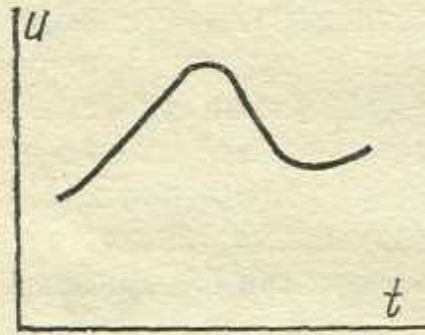
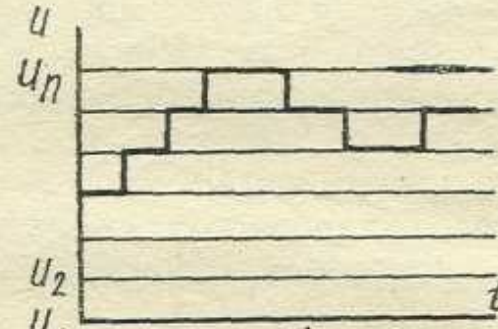


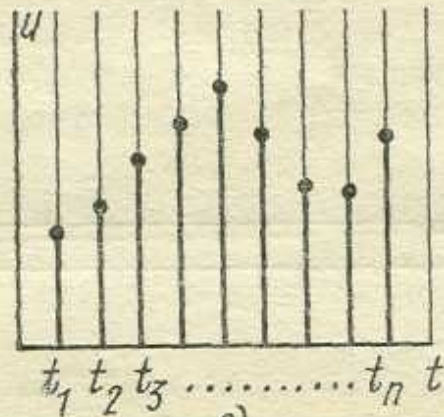
# Основные виды сигналов



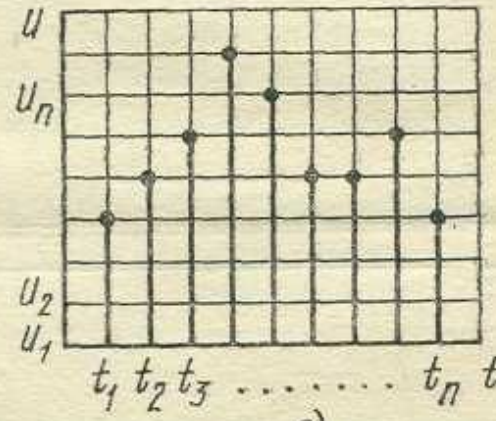
а)



б)

