

**ИМПУЛЬСНЫЕ
СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫЕ
СИГНАЛЫ
и перспективы их применения в
РЭС в Украине**

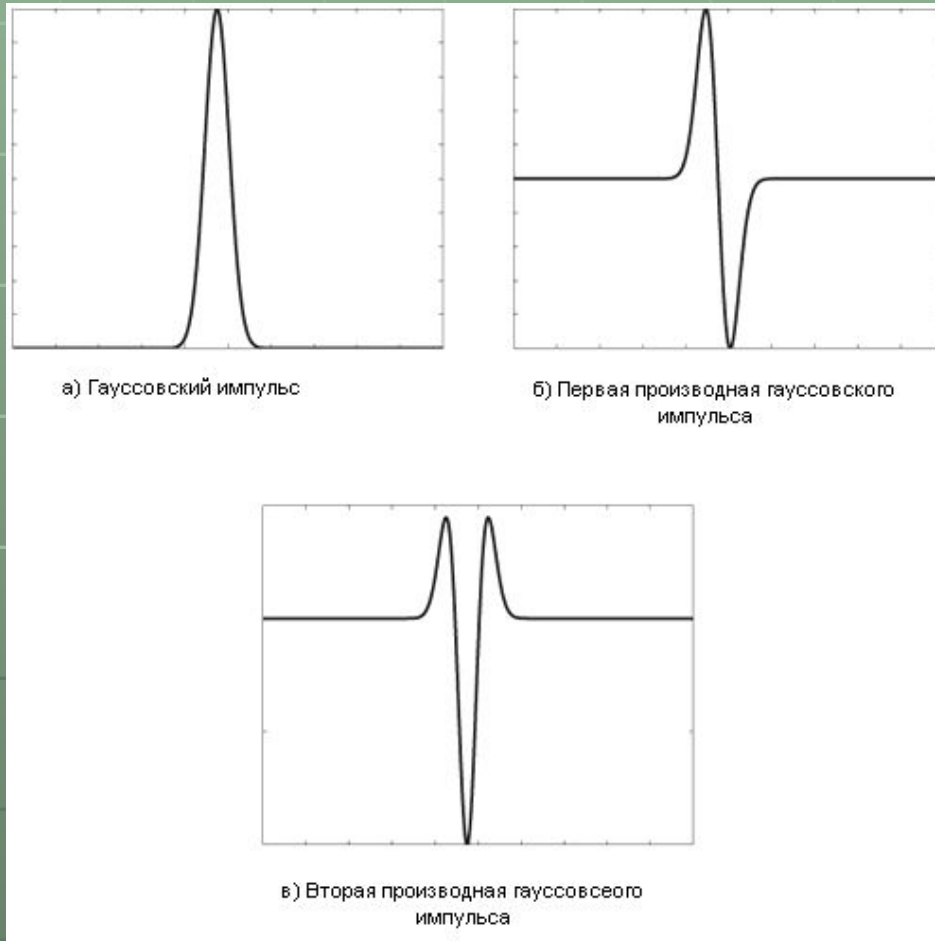
2010 г.

