сигнала (также называемого *случайным процессом)* в течение достаточно длительного периода времени, могут отмечаться некоторые закономерности, которые можно описать в терминах вероятности и среднее статистическое. тик сигналов и шумов в системах связи.

Периодические и непериодические сигналы

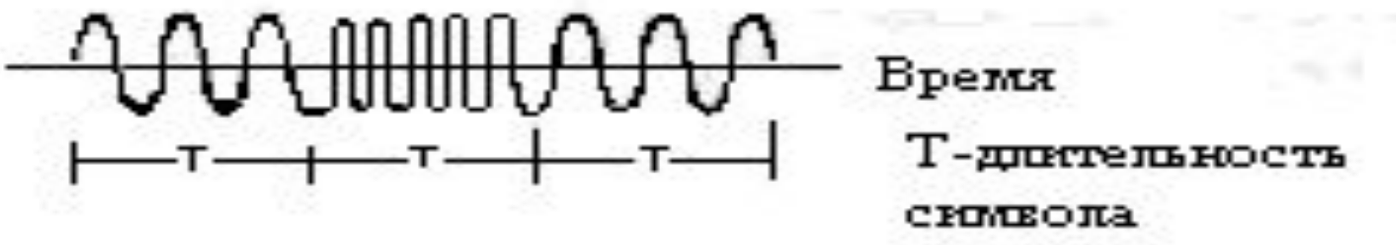
Сигнал $x(t)$ *называется периодическим во времени,* если существует постоянное $T_0>0$, такое, что

$x(t)=x(t+T_0)$ для $-\infty < t < \infty$, . (1.2)

где через t обозначено время. Наименьшее значение T_0, удовлетворяющее этому условию, называется *периодом* сигнала $x(t)$. Период T_0 определяет длительность одного полного цикла функции $x(t)$, Сигнал, для которого не существует значения T_0, удовлетворяющего уравнению (1.2), именуется *непериодическим.*

Цифровой сигнал, описываемый уровнем напряжения или тока,-сигнал (импульс - для узкополосной передачи или синусоида - для полосовой передачи), представляющий цифровой символ. Характеристики сигнала (для импульсов - амплитуда, длительность и расположение или для синусоиды - амплитуда, частота и фаза) позволяют его идентифицировать как один из символов конечного алфавита.

Цифровые сигналы.



- Скорость передачи данных.

$$R = k/T=(1/T)\ \log_2 M\ (\text{бит/с})$$

- Периодические и непериодические сигналы.

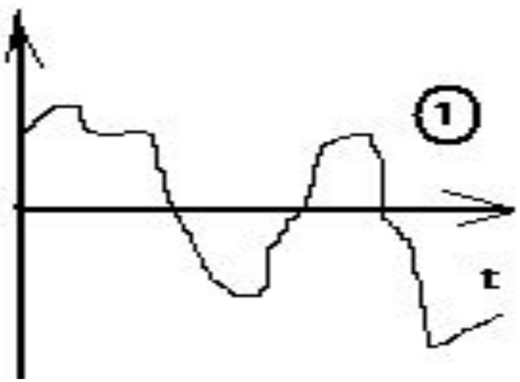
- $x(t) = x(t + T_0)$ для $-\infty < t < \infty$

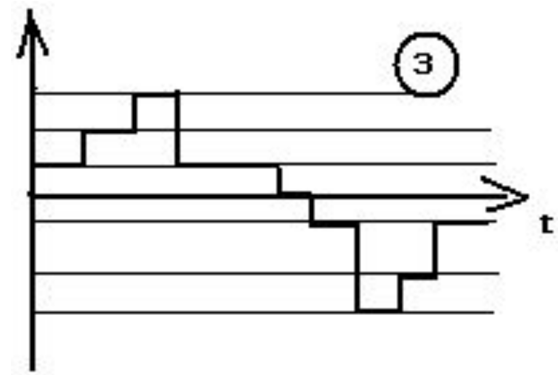
Аналоговый сигнал *x(t)* является непрерывной функцией времени, т.е. *x(t)* однозначно определяется для всех *t*. Электрический аналоговый сигнал возникает тогда, когда физический сигнал (например, речь) некоторым устройством преобразовывается в электрический. Для сравнения, *дискретный сигнал x(kT)* является сигналом, существующим только в дискретные промежутки времени; он характеризуется последовательностью чисел, определенных для каждого момента времени, *kT,* где *k* — целое число, а *T* — фиксированный промежуток времени.