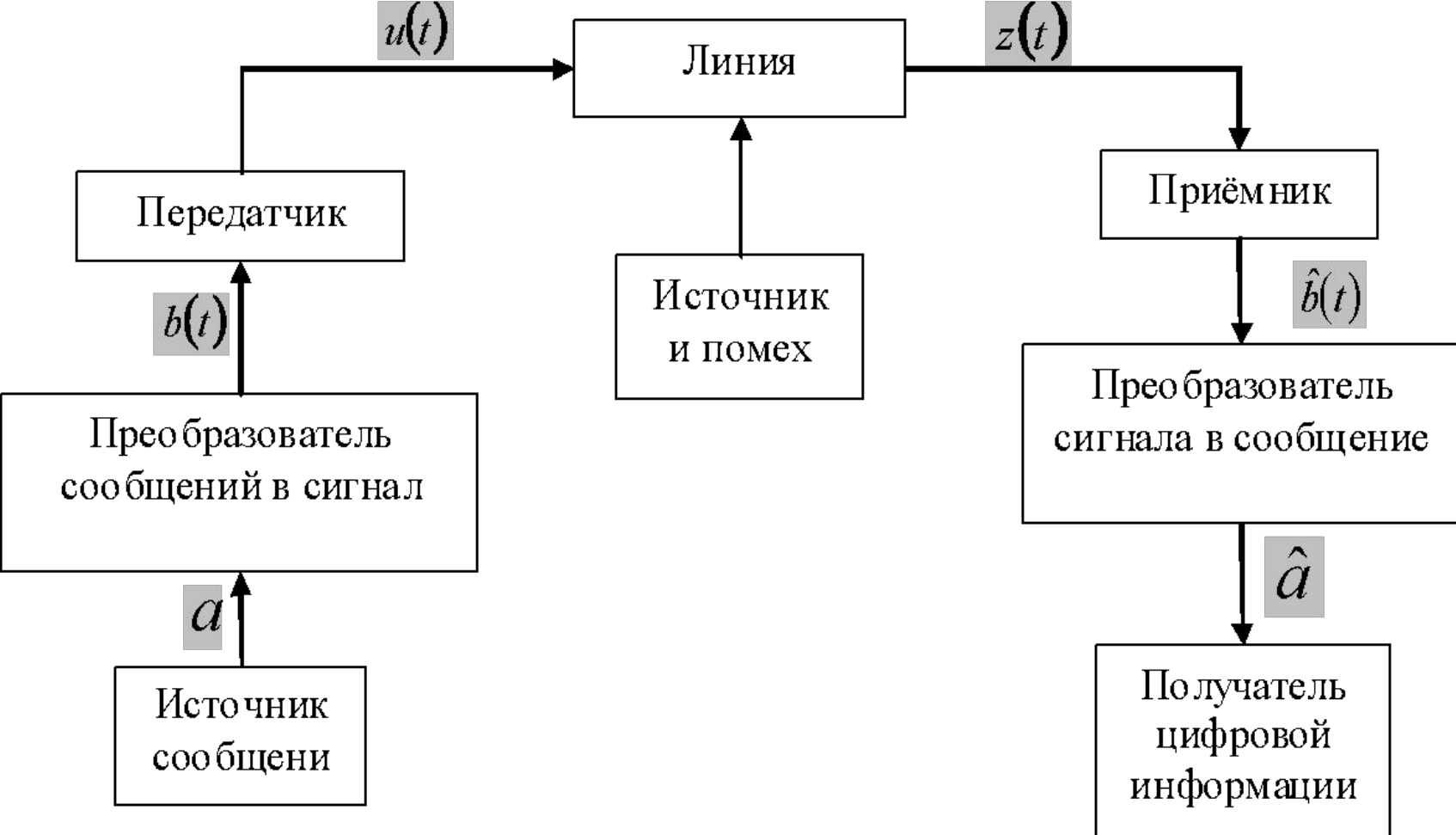


в)



г)

# Структурная схема простейшей системы связи



Описанием конкретного сигнала может быть некоторая функция времени  $s(t)$ . Определив, так или иначе, эту функцию, определяем и сигнал.

Основными параметрами являются длительность сигнала  $T_c$ , его динамический диапазон  $H_c$ , и ширина спектра  $F_c$ .