С.Г.Бунин

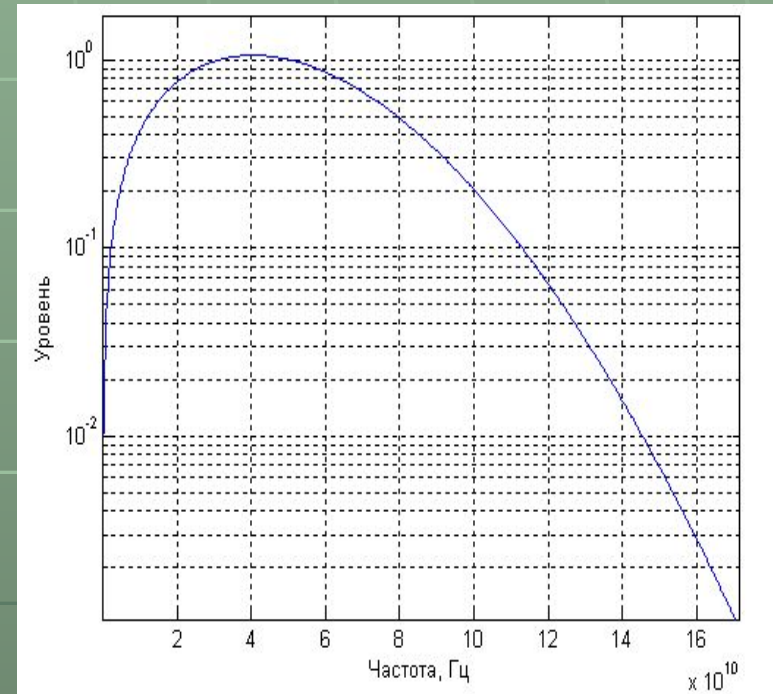
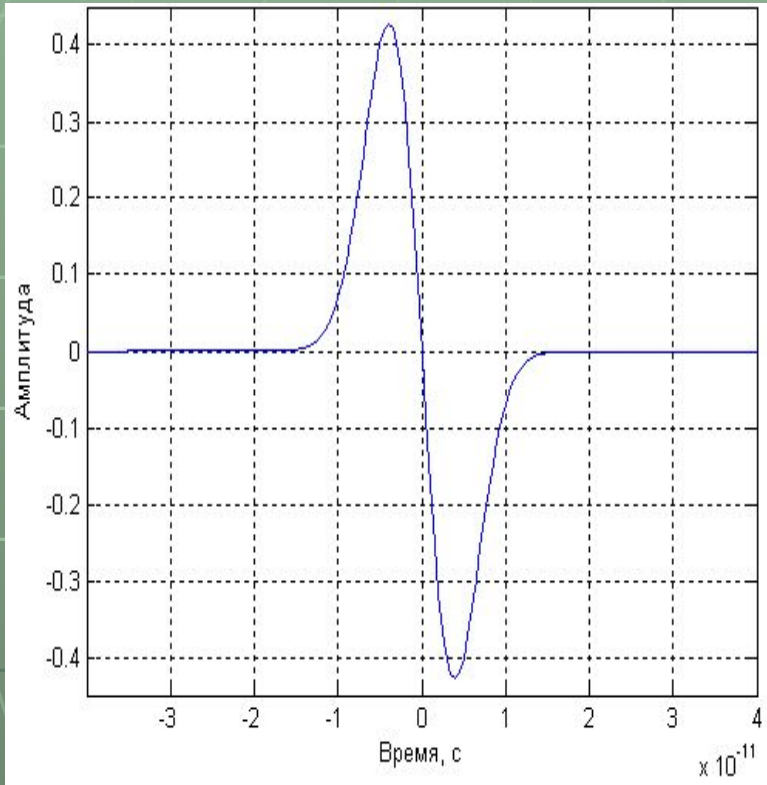
Сверхширокополосный сигнал

