

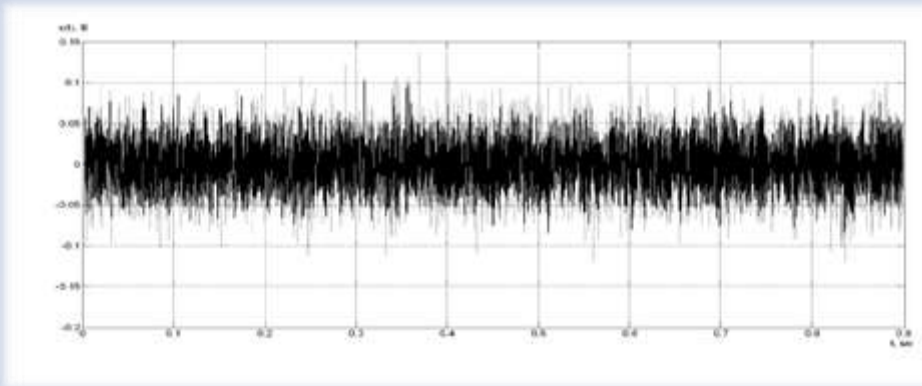
Новые широкополосные кодированные радиосигналы для построения систем связи поколения 4G

Сиверс М. А., Соболев А. А., Ивашин К. Г., Сидоренко Р.А.

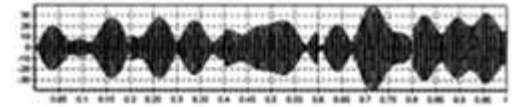
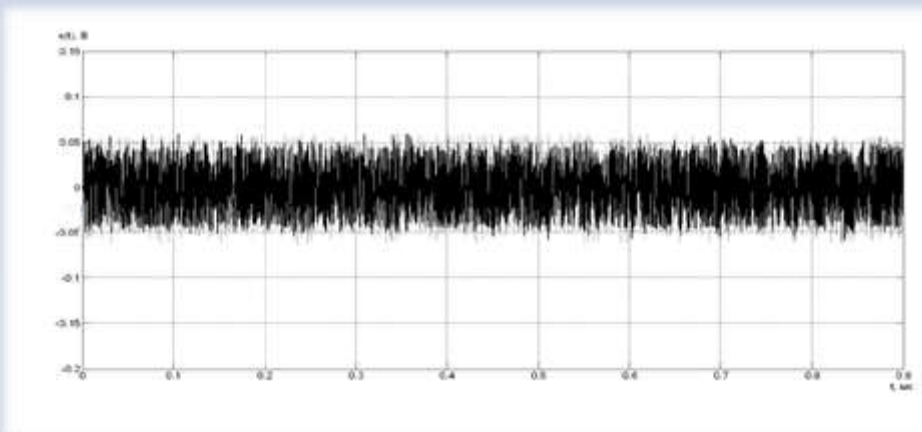
Канал связи СМШКС

