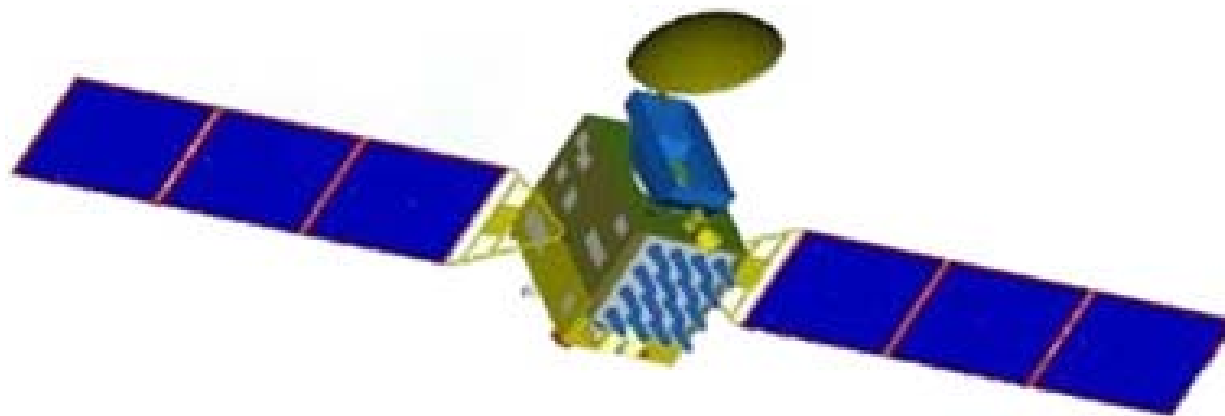


# Лекция 15. Сигналы СРНС Beidou



## ИКД:

1. BDS-SIS-ICD-2.0 (B1I & B2I)
2. Open Service Signal B1C
3. Open Service Signal B2a
4. Open Service Signal B3I



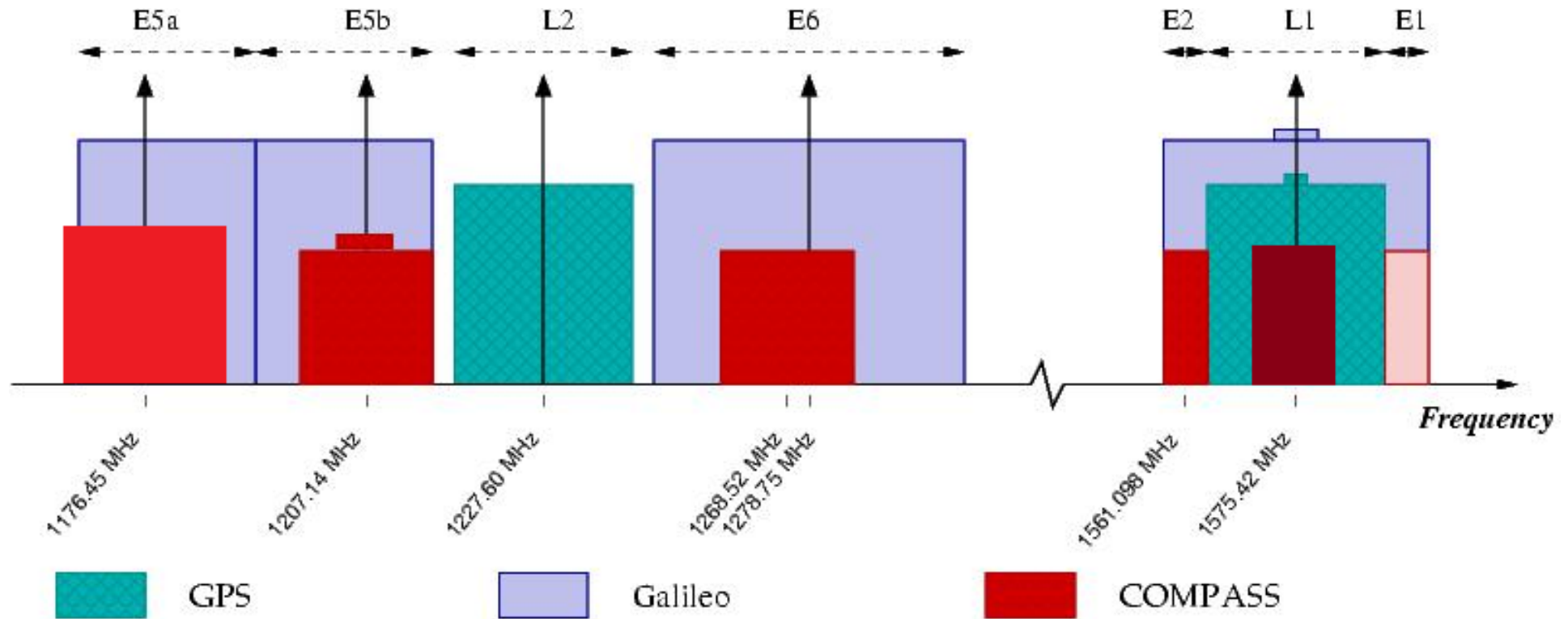
# Общие характеристики

- **Разделение сигналов - кодовое**
- **Количество НКА в группировке – 35 (27MEO+5GEO+3IGSO)**
- **Высота орбиты – 21528(MEO) / 35786(GEO,IGSO) км**
- **Наклонение орбиты – 55° (MEO,IGSO)**
- **Шкала времени – непрерывная WN:TOW, начинается 00:00:00 01.01.2006, расхождение не более 100 нс от UTC(NTSC) по модулю 1 секунда**
- **Система координат – CGCS2000 (координируется с IERS, близка к ПЗ-90.11 и WGS-84)**

# Типы сигналов Beidou

- **B1I** - открытые сигналы с модуляцией BPSK(2) в диапазоне L1;
- **B1Q** - сигналы санкционированного доступа с модуляцией BPSK(2) в диапазоне L1;
- **B2I** – открытые сигналы с модуляцией BPSK(2) в диапазоне L3 (на частоте Galileo E5b);
- **B2Q** - сигналы санкционированного доступа с модуляцией BPSK(10) в диапазоне L3 (на частоте Galileo E5b);
- **B1C** - открытые сигналы с модуляцией BOC(1,1) в диапазоне GPS L1;