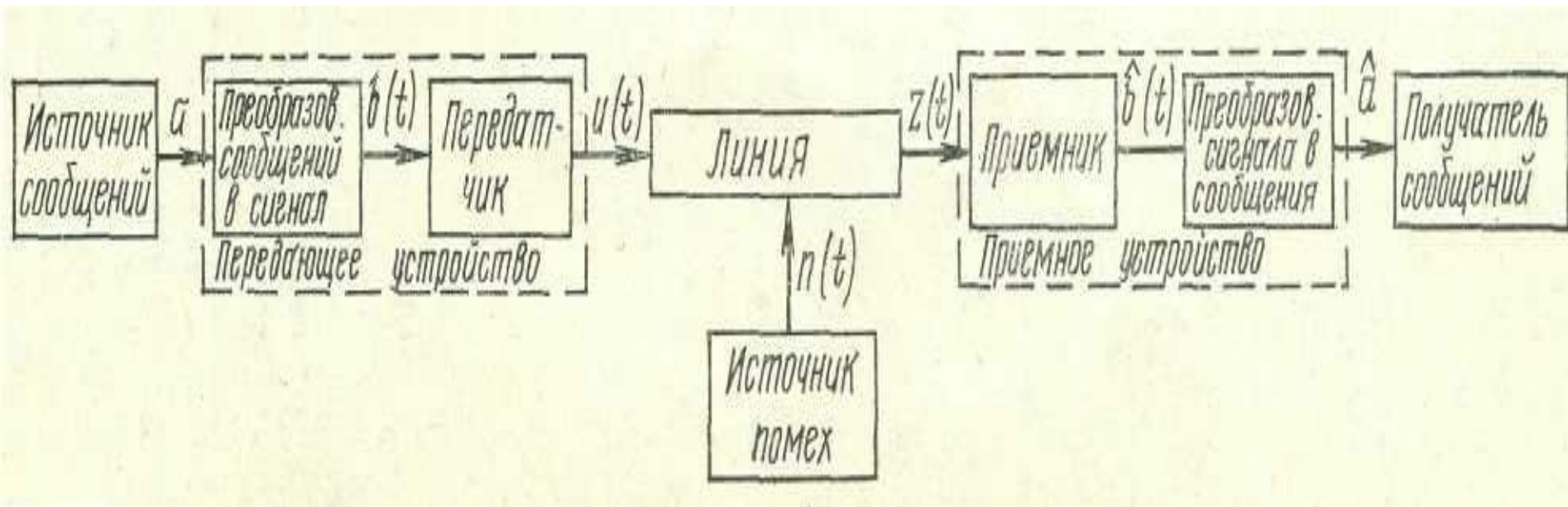
Можно ввести более общую и наглядную характеристику – *объем сигнала*:

$$V_c = T_c H_c F_c \quad (1.1)$$

Объем сигнала  $V_c$  дает общее представление о возможностях данного ансамбля сигналов как переносчиков сообщений. Чем больше объем сигнала, тем больше информации можно «вложить» в этот объем и тем труднее передать такой сигнал по каналу связи.