$$F = \frac{f_u - f_l}{f_0} \geq 0,25$$

Преобразование импульса в процессе передачи



Импульсный сверхширокополосный сигнал (IR-UWB) и его спектр



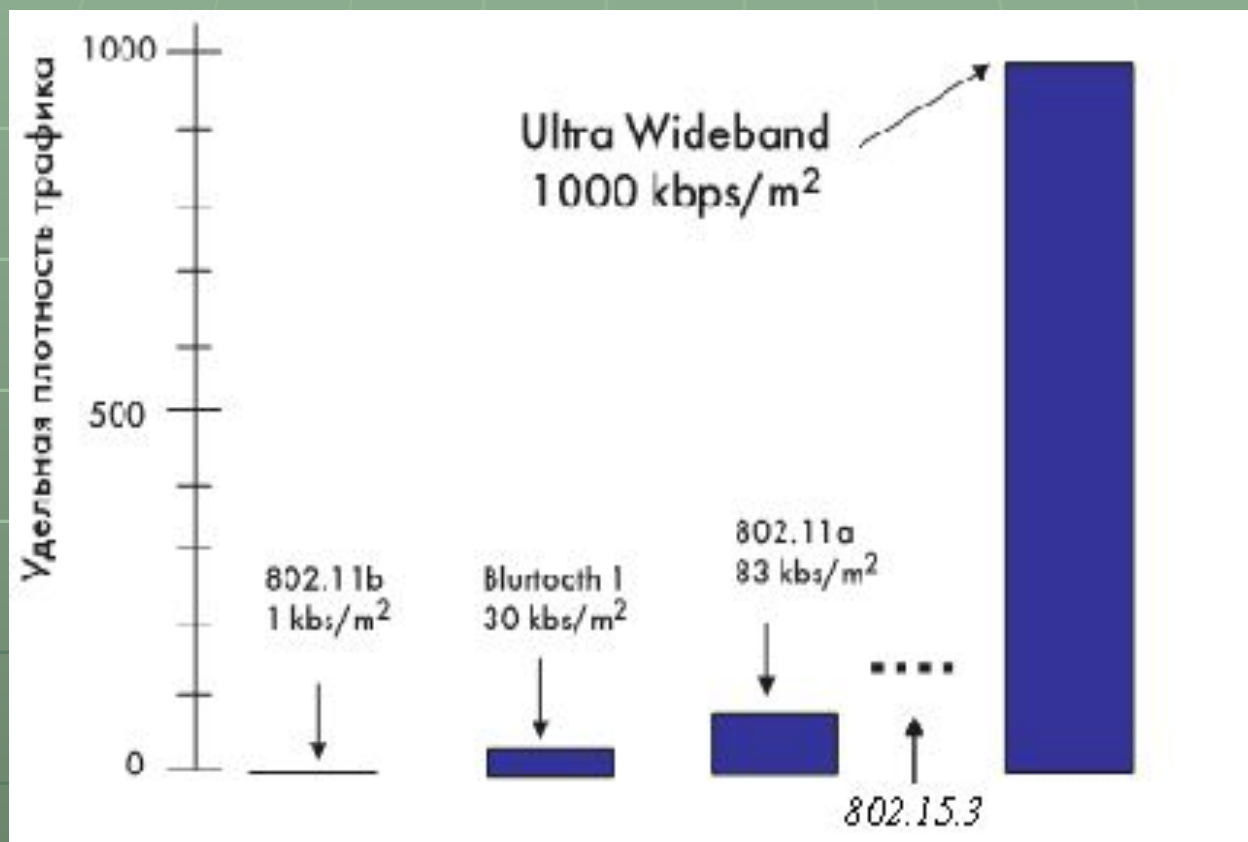
Преимущества IR-UWB сигналов

- Большая пропускная способность каналов связи и большая емкость сетей на их основе;
- Существенно меньшая мощность, потребляемая терминалами;
- Очень хорошие проникающие способности сигналов, благодаря их относительно большой полосе частот, что важно при развертывании в пределах зданий, городской застройки, в лесах.
- Эффективность селекции лучей в условиях многолучевого распространения;
- Совместимость с узкополосными сигналами – малой степенью влияния последних на прием сверхширокополосных сигналов и малой спектральной плотностью, не оказывающей существенного влияния на прием узкополосных сигналов;
- Сигналы трудно обнаружимы и детектируемы, что уменьшает вероятность несанкционированного доступа к передаваемой информации;
- Возможность локализации терминалов с высокой точностью (сантиметры при дальности в километры) при их сетевом взаимодействии;
- Приемопередатчики могут быть выполнены в малых размерах (например, размером монеты), маломощными, низкой стоимости, поскольку электроника может быть целиком выполнена на основе технологии CMOS без индуктивных компонентов.
- Антенны могут быть небольшими, представляя собой токовые нерезонансные петли, возбуждаемые непосредственно схемой на основе CMOS технологии, "бабочки", рупоры.

Скорости передачи в различных системах

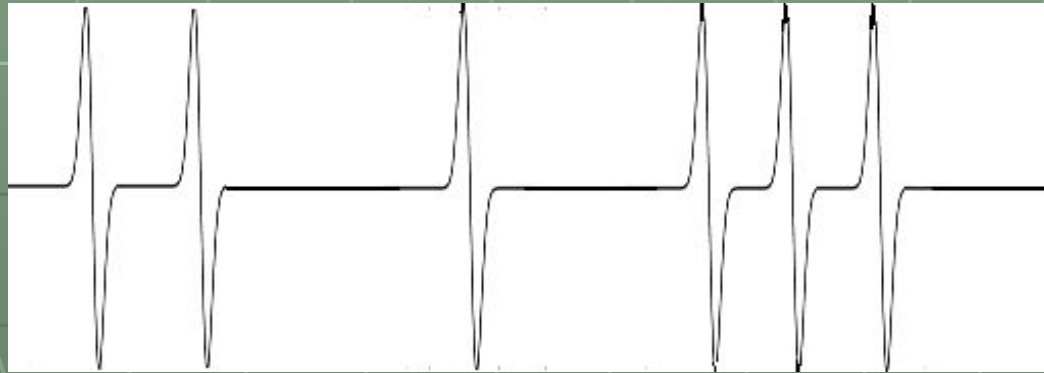
<i>Скорость передачи, Мбит/с</i>	<i>Стандарт</i>
■ 480	UWB, USB 2.0
■ 200	UWB (4 m minimum*), 1394a (4.5 m)
■ 110	UWB (10 m minimum*)
■ 90	Fast Ethernet
■ 54	802.11a
■ 20	802.11g
■ 11	802.11b
■ 10	Ethernet
■ 1	Bluetooth

Пространственная плотность трафика



Виды модуляции UWB

- Амплитудная
- Временная (TH-UWB, TR-UWB)
- Инверсная
- Кодовая:

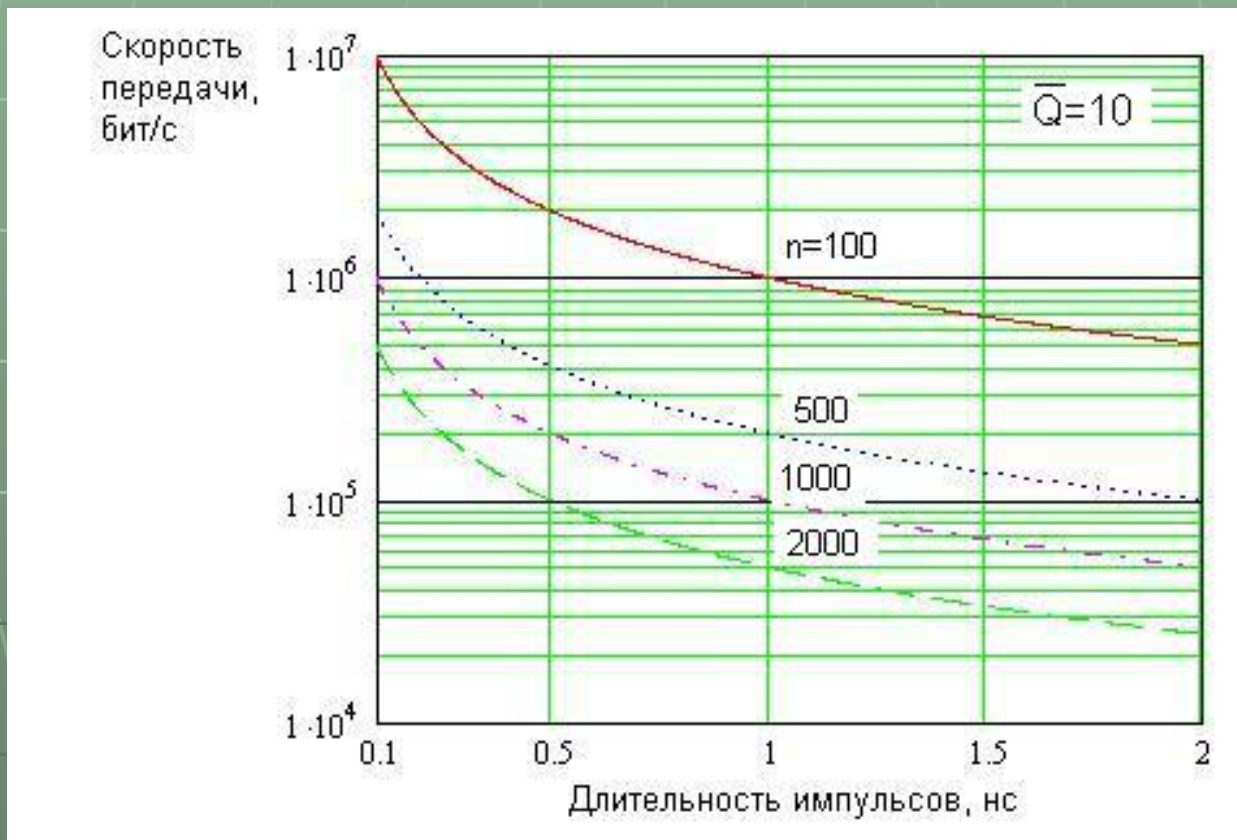


Скорость передачи в сети при ортогональном кодовом разделении

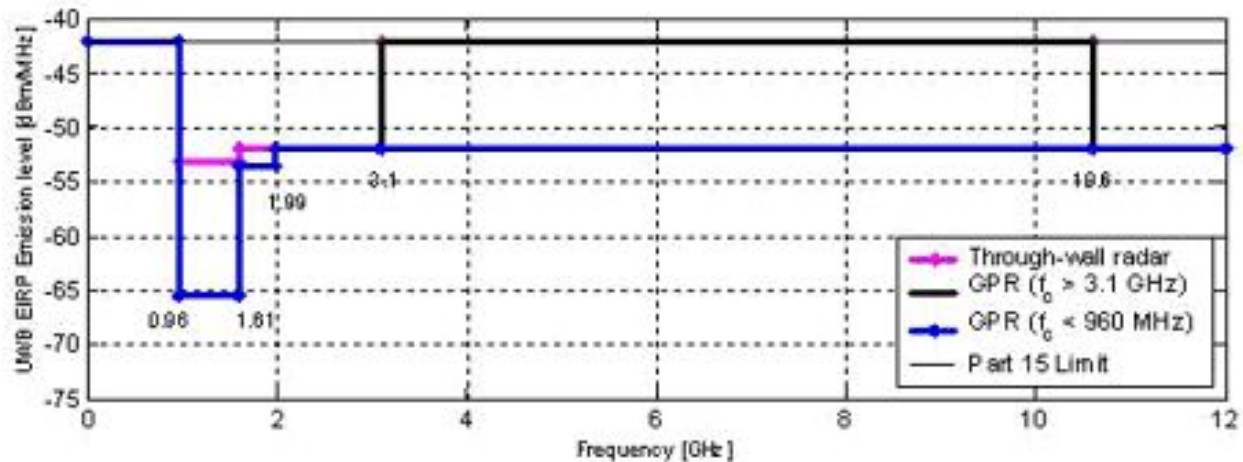
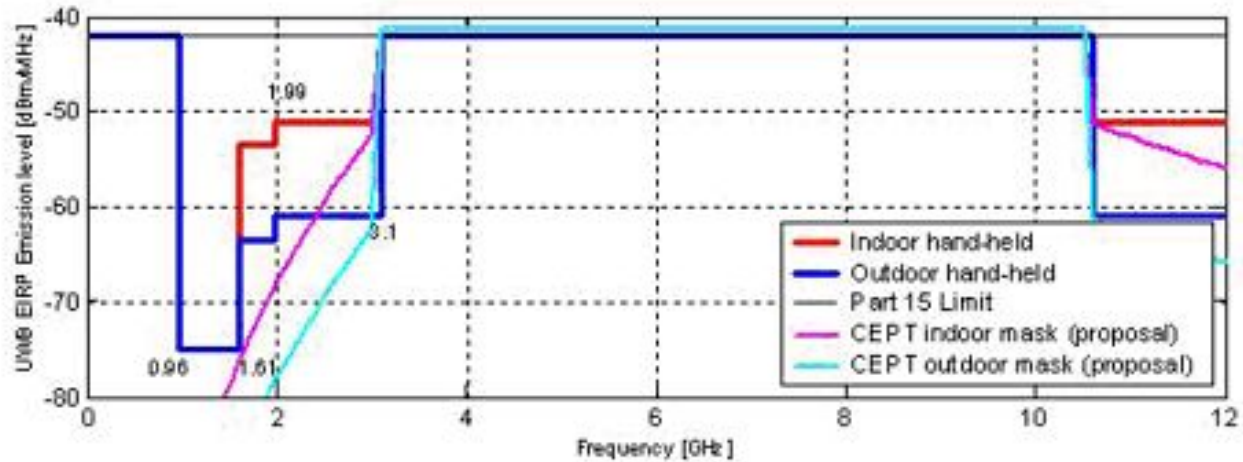
$$V \text{ (бит/с)} = 1/T = 1/Q t n,$$