Мобильный WiMAX, LTE

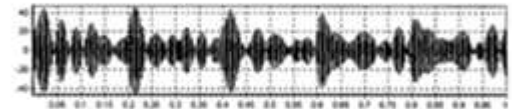
Функции автокорреляции СМШКС



Новая гибридная система СМШКС



Осциллограмма и автокорреляционная функция СМШКС,
 $M=4, m=4, l=5$

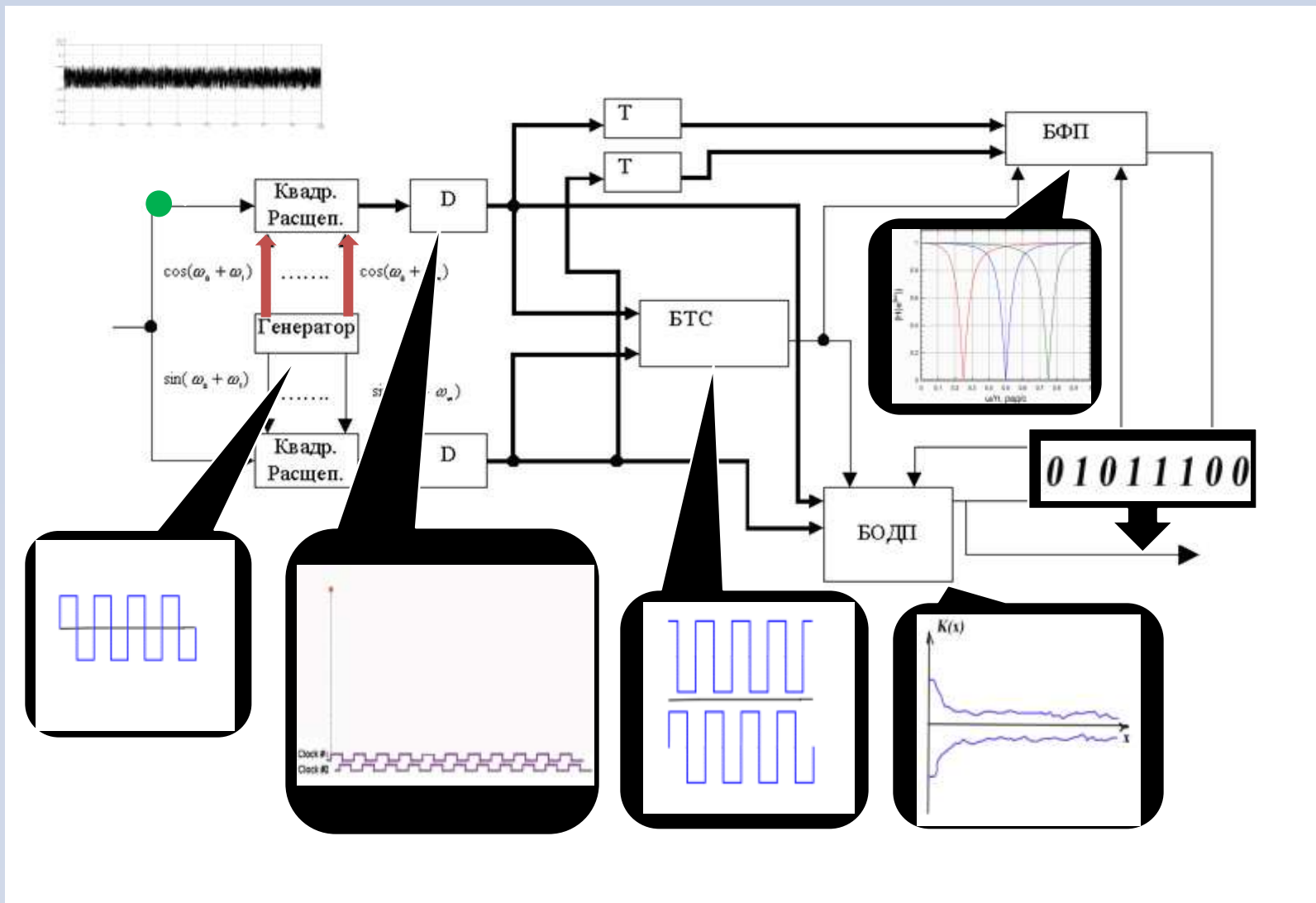


Осциллограмма и автокорреляционная функция СМШКС,
 $M=4, m=8, l=5$

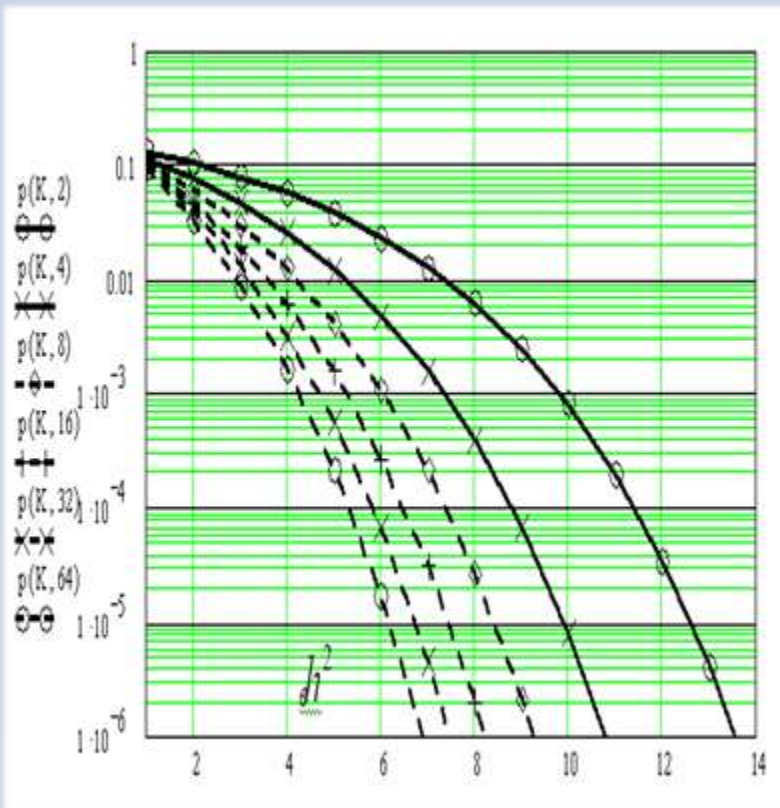


Осциллограмма и автокорреляционная функция СМШКС,
 $M=16, m=4, l=15$