- **B2a** - открытые сигналы с модуляцией QPSK(10)/AltBOC(15,10) в диапазоне GPS L5;
- **B2b** – «неизвестные» сигналы с модуляцией QPSK(10)/AltBOC(15,10) в диапазоне L3 (на частоте Galileo E5b);
- **B3I** – открытые сигналы с модуляцией BPSK(10) в диапазоне L2 (1268.52 МГц). Фазовое уплотнение с **B3Q** – сигналом санкц. дост.

# Частотный план Beidou



**B1: 1561.098 МГц**

**B2: 1207.14 МГц**

**B3: 1268.52 МГц**

**B2a: 1176.45 МГц**

**B1C: 1575.42 МГц**

# Сигналы В1 и В2

Виды модуляции: В1 - QPSK(2), В2I – BPSK(2), В2Q – BPSK(10)

Уплотнение: квадратурное [В1I+В1Q], [В2I+В2Q]

Pilot/Data – только Data

$$s_{B1,k}(t) = A \cdot G_{B1I,k}(t) \cdot G_{OK}(t) \cdot G_{HC,k}(t) \cdot \cos(2\pi f_{B1}t + \varphi_{0B1}) + \leftarrow B1I$$
$$+ A \cdot G_{B1Q,k}(t) \cdot \{???\} \cdot \sin(2\pi f_{B1}t + \varphi_{0B1}) \leftarrow B1Q$$

$$s_{B2,k}(t) = A \cdot G_{B2I,k}(t) \cdot G_{HC2,k}(t) \cdot \cos(2\pi f_{B2}t + \varphi_{0B2}) + \leftarrow B2I$$
$$+ A \cdot G_{B2Q,k}(t) \cdot \{???\} \cdot \sin(2\pi f_{B2}t + \varphi_{0B2}) \leftarrow B2Q$$

$$G_{xxx}(t) = \{\pm 1\}$$

$k$  – номер сигнала;

В1I, В2I – гражданский дальномерный код (2 мс);