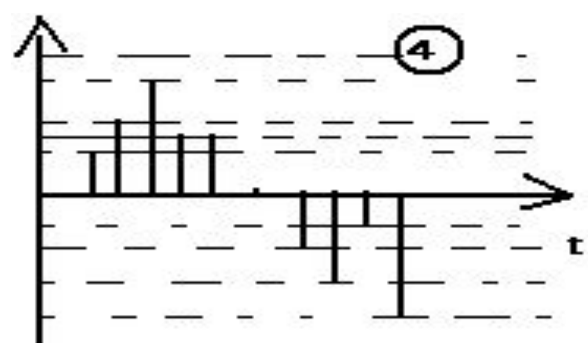
Аналоговые и дискретные сигналы

В зависимости от структуры информационных параметров, сигналы могут быть:

- непрерывные (аналоговые)
- дискретные
- дискретные-непрерывные







Производительность системы связи зависит от энергии принятого сигнала; сигналы с более высокой энергией детектируются более достоверно. Энергетическим сигнал называется тогда когда он в любой момент времени имеет ненулевую конечную энергию.

Сигнал является мощностным если он в любой момент времени имеет нулевую конечную мощность.

Энергетический сигнал имеет конечную энергию, но нулевую среднюю мощность. Мощностной сигнал имеет нулевую среднюю мощность, но бесконечную энергию. Периодические и случайные сигналы выражаются через мощность, детермин и неперод –через энергию.

Сигналы, выраженные через энергию или мощность

- $p\{t)=v^2(t)/R$
- $p\{t)=i^2(t)R$

- $p\{t)=x^2(t)$ где *x(t)* — это либо напряжение, либо ток.
- P(t)-мгновенная мощность

Рассеивание энергии

в течении времени для реального сигнала с мгновенной мощностью

$$E_x^T = \int_{-T/2}^{T/2} x^2(t)\,dt$$

Средняя мощность

$$P_x^T = \frac{1}{T} E_x^T = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x^2(t)\,dt$$

Энергия сигнала

$$E_x = \lim_{\mathrm{T}\to\infty} \int_{-T/2}^{T/2} x^2(t)dt = \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t)dt$$

Мощность сигнала

$$P_x = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x^2(t)\,dt$$

Энергетический сигнал

$$E_x = \lim_{T\to\infty} \int_{-T/2}^{T/2} x^2(t)dt = \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t)dt$$

$$P_x = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x^2(t)dt$$

Спектральная плотность энергии

$$E_x = \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t)dt = \int_{-\infty}^{\infty} \left|X(f)\right|^2 dt$$

Где, X(f) — Фурье-образ непериодического сигнала *x(t).*

Спектральная плотность энергии

$$E_x = \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t)dt = \int_{-\infty}^{\infty} |X(f)|^2 dt$$

$$\varphi_x(f) = |X(f)|^2$$

$$E_x = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_x(f)$$

Величина $\varphi_x(f)$ является *спектральной плотностью энергии* (ESD) сигнала *x(t)*.

$$E_x = 2\int_{-\infty}^{\infty} \varphi_x(f)df$$

Спектральная плотность мощности.

$$P_x = \frac{1}{T_0} \int_{-T_0/2}^{T_0/2} x^2(t)dt$$

$$P_x = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x^2(t)dt = \sum_{n \to -\infty}^{\infty} \left| c_n \right|^2$$

$$G_x(f) = \sum_{n \to -\infty}^{\infty} \left| c_n \right|^2 \delta(f - nf_{0)}$$

$G_x(f)$ Спектральная плотность мощности (PSD) периодического сигнала $x(t)$

$$P_x = \int_{-\infty}^{\infty} G_x(f)df = 2\int_{0}^{\infty} G_x(f)df$$

$$G_x(f) = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \left| X_T(f) \right|^2$$

Автокорреляция энергетического сигнала

Корреляция — это процесс согласования; *автокорреляцией* называется согласование сигнала с собственной запаздывающей версией.

$$R_x(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)x(t+\tau)dt$$

Автокорреляционная функция действительного *энергетического* сигнала имеет следующие свойства:

1. $R_x(\tau) = R_x(-\tau)$ симметрия по t относительно нуля

2. $R_x(\tau) \le R_x(0)$ для всех τ максимальное значение в нуле

3. $R_x(\tau) \leftrightarrow \psi_x(f)$ автокорреляция и ESD являются Фурье - образами друг друга, что обозначается двусторонней стрелкой

4. $R_x(0) = \int_{-\infty}^{\infty} x_x^2(t)$ значение в нуле равно энергии сигнала

Автокорреляция периодического сигнала

$$R_x(\tau) = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t)x(t+\tau)dt$$

$$R_x(\tau) = \frac{1}{T_0} \int_{-T/2}^{T/2} x(t)x(t+\tau)dt$$

Автокорреляция *периодического* сигнала, принимающего действительные значения, имеет свойства, сходные со свойствами энергетического сигнала.