# Система связи

## Структурная схема простейшей системы связи

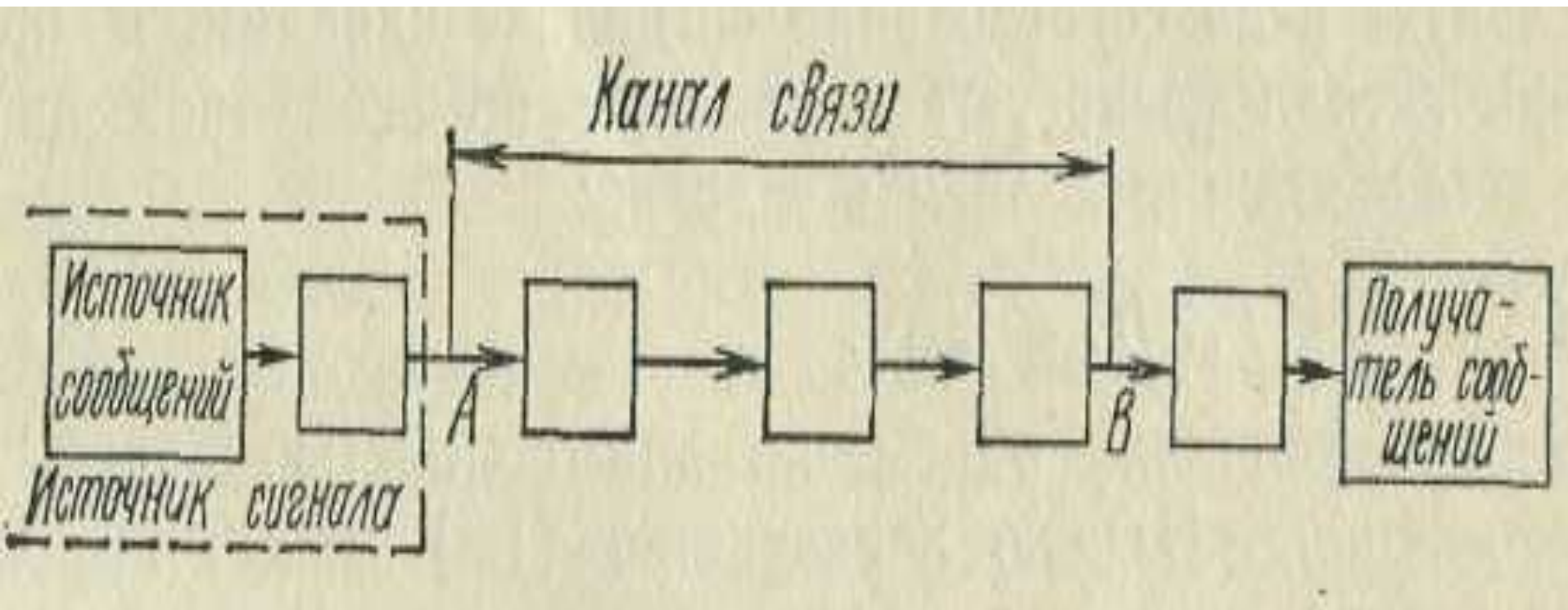


Совокупность технических средств, служащих для передачи сообщений от источника к потребителю, называется системой связи. Этими средствами являются передающее устройство, линия связи и приемное устройство.

# Канал связи

Каналом связи называется совокупность технических средств, обеспечивающих передачу сигнала от некоторой точки *A* системы до другой точки *B*.

Точки *A* и *B* могут быть выбраны произвольно, лишь бы между ними проходил сигнал.



**Общими признаками непрерывных каналов являются следующие.**

**Во-первых,** большинство каналов можно считать линейными. В таких каналах выходной сигнал является просто суммой входных сигналов и помех (применим принцип суперпозиции), а продукты перекрестной модуляции этих сигналов малы по сравнению с выходными сигналами.

**Во-вторых,** на выходе канала даже в отсутствие полезного сигнала всегда имеются помехи.

**В-третьих,** сигнал при передаче по каналу претерпевает задержку по времени и затухание по уровню.

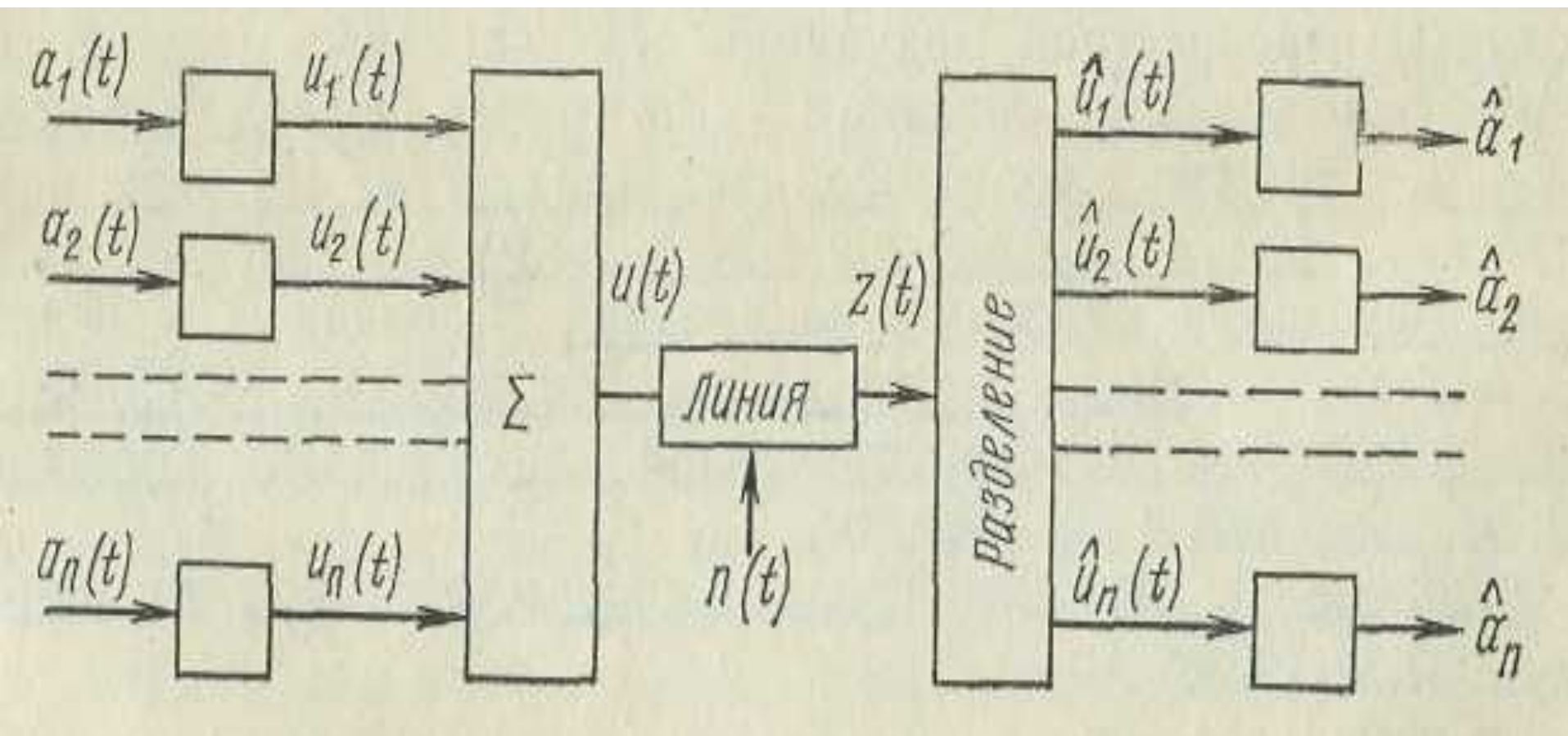
**И, наконец,** в реальных каналах всегда имеют место искажения сигнала, обусловленные несовершенством характеристик канала и, нередко, изменениями параметров канала во времени.