В1Q, В2Q – военный дальномерный код;

OK – оверлейный код;

HC – навигационное сообщение.

$$f_{B1} = 1561,098 \text{ МГц}$$

$$f_{B2} = 1207,14 \text{ МГц}$$

# Характеристики бинарных модулирующих последовательностей

| Бинарная последовательность                 | $G_{B1I,k}(t)$<br>$G_{B2I,k}(t)$ | $G_{OK}(t)$     | $G_{НС,k}(t)$ | $G_{НС2,k}(t)$ |
|---|----------------------------------|-----------------|---------------|----------------|
| Длительность элементарного символа $\tau_s$ | 1/2046 мс                        | 1 мс            | 20 мс         | 2 мс           |
| Период $T$                                  | 2046 бит<br>1 мс                 | 20 бит<br>20 мс | -             | -              |

$k$  – номер сигнала;

B1I, B2I – гражданский дальномерный код (2 мс);

OK – оверлейный код;

НС – навигационное сообщение.

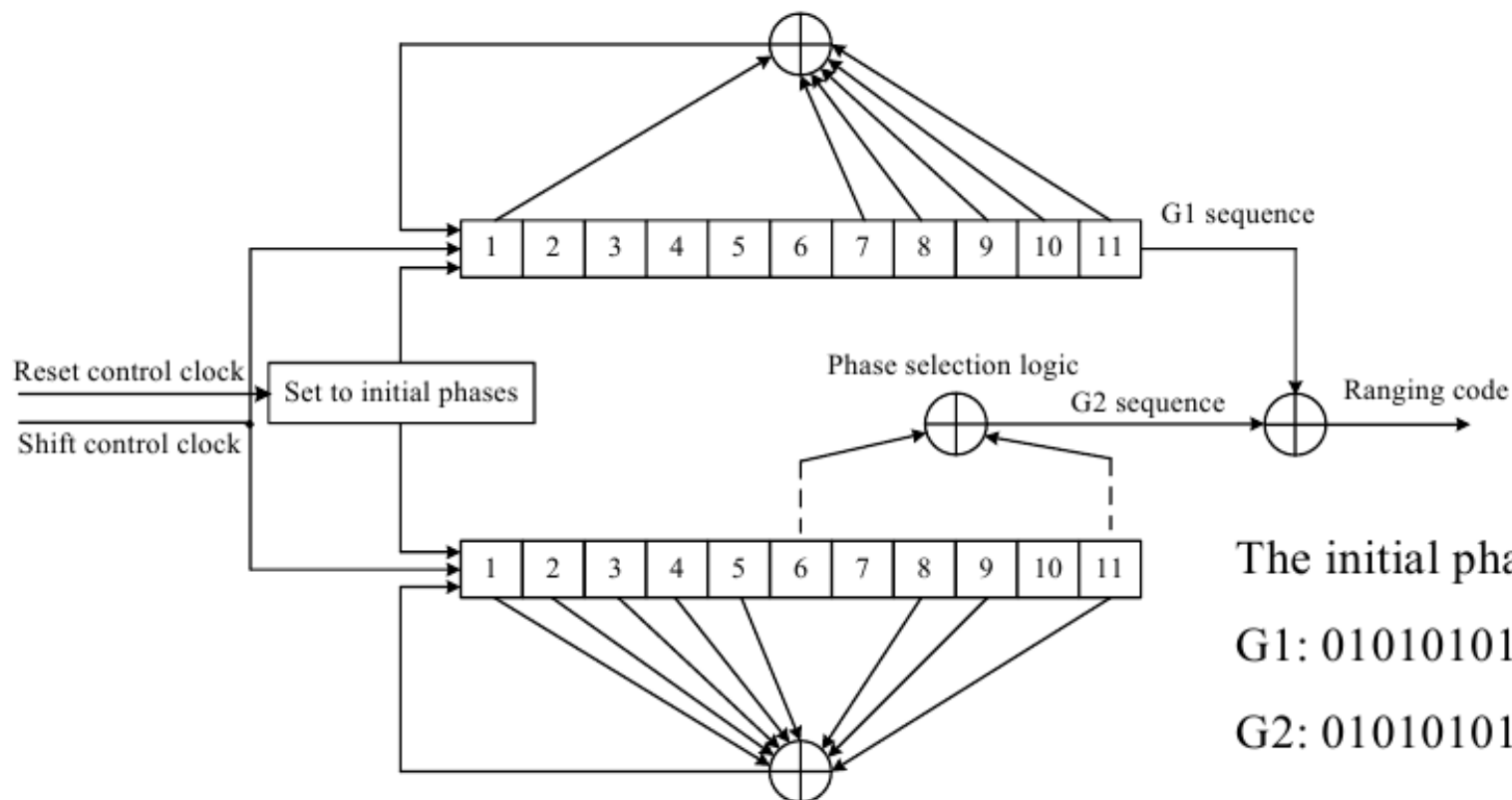
# Дальномерные коды В1I=В2I\*

Тип: код Голда (усеченный на 1 бит)

Период:  $T = 1$  мс

Длина кодов  $L=2046$  бит

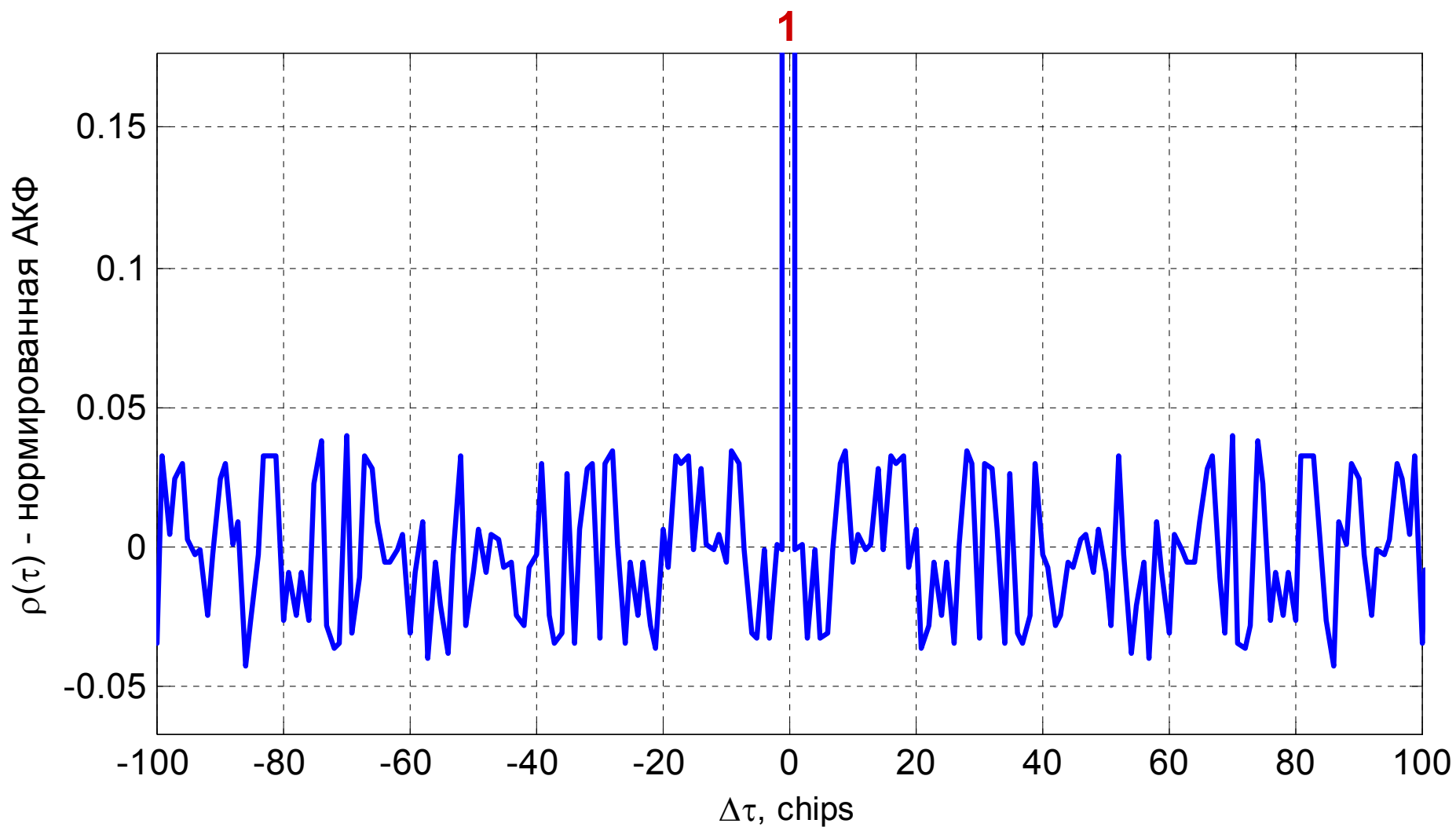
Частота выборки символов:  $F_T = 2,046$  Мбит/с