где T – длительность сигнала,
 $Q = k N$ – средняя скважность,
 N – количество абонентов,
 k – коэффициент
 t – длительность импульсов,
 n – количество импульсов в сигнале.

Скорость передачи в зависимости от длительности импульсов



FCC & EC Limits



FCC & EC Limits (cont.)

- Максимум спектральной плотности –41,3 дБ/МГц
- Частотный диапазон 3,1 – 10,6 ГГц
- Длительность импульса, «вписывающегося» в частотную маску – 0,143 нс

Передатчик IR-UWB с ПСП

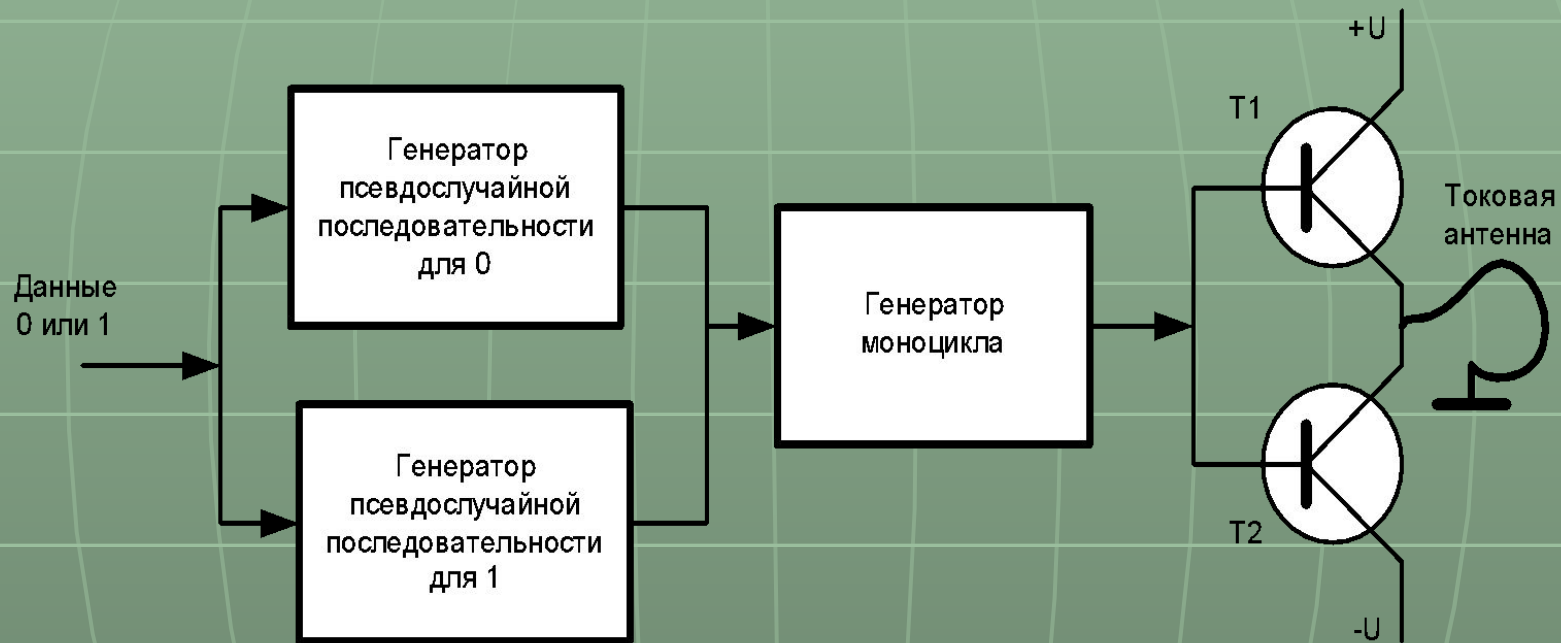
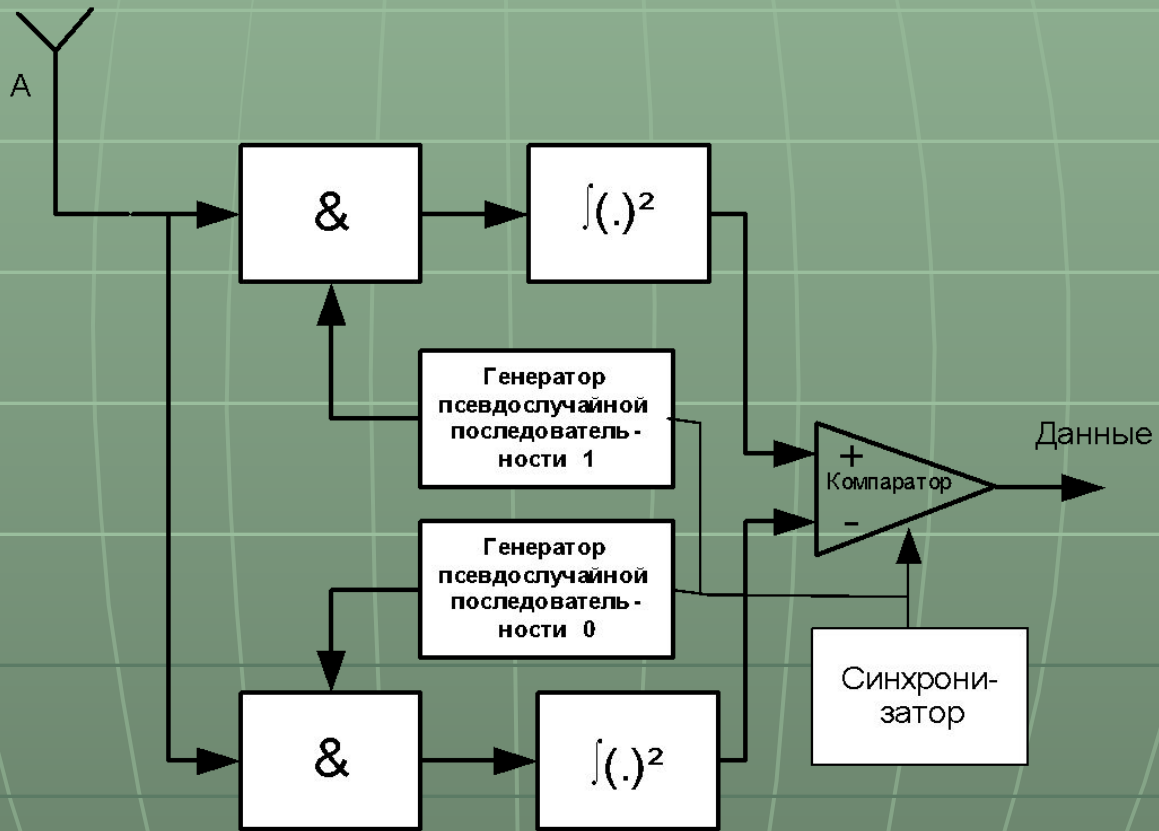
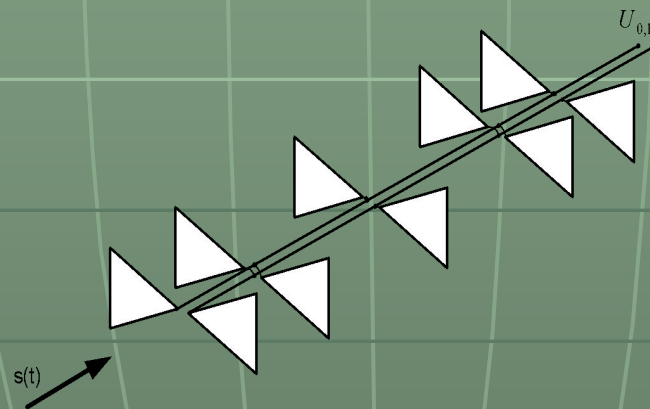
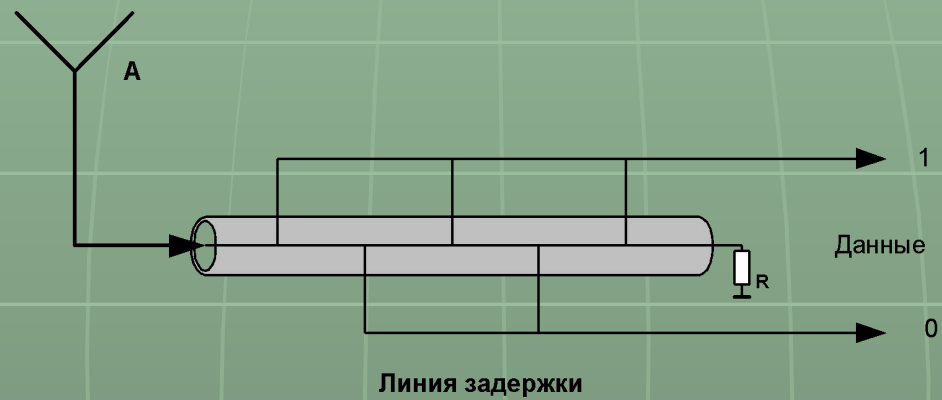


