

## Контрольная работа №2 по дисциплине «Беспроводные технологии передачи данных»

Губин Е.В., ИУК4-72Б

### Вопрос №1. Опишите структуру кадра технологии LTE.

В LTE используется многоуровневая структура времени: *кадр* → *субкадр* → *слот* → *OFDM-символы* → *ресурсные элементы*.

Основные параметры кадра LTE:

- Длительность кадра: 10 мс
- Количество субкадров в кадре: 10
- Длительность субкадра: 1 мс
- Количество слотов в субкадре: 2
- Длительность слота: 0,5 мс
- Количество OFDM-символов в слоте:
  - 7 (нормальный cyclic prefix, CP)
  - 6 (удлинённый CP)

Кадр - наибольшая единица времени в LTE. Содержит 10 субкадров (Subframe 0...9).

Субкадр - каждый субкадр имеет длительность 1 мс и используется как основная единица для передачи:

- данных (PDSCH),
- управляющей информации (PDCCH),
- сигналов синхронизации (PSS/SSS — в субкадрах 0 и 5),
- системной информации (PBCH — в субкадре 0).

Слот:

- Один субкадр состоит из 2 слотов.
- Слот длится 0,5 мс.

Слот содержит фиксированное число OFDM-символов и ресурсных блоков.

Ресурсный блок - базовый «кирпичик» ресурса в LTE.

RB включает:

- 12 поднесущих по частоте
- 1 слот по времени (0,5 мс)

Ресурсный элемент (Resource Element, RE)

- Минимальная единица ресурса.
- Один RE = 1 поднесущая  $\times$  1 OFDM-символ.

В каждом субкадре присутствуют:

1. PDCCH — управляющая информация для UE
2. PDSCH — полезные данные
3. Reference Signals (RS) — опорные сигналы для канальной оценки
4. PSS/SSS — сигналы синхронизации (в субкадрах 0 и 5)
5. PBCH — широковещательный канал (в кадре, субкадр 0)

Вопрос №2. Объясните принципы работы систем Инмарсат и Турайя.

**Inmarsat** — глобальная спутниковая система связи, обеспечивающая телефонную, навигационную и широкополосную передачу данных.

Основная архитектура:

- Использует геостационарные спутники (GEO) на высоте приблизительно 35 786 км.
- Вокруг Земли расположены несколько спутников, каждый покрывает свой регион («зона покрытия»).
- Спутник «стоит» над фиксированной точкой, что упрощает связь (не нужно отслеживать движение спутника).

Принцип работы:

1. Передающая станция пользователя (терминал) отправляет сигнал вверх (uplink) на ближайший спутник GEO.
2. Спутник ретранслирует сигнал обратно на Землю (downlink) в:

- наземную станцию (Land Earth Station, LES),
  - либо в другой терминал.
3. Наземные станции подключены к глобальным сетям (Интернет, телефонная сеть).
  4. Связь работает непрерывно, потому что спутник неподвижен относительно Земли.

Особенности:

- Покрытие почти глобальное (кроме районов полюсов, где низкий угол подъёма).
- Использует диапазоны L-, Ka-, Ku- (в зависимости от сервиса).
- Предоставляет услуги:
  - голосовой связи (Inmarsat-BGAN, FleetBroadband),
  - передачи данных,
  - аварийной связи (GMDSS).

**Thuraya** — спутниковая система мобильной связи, ориентированная на портативные телефоны и терминалы.

Основная архитектура:

- Использует геостационарные спутники, но их всего два–три, и они покрывают:
  - Европу,
  - Африку,
  - Ближний Восток,
  - Азию и часть Австралии.

Покрытие меньше, чем у Inmarsat, но оптимизировано для регионов высокой плотности населения.

Принцип работы:

1. Мобильный спутниковый телефон Thuraya устанавливает связь со спутником GEO.
2. Спутник работает как активный ретранслятор, перенаправляя сигнал:

- в наземный шлюз (Gateway),
  - либо напрямую другому пользователю Thuraya (через сеть).
3. Наземная инфраструктура подключена к PSTN/GSM-сетям, что позволяет звонить на обычные телефоны.

Особенности:

- Работает в диапазоне L-band.
- Терминалы компактные (спутниковые телефоны похожи на обычные мобильные).
- Поддерживает гибриды GSM + спутниковая связь — телефон сам переключается между режимами.
- Возможные услуги:
  - голосовая связь,
  - SMS,
  - низкоскоростная передача данных (~60–100 кбит/с).