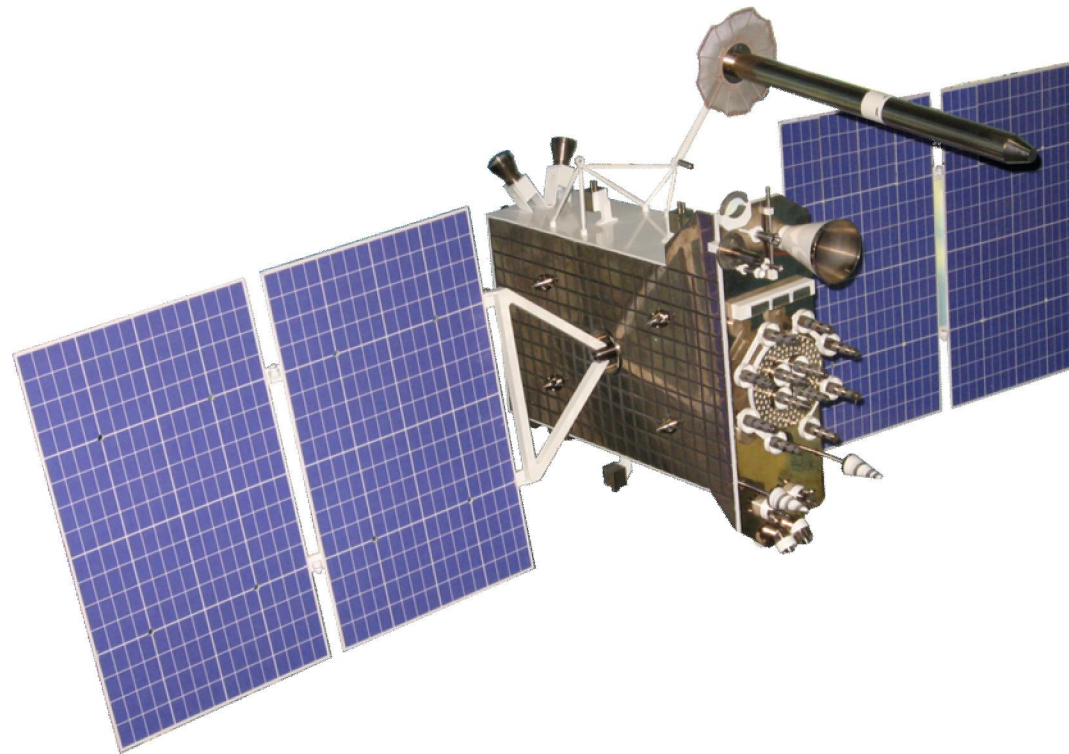


Лекция 9. Сигналы СРНС ГЛОНАСС с кодовым разделением. Частотные и спектральные характеристики сигналов. Дальномерные коды.



Открытый сигнал с кодовым разделением в диапазоне L3: L3OC

Количество компонент – 2 (Pilot, Data)

Уплотнение [Pilot+Data] - квадратурное

Вид модуляции – QPSK(10) (BPSK(10) – Pilot, BPSK(10) - Data)

Структура сигналов:

$$s_{L3OC}(t) = A \cdot G_P(t) \cdot G_{NH}(t) \cdot \sin(2\pi f_{L3}t + \varphi_{0L3}) + \leftarrow L3OCp \\ + A \cdot G_D(t) \cdot G_{KB5}(t) \cdot G_{HC}(t) \cdot \cos(2\pi f_{L3}t + \varphi_{0L3}) \leftarrow L3OCd$$

$$G_{xxx}(t) = \{\pm 1\} \quad f_{L3} = 1202,025 \text{ МГц} - \text{центральная частота.}$$

Индексы:

NH – оверлейный код Неймана-Хоффмана (0000110101);

KB5 – оверлейный 5-символьный код Баркера (00010);

HC – навигационное сообщение;

