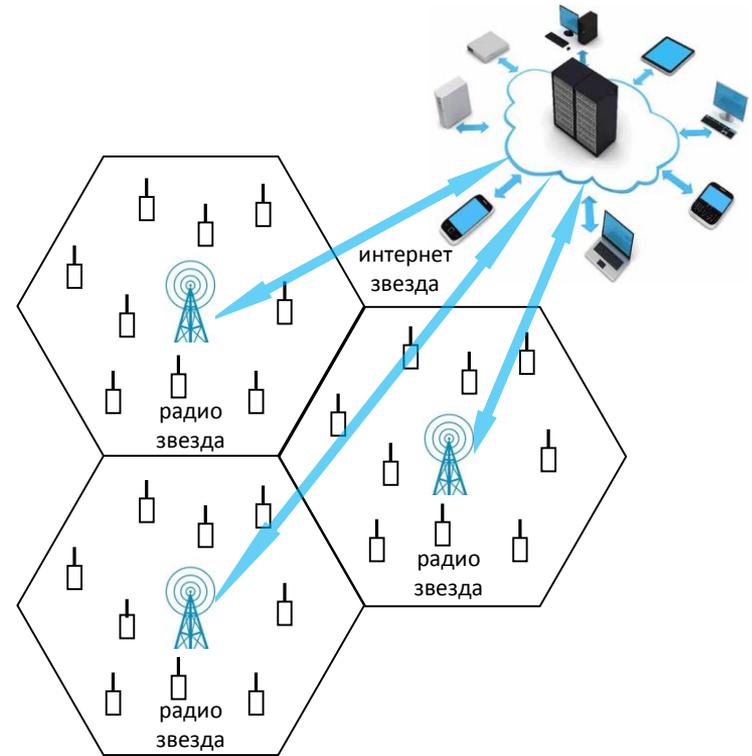


Анатолий Сартаков, к.т.н.

Синхронная узкополосная широкоохватная сеть  
**SNBWAN**

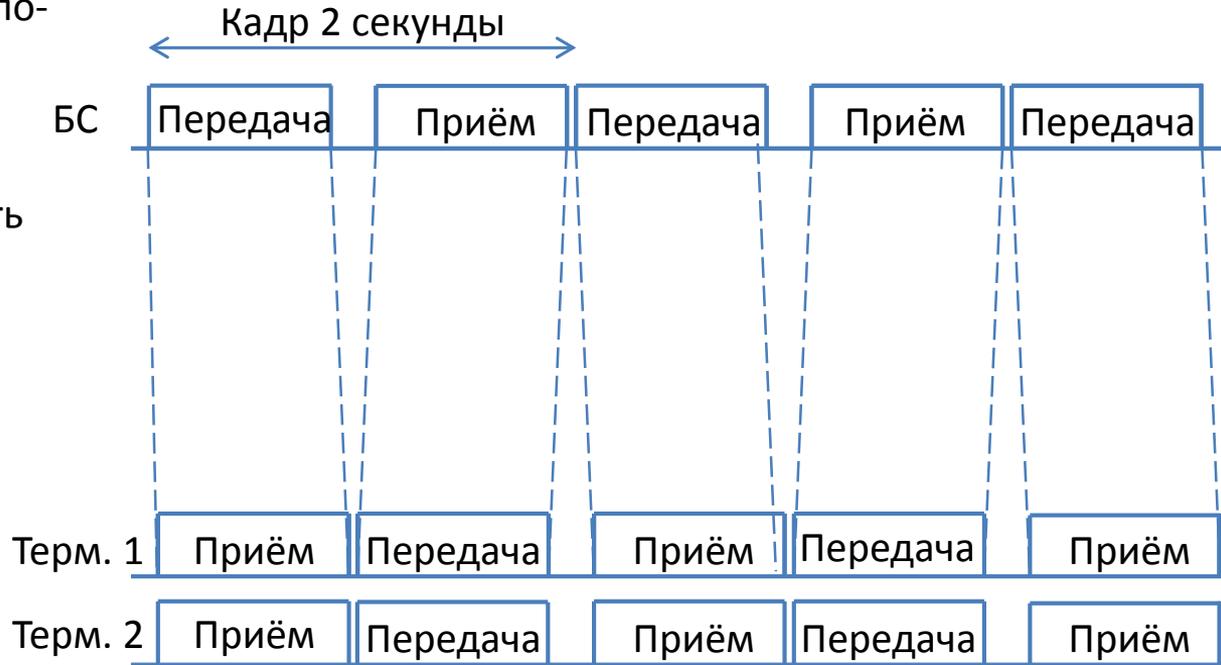
- ❖ SNBWAN – новая LPWAN сеть для Интернета вещей с временной и частотной синхронизацией сигналов терминалов по сигналам базовых станций.
- ❖ Сетевая синхронизация позволяет:
  - предельно эффективно использовать частотно-временной ресурс сети при плотном (без зазоров и просветов) размещении сигналов терминалов на оси времени и оси частот;
  - значительно увеличить число обслуживаемых терминалов;
  - снизить затраты на инфраструктуру и обслуживание в расчёте на один терминал;
  - использовать псевдослучайную перестройку рабочей частоты (ППРЧ).
- ❖ Быстрая ППРЧ в сочетании с кодированием обеспечивает:
  - устойчивость к сосредоточенным помехам;
  - устойчивость к многолучевой интерференции.