Обобщенной характеристикой непрерывного канала является его емкость (объем):

$$V_K = T_K F_K H_K. \quad (1.2)$$

## Структура схема многоканальной системы связи

Система связи называется многоканальной, если она обеспечивает передачу нескольких сообщений по одной общей линии связи.





В общем виде влияние помехи  $n(t)$  на передаваемый сигнал  $u(t)$  можно выразить оператором

$$z = \psi(u, n). \quad (1.5)$$

В частном случае, когда оператор  $\psi$  вырождается в сумму

$$z = u + n, \quad (1.6)$$

помеха называется *аддитивной*. Если же оператор может быть представлен в виде произведения

$$z = ku, \quad (1.7)$$

то помеху называют *мультипликативной*. Здесь  $k(t)$  – случайный процесс.

В реальных каналах обычно имеют место и аддитивные и мультипликативные помехи, и поэтому

$$z = ku + n = s + n. \quad (1.8)$$

Наиболее распространенной причиной шума являются флуктуации, обусловленные тепловым движением носителей заряда в любом проводнике. Тепловой шум на входе приемника представляет собой нормальный случайный процесс с нулевым средним и энергетическим спектром:

$$G_{\theta}(f) = \frac{hf}{2[\exp(hf/kT) - 1]},$$

где  $h \approx 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж·с – постоянная Планка;  $k \approx 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/град. – постоянная Больцмана;  $T$  – абсолютная температура источника шума;  $f$  – текущая частота.

В диапазоне звуковых и радиочастот  $hf \ll kT$ , и поэтому спектральная плотность постоянна и равна

$$G_{\sigma}(f) = kT/2 = N_0/2.$$

Величину  $N_0 = kT$  называют односторонней спектральной плотностью шума. При ширине полосы пропускания приемника  $F$  мощность шума равна  $P_{ш} = N_0 F$ , Вт.

В диапазоне оптических частот, наоборот,  $hf \gg kT$  и тепловой шум оказывается очень слабым. Однако в этом диапазоне существенное значение получает «квантовый шум», вызванный дискретной природой излучения сигнала.

В первом приближении квантовый шум можно рассматривать как помеху со спектральной плотностью, равной энергии фотона  $hf$ . В оптическом диапазоне частота  $f$  выше  $10^{15}$  Гц, поэтому квантовый шум весьма ощутим.