1. $R_x(\tau) = R_x(-\tau)$ симметрия по t относительно нуля

2. $R_x(\tau) \le R_x(0)$ для всех τ максимальное значение в нуле

3. $R_x(\tau) \leftrightarrow G_x(f)$ автокорреляция и ESD являются Фурье - образами друг друга

4. $R_x(0) = \frac{1}{T_0} \int_{-T/2}^{T/2} x_x^2(t)dt$ значение в нуле равно энергии сигнала

Спектральная плотность мощности и автокорреляция случайного процесса

Основные свойства функций спектральной плотности мощности

1. $G_x(f) > 0$ всегда принимает действительные значения

2. $G_x(f) = G_x(-f)$ для $X(t)$, принимающих действительные значения

3. $G_x(f) \leftrightarrow R_x(\tau)$ автокорреляция и спектральная плотность мощности являются Фурье - образами друг друга

4. $P_x = \int_{-\infty}^{\infty} G_x(f)df$ связь между средней нормированной мощностью и спектральной плотностью мощности

Низкая скорость передачи битов

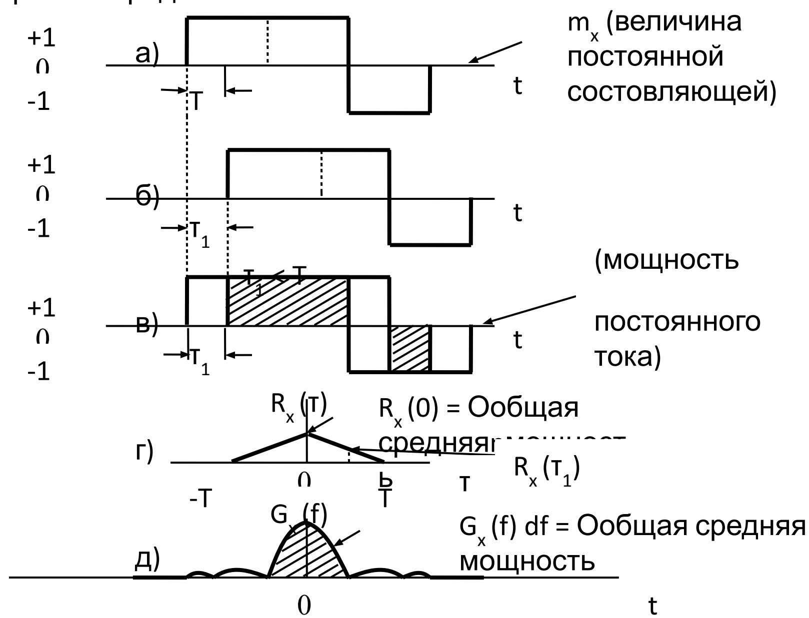
X(t) Произвольная двоичная последовательность

X(t-τ_1)

$R_x(\tau_1)$X(t) X(t-τ_1) dt

$R_x(\tau)$=

$G_x(f)$=T



Высокая скорость передачи битов

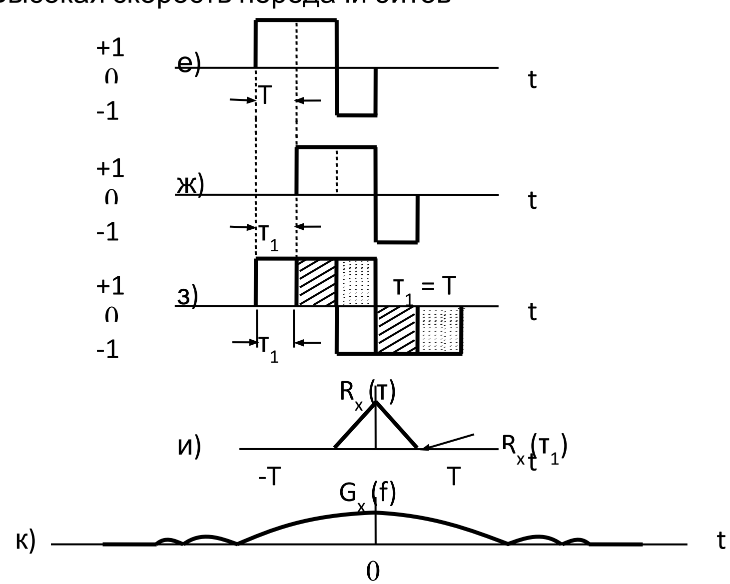
X(t) Произвольная двоичная последовательность

X(t-τ_1)

$R_x(\tau_1)$X(t) X(t-τ_1) dt

$R_x(\tau)$=

$G_x(f)$=T



Ортогональность сигналов

$$s_1(t) = p(t) \quad 0 \le t \le T$$

$$s_2(t) = p(t - \frac{T}{2}) \qquad 0 \le \mathrm{t} \le \mathrm{T}$$

$$z_{ij} = \frac{1}{E}\int_0^T s_i(t)s_j(t)dt = \begin{cases} 1 & \text{при } i = j \\ 0 & \text{при } i \ne j \end{cases},$$

$$E = \int_0^T s_i^2(t)dt$$

Пример двоичного набора ортогональных сигналов