Архитектура LPWAN сети –  
«звезда из звёзд»

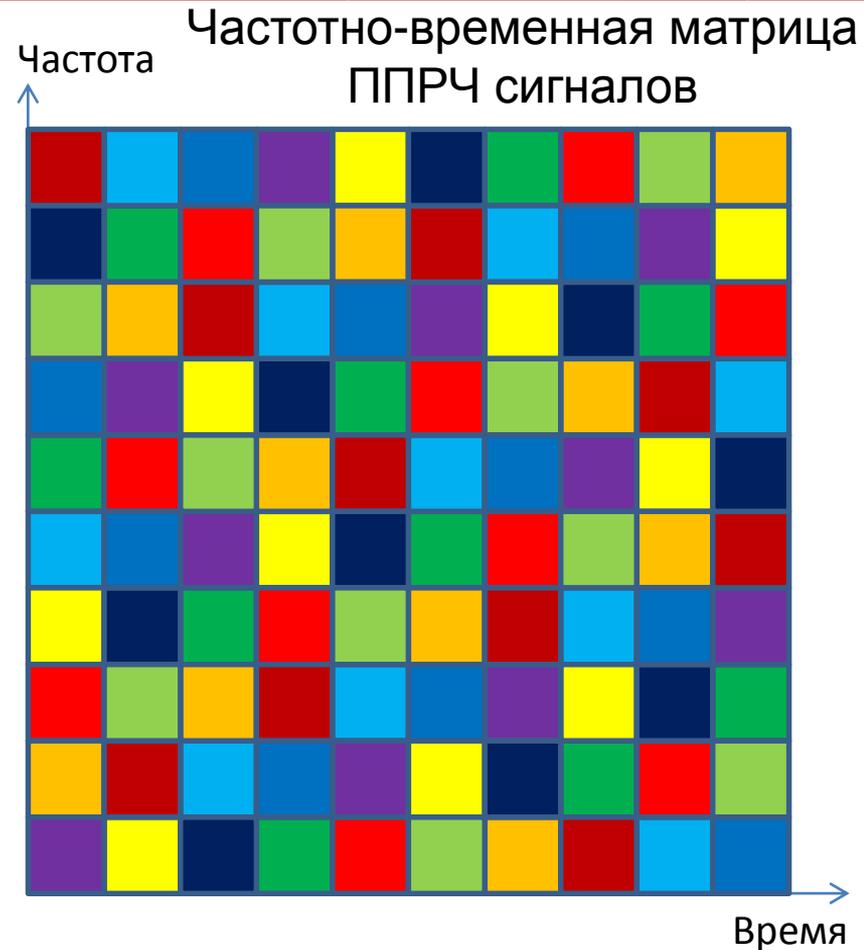
- ❖ В SNBWAN используется дуплекс с временным разделением. Базовые станции и терминалы передают по очереди в одной полосе частот.
- ❖ Терминалы резервированного доступа «просыпаются» по внутренним часам, чтобы принять сигналы синхронизации перед собственной передачей.
- ❖ После передачи все терминалы принимают сообщение подтверждения приёма данных.
- ❖ При неподтверждении приёма терминалы передают пакет повторно в одном из ППРЧ каналов случайного доступа с резервированием на одну передачу.