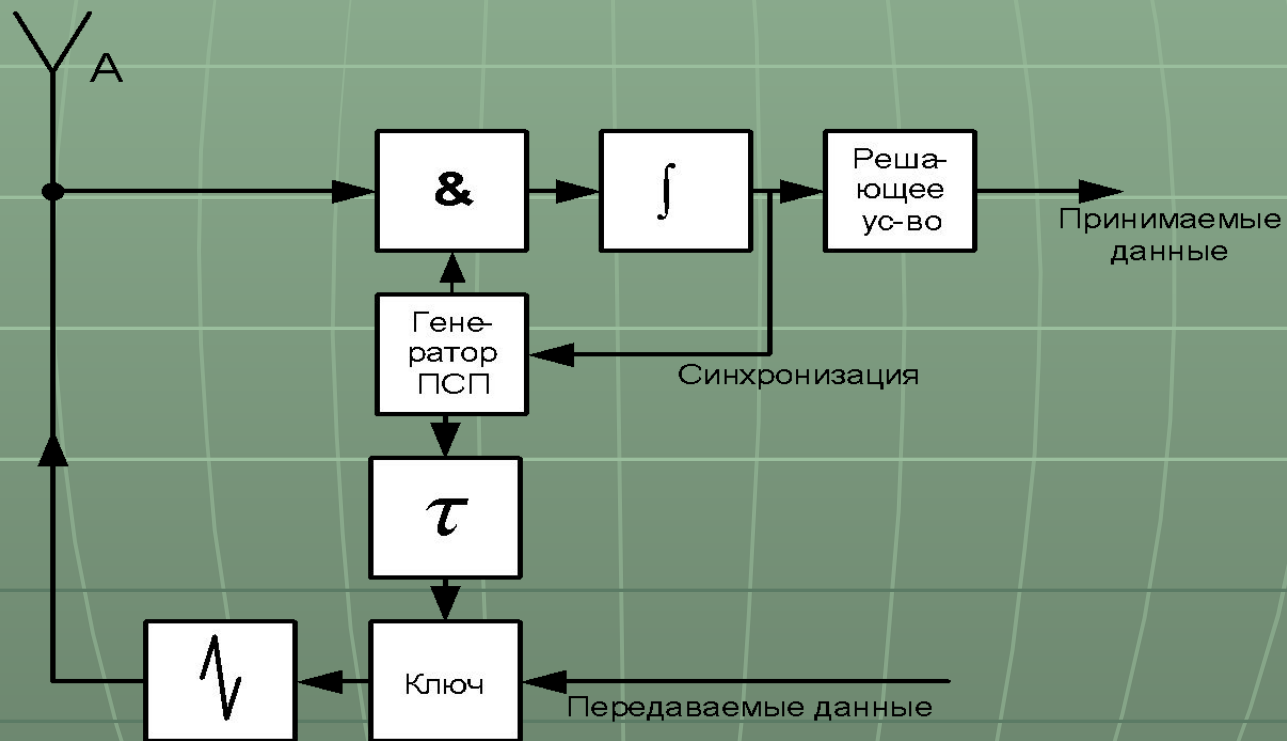
Схема приемника IR-UWB сигналов



Другие схемы приема IR-UWB сигналов



Дуплексный терминал/ретранслятор



Требуемая мощность импульса при приеме

$$P_r = N_{\Sigma} \ddot{I} \cdot h^2 = N_{\Sigma} \frac{1}{\tau} \cdot h^2 = N_{\Sigma} \frac{1}{\tau} \cdot \sqrt{\frac{2h_{\text{аи } \delta}^2}{n}}$$