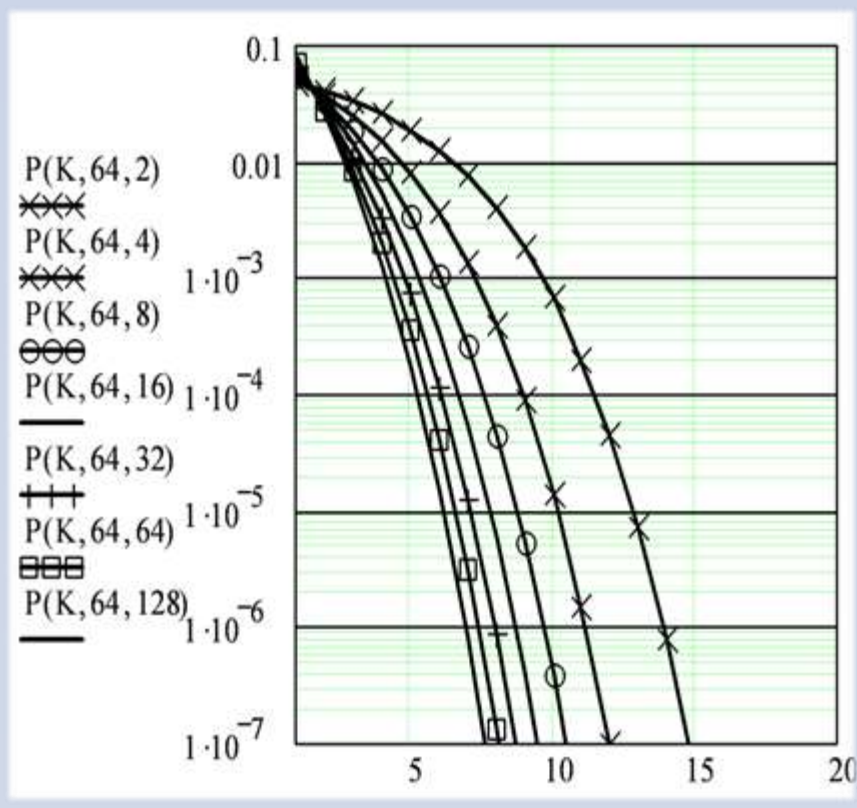
Блок схема алгоритма демодуляції



Графики помехоустойчивости системы связи с СМШКС

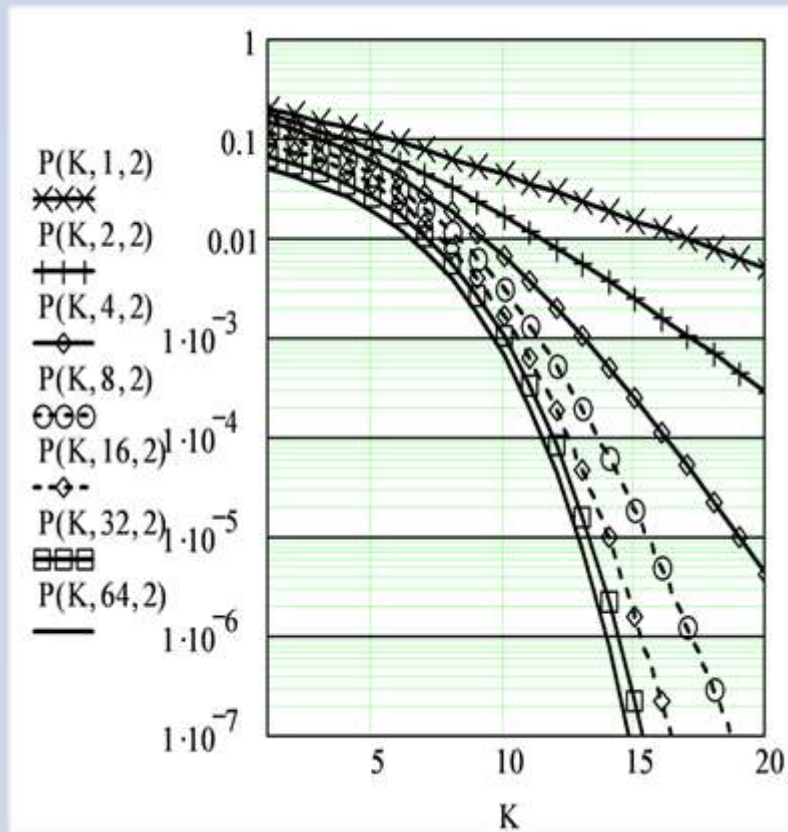


Зависимости вероятности ошибки от отношения сигнал-шум для различных M для постоянного канала.

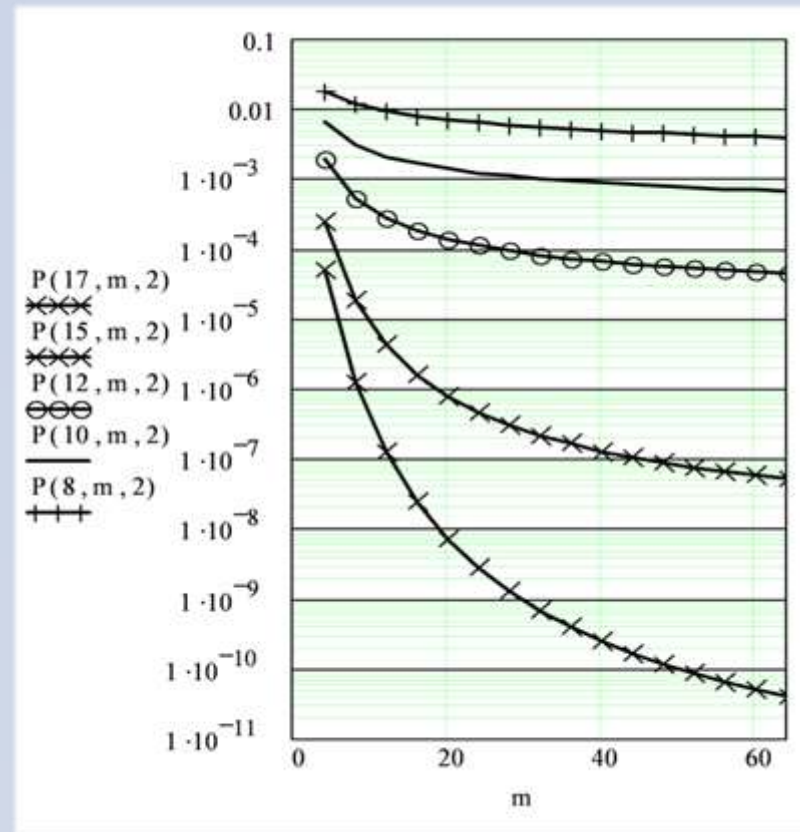


Зависимости вероятности ошибки от отношения сигнал-шум для канала с независимыми релеевскими замираниями для различных $M = 2-128$ и для $m=64$.

Графики помехоустойчивости системы связи с СМШКС



Зависимости вероятности ошибки от отношения сигнал-шум для канала с независимыми релейскими замираниями для двоичных сигналов и различного числа поднесущих m .



Зависимости вероятности ошибки от отношения сигнал-шум. Для различных $h^2 = 8, 10, 12, 15, 17$ при $M=2$ для канала с независимыми релейскими замираниями на поднесущих.