Оверлейный (вторичный) код (только в В1I) –

- код Неймана-Хоффмана 00000100110101001110

# Корреляционные свойства дальномерных кодов В1I, В2I







# Навигационное сообщение в сигнале В11

Информационная и кодовая скорость : 50 бит/с

Помехоустойчивое кодирование: БЧХ/перемежение

Контроль ошибок: код БЧХ (8 бит в кажд. слове)

Синхронизация и устранение инверсного приема:  
преамбула 11 бит (11100010010)

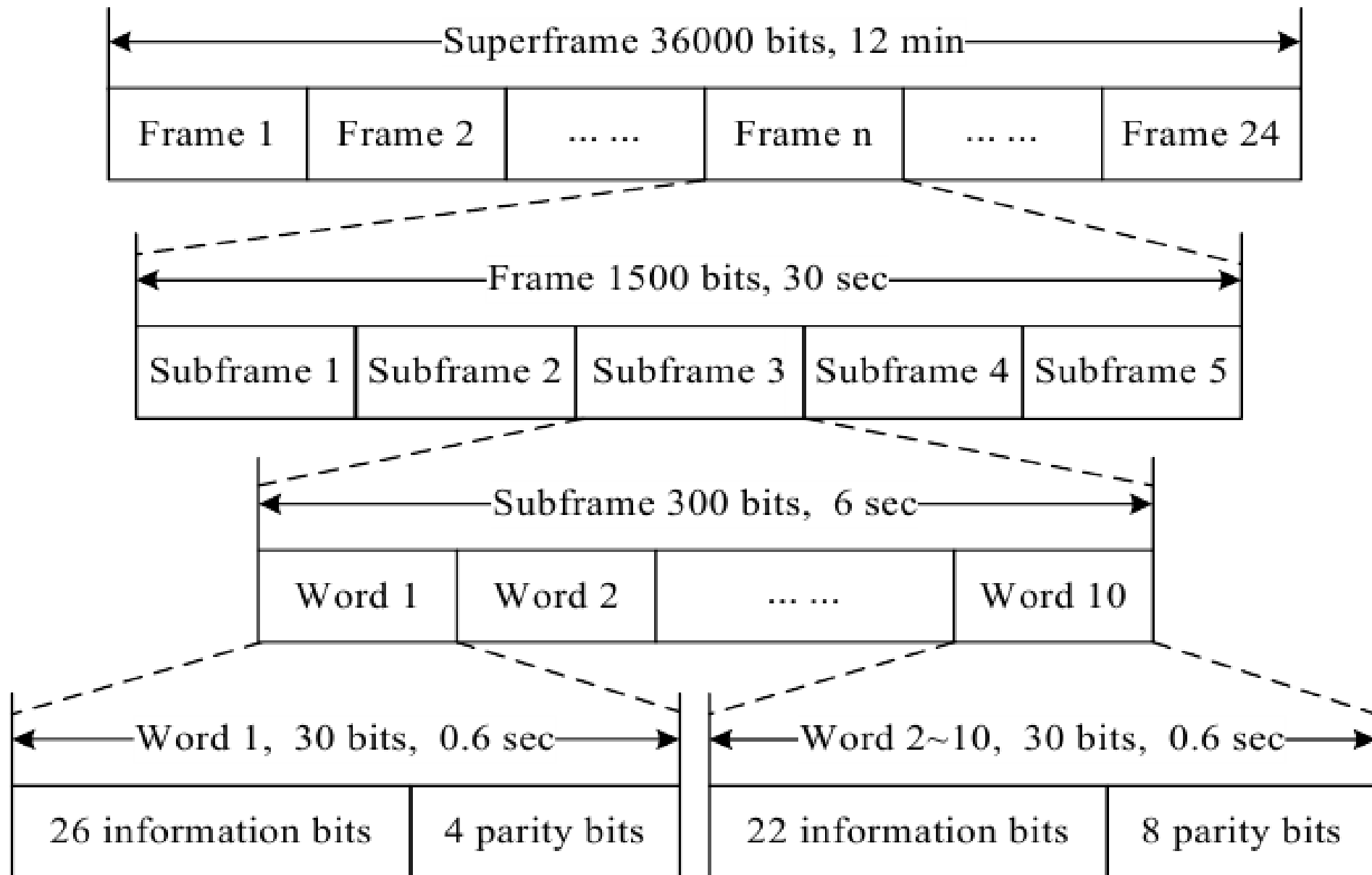
Длина слова: 30 бит (22 + 8 БЧХ)