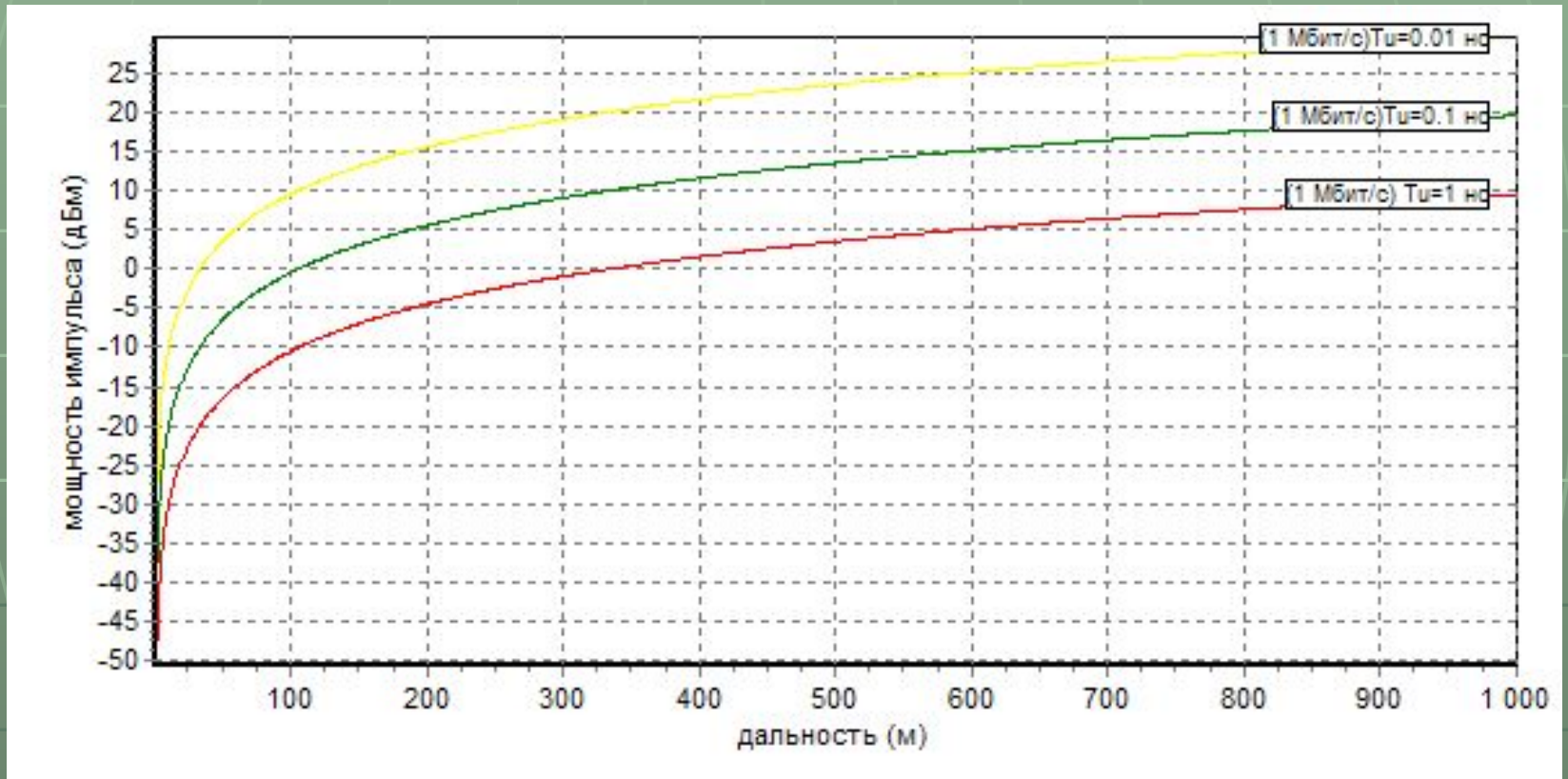
где

$\Pi = 1/\tau$ - полоса частот сигнала

$N_{\Sigma} = P_{\Sigma} /$ - спектральная плотность мощности помех,
внешних и внутренних шумов приемника

Зависимость требуемой мощности импульса от максимальной дальности связи для различных значений длительности импульса

($h=25$, $n=100$, $N_0=10e-18$ Вт/Гц)



Перспективы применения IR-UWB

- Зависят от ограничений на мощность и спектр сигналов
- При принятии маски FCC – только персональные сети и соединения периферийного оборудования ЭВМ, другие приложения на малых площадях
- При более либеральных ограничениях – возможно создание радиосетей и использование в других приложения (высокоточная радиолокация, сети Ad Hoc, др.)

Рекомендации

- Следует применять ультракороткие импульсы ($\tau < 0,1$ нс) при большой скважности ($Q > 100$) с целью смещения максимума спектра в субмиллиметровую область спектра и снижения удельной плотности спектра
- Применять “не энергетические” способы приема, основанные не на накоплении энергии импульсов сигнала, а на определении временного положения импульсов

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!