Сравнительные характеристики систем

Характеристика	Значение характеристики		
	Система связи с СМШКС	Mobile WiMAX	LTE
Диапазон частот, МГц	2-6 ГГц (возможно расширение)	2-6 ГГц	2,5; 2.6 ГГц
Полоса частот, МГц	Регулируемая 1,25 – 20 МГц (возможно расширение)	Регулируемая 1,25 – 20 МГц	До 20 МГц
Чиповая скорость, Мбит/с	100	10-20 физически	До 50 физически на существующем оборудовании
Модуляция данных (канал вверх-вниз)	64QAM, использование сигнально- кодовых конструкций, пространственно-временная матрица сигналов	OFDM – 1024, OFDMA–1024. BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM
Модуляция для расширения спектра (канал вверх-вниз)			
Метод доступа	CDMA+OFDMA	TDMA, OFDMA	OFDMA, SC-FDMA
Ортогональные коды	Инновационные оригинальные коды максимальной длины ($M > 256$)	В режиме OFDMA динамическое распределение поднесущих между пользователями и ППРЧ	стандартные
Расширение последовательности	Коды Голда		
Методы повышения достоверности	Сверточный код ($\kappa=9$, $R=1/2$, $1/3$) + код Рида-Соломона, турбокод ($\kappa=3$)	Сверточный код ($\kappa=7$, $R=1/2$, $2/3$) + код Рида-Соломона, турбокод	Утвержденные стандартом