## Временные диаграммы работы SNBWAN сети



512 терминалов передают одновременно на разных ППРЧ каналах

- ❖ В SNBWAN базовые станции передают в режиме медленной ППРЧ, а терминалы – в режиме быстрой ППРЧ.
- ❖ Для повышения эффективности кодирования при медленной ППРЧ используется перемежение.
- ❖ При быстрой ППРЧ частота изменяется при передаче каждого следующего символа.
- ❖ Терминалы сетей с согласованным распределением ППРЧ каналов не создают помех приёму ни «своей» базовой станции, ни «чужой».
- ❖ Расширение базы сигнала методом ППРЧ в сочетании с кодированием более эффективно ослабляет помехи, чем методом ЛЧМ как у LoRa.
- ❖ SNBWAN обладает самой высокой пропускной способностью сети, при этом симметричной в обоих направлениях. Необходимая пропускная способность сети для передач базовых станций достигается излучением на нескольких несущих.



- ❖ В SNBWAN терминалы передают с эквивалентной изотропной мощностью (ЭИМ) 25 мВт, а базовые станции на каждом ППРЧ канале – с ЭИМ 100 мВт при 10-процентном ограничении рабочего цикла на каждой прыжковой частоте.
- ❖ Для передачи подтверждений каждой базовой станцией используется 8 ППРЧ каналов. Ещё несколько ППРЧ каналов используется для передачи сигналов начальной синхронизации, кодов времени, команд терминалам и файлов обновления их прошивок.
- ❖ Скорость передачи данных базовых станций равна минимальной используемой скорости передачи данных терминалов. Дальность действия радиолиний одинаковая и при минимальной скорости передачи данных в городских условиях составляет порядка 10 км.
- ❖ Обе радиолинии используют общую полосу частот шириной 250 кГц. В нелицензируемой полосе частот 868,7-869,2 МГц можно разместить две полнофункциональных сети SNBWAN, работающих одной территории без взаимных помех.

f0 44 Брутто бит	f1 22 Б.бит	f2 22 Б.бит	f3 22 Б.бит	f4 22 Б.бит	f5 22 Б.бит	f6 22 Б.бит	f7 22 Б.бит	f8 22 Б.бит
Блок синхронизации	Брутто биты данных после кодирования нетто битов данных и табличного перемежения 8x22							

Структура эфирного пакета базовой станции

- ❖ SNBWAN является технологией для сетей Интернета вещей операторского класса.
- ❖ Сеть SNBWAN обладают самой высокой пропускной способностью среди известных LPWAN сетей.
- ❖ Однажды установленное сетевое оборудование SNBWAN будет эксплуатироваться много дольше оборудования других сетей без перегрузки при подключении новых абонентов.
- ❖ Сотовая ячейка SNBWAN обеспечивает наибольшую площадь радиопокрытия. Радиус зоны покрытия 10 км.
- ❖ Сеть SNBWAN допускает как стационарное, так и мобильное размещение терминалов. Для поддержания связи без выхода в поиск по частоте при самом большом ускорении движения автомобиля необходим приём всех синхропакетов, передаваемых базовой станцией с периодом 2 с.
- ❖ SNBWAN не требует сетевой поддержки передачи обслуживания между базовыми станциями.
- ❖ стек протоколов сети SNBWAN будет опубликован в форме проекта национального стандарта.

Терминал



Платы базовой станции



Базовая станция



## Основные характеристики сети SNBWAN

1. Диапазон частот, мощность передатчика:
  - восходящей линии 868,7-869,2 МГц, полоса частот 250 кГц, ЭИМ=25 мВ, (нелицензионное использование)
  - нисходящей линии 868,7-869,2 МГц, полоса частот 250 кГц, ЭИМ=100 мВт, рабочий цикл менее 10% (нелицензионное использование)
2. Многоканальная передача в восходящей и нисходящей линиях
3. Скорость передачи данных в одном канале:
  - восходящей линии 115, 920, 7360, 58880 бит/с
  - нисходящей линии соответствует минимальной активной скорости в восходящей линии
4. Число каналов восходящей линии в зависимости от используемой скорости передачи данных 512, 64, 16, 4
5. Метод модуляции в зависимости от скорости передачи данных:
  - восходящей линии 4FSK, 4FSK,  $\pi/4$ DBPSK, DQPSK
  - нисходящей линии 2FSK, 2FSK,  $\pi/4$ DBPSK, DQPSK
6. Кодирование:
  - - восходящей линии свёрточный код,  $R=1/2$
  - - нисходящей линии свёрточный код,  $R=1/2$