Длина строки (subframe): 6 с = 10 слов = 300 бит

Длина кадра (frame): 30 с = 5 строк (5 subframes)

Длина суперкадра: 12 мин = 24 кадра

# Структура НС в сигнале В11





# Навигационное сообщение в сигнале В2I

Информационная и кодовая скорость : 500 бит/с

Помехоустойчивое кодирование: БЧХ/перемежение

Контроль ошибок: код БЧХ (8 бит в кажд. слове)

Синхронизация и устранение инверсного приема:  
преамбула 11 бит (11100010010)

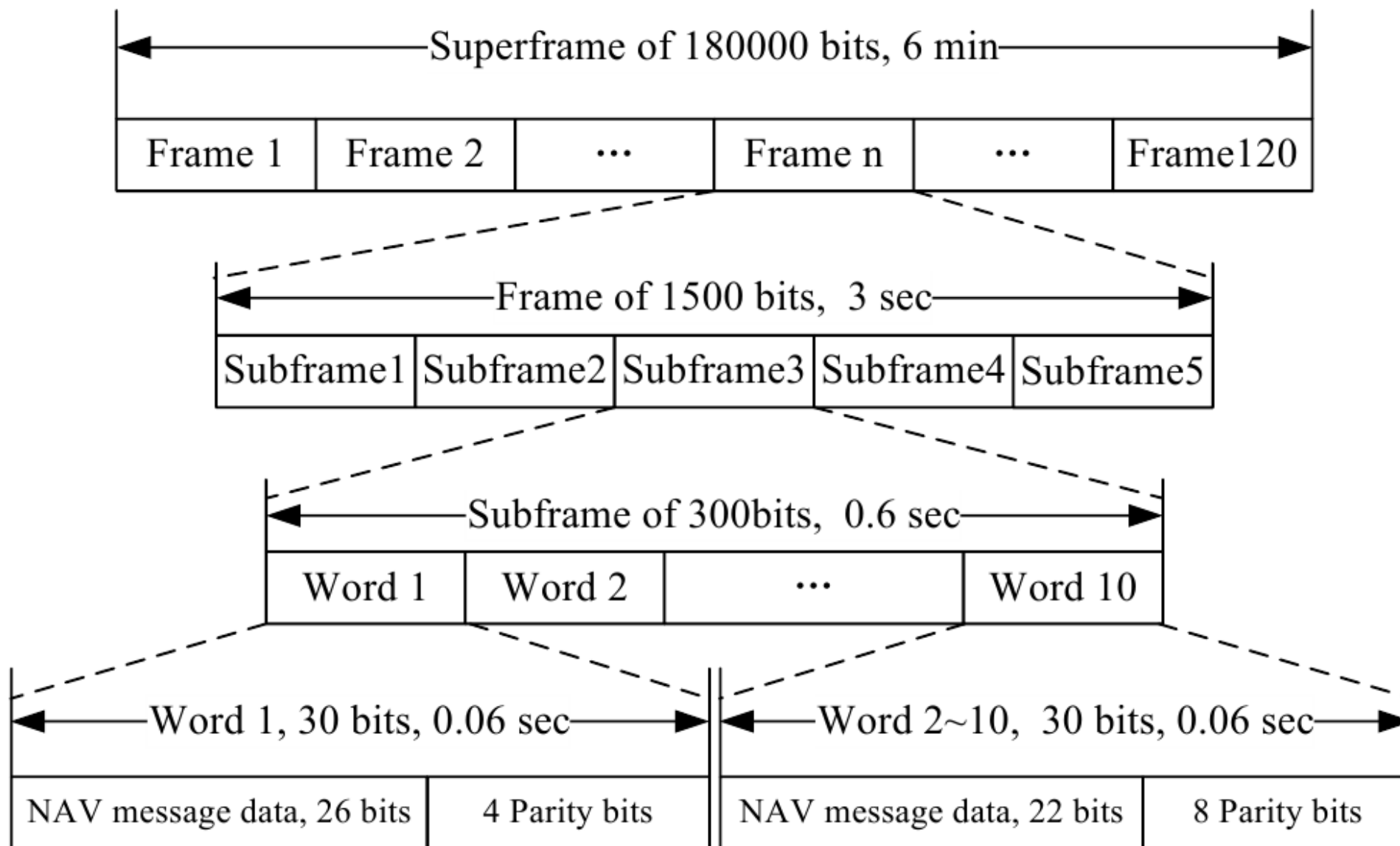
Длина слова: 30 бит (22 + 8 БЧХ)