Схема организации связи приемника на основе LTE

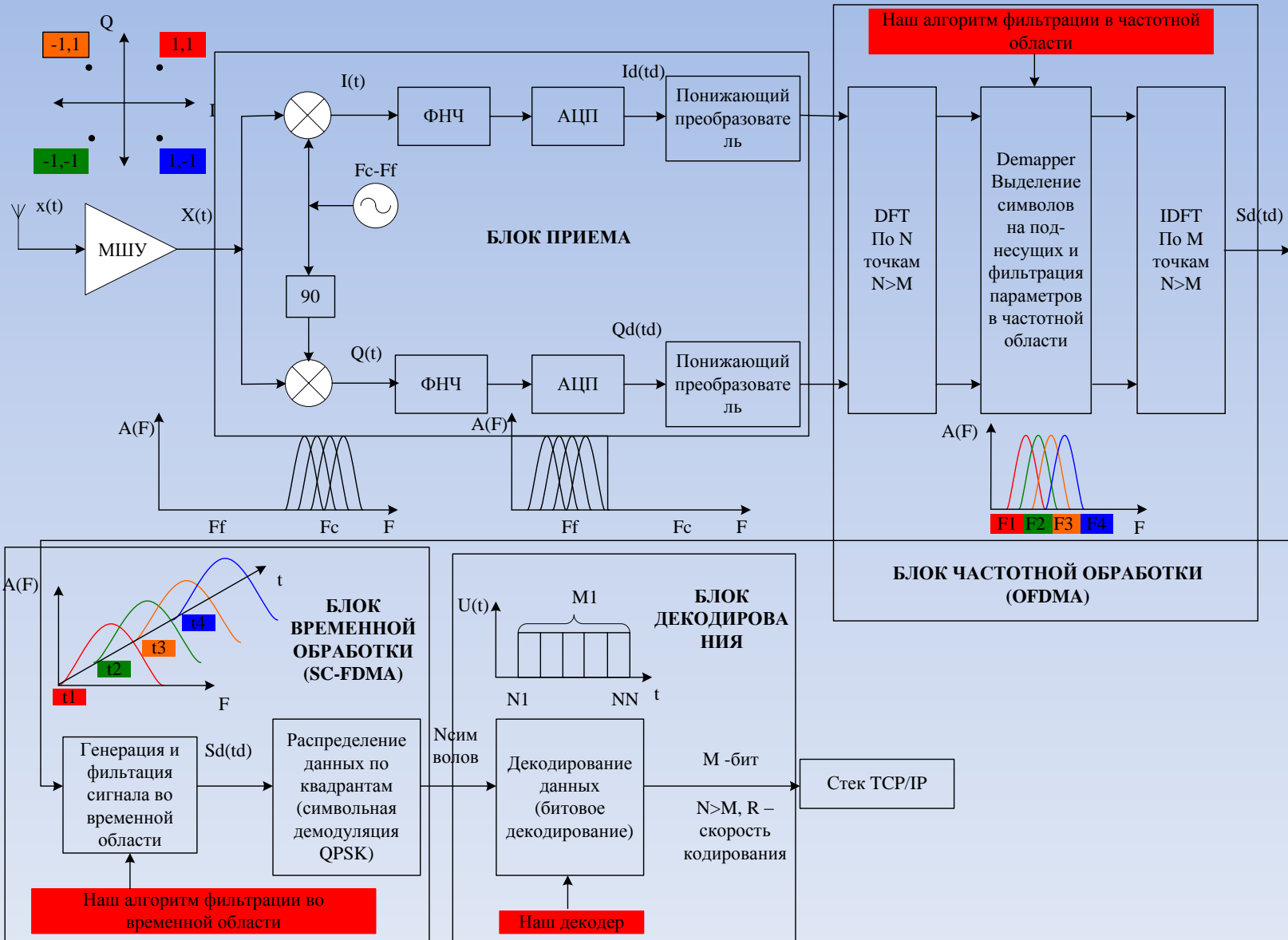
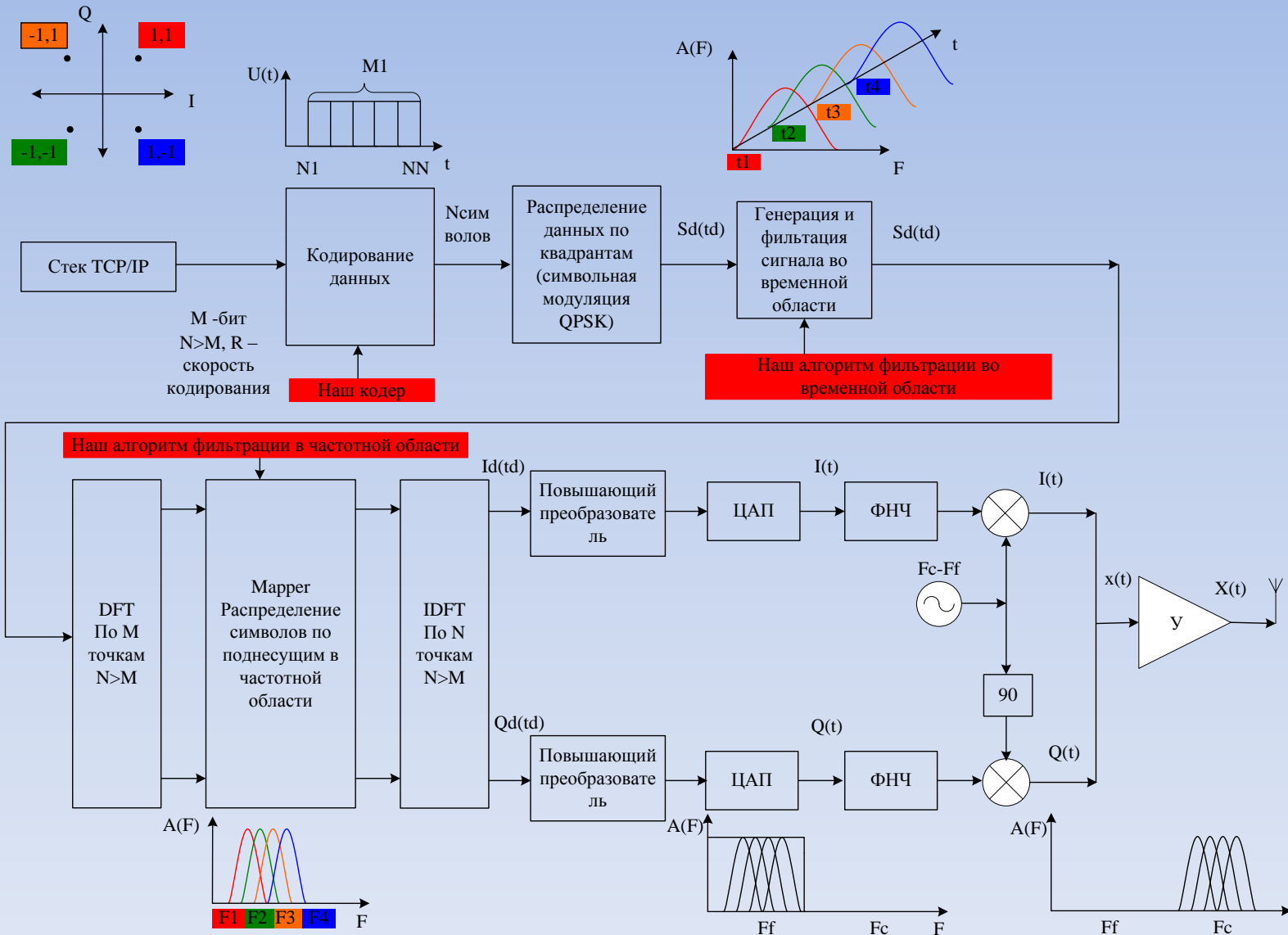


Схема организации связи передатчика на основе LTE



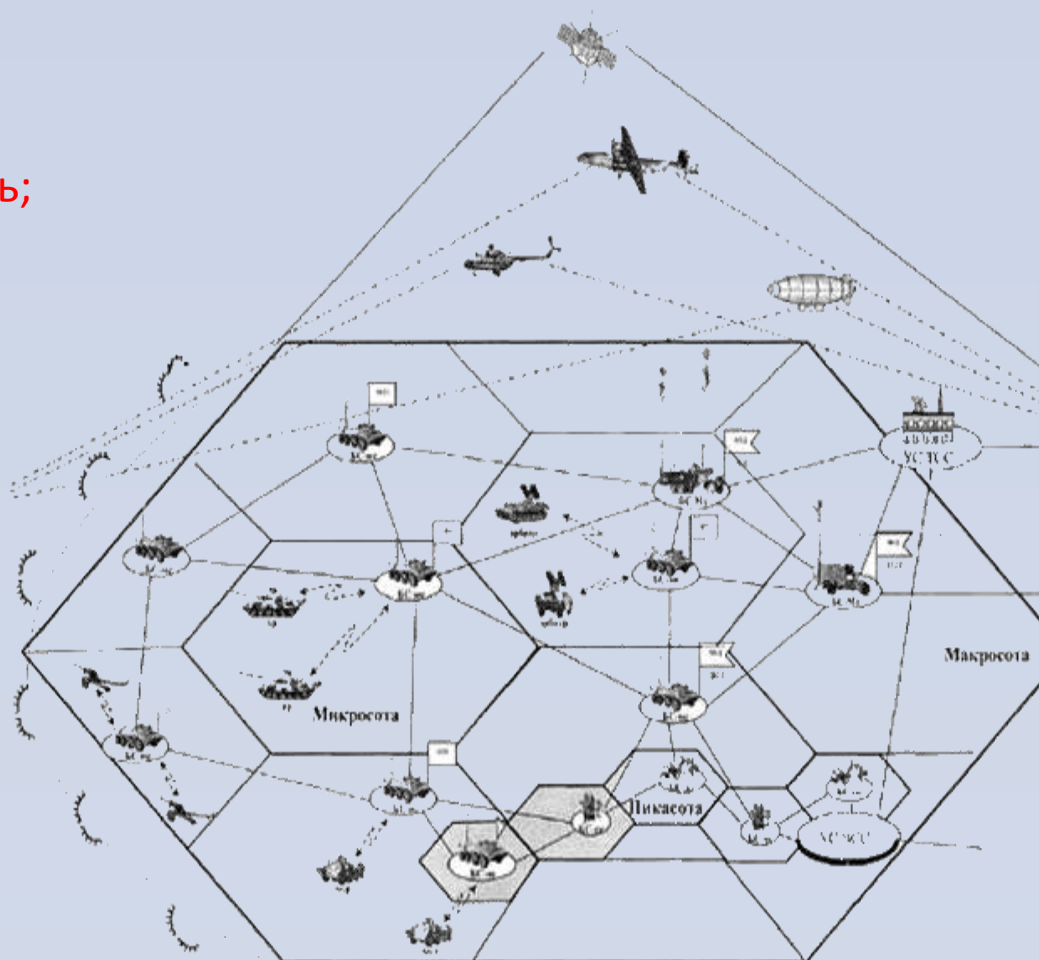
Система связи с подвижными объектами

Преимущества перед мобильным WiMAX и LTE:

- скрытность сигнала;
- высокая помехозащищенность;
- высокая скорость передачи;
- устойчивость к замираниям,
- ВОЗМОЖНОСТЬ СВЯЗИ

на скоростях движения

до 900 км/ч



Области применения системы связи СМШКС

- Система организации высокоскоростной и качественной связи с сетью интернет в скоростных поездах дальнего следования на РЖД, системы безопасности в скоростных поездах;
- Система организации связи и доступа к высокоскоростному интернету в авиалайнерах, системы безопасности на борту авиалайнеров;
- Система беспроводной связи, доступа к интернет и трансляция цифрового телевидения в коттеджных поселках и прочих труднодоступных местах, удаленных от узлов связи;
- Система связи специального назначения (скрытная, разведзащищенная связь) различного назначения: голосовая связь + передача цифровых пакетов;
- Система связи для оператора связи мест, находящихся на удалении от основных узлов связи и провайдеров.