Длина строки (subframe): 0.6 с = 10 слов = 300 бит

Длина кадра (frame): 3 с = 5 строк (5 subframes)

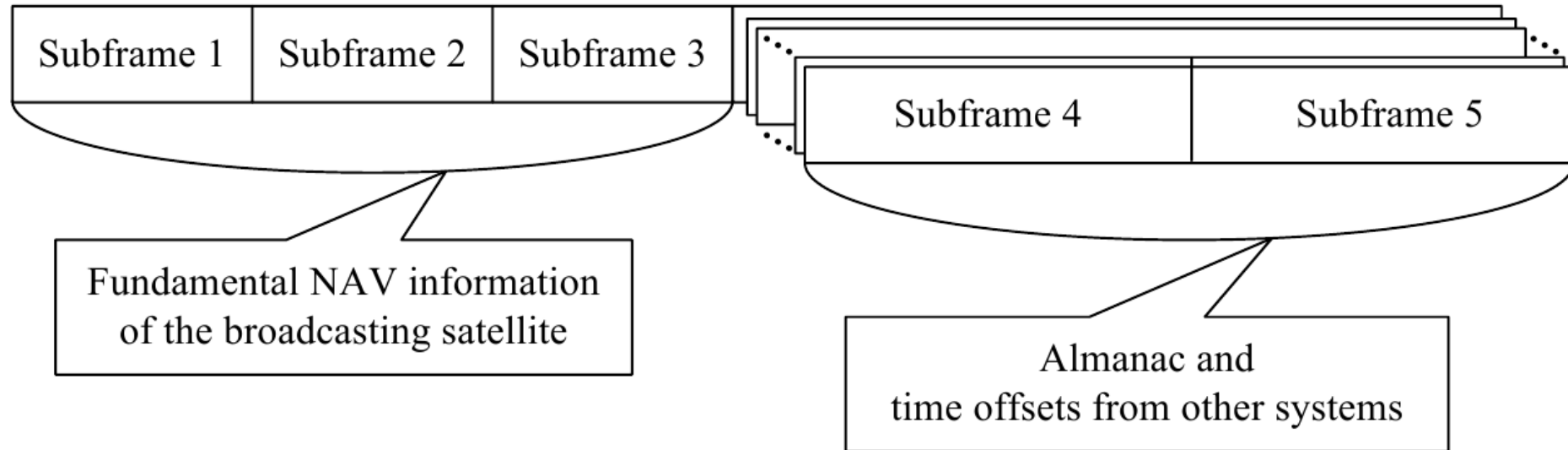
Длина суперкадра: 6 мин = 120 кадров

# Структура НС в сигнале В2I



# Содержание строк HC

## B1I



## B2I