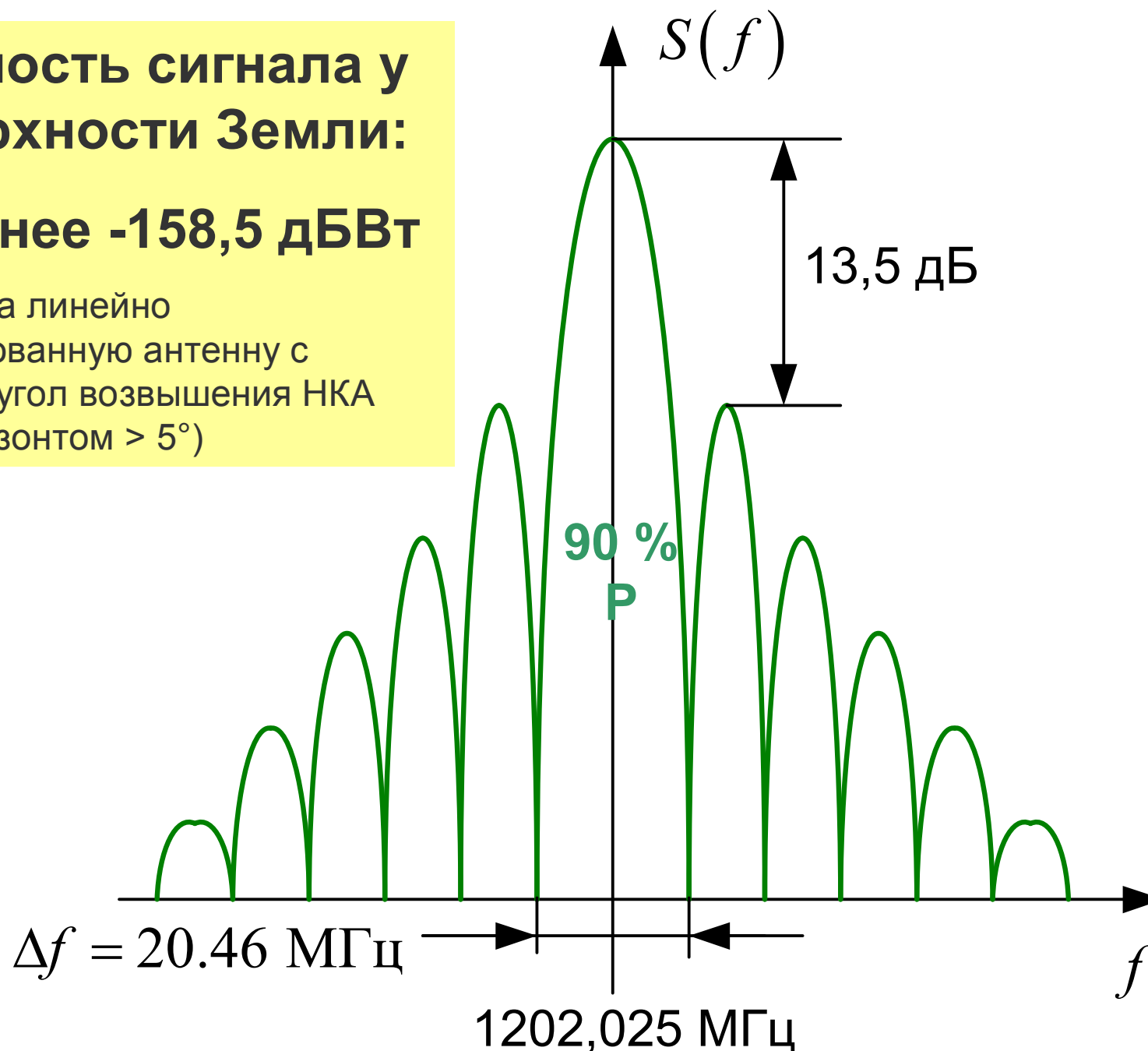
D,P – дальномерные коды в информационном и пилотном сигналах

Спектр сигнала L3OC

Мощность сигнала у поверхности Земли:

не менее **-158,5 дБВт**

(прием на линейно поляризованную антенну с $K_u=3$ дБ, угол возвышения НКА над горизонтом $> 5^\circ$)



Характеристики модулирующих последовательностей сигнала L3OC

Бинарная последовательность	$G_P(t), G_D(t)$	$G_{NH}(t)$	$G_{КБ5}(t)$	$G_{HC}(t)$
Длительность элементарного символа τ_ε	1/10230 мс	1 мс	1 мс	5 мс
Период T	1 мс	10 мс	5 мс	-

Как легко получить ширину спектра BPSK сигнала (главного лепестка) из длительности элементарного символа ДК:

$$\Delta f = \frac{2}{\tau_\varepsilon}$$

Дальномерные коды L3OC - характеристики

Первичные (дальномерные) коды:

Тип ДК: коды Касами (усеченные)

Период первичных кодов: $T_p = 1$ мс

Длина первичных кодов $L = 10230$ бит

Частота выборки символов: $F_T = 10,23$ Мбит/с

Вторичный (оверлейный) код в информационном сигнале*:

Тип: код Баркера КБ=00010

Период $T_{кб} = 5$ мс

Частота выборки символов $F_{кб} = 1$ Кбит/с

Вторичный (оверлейный) код в пилотном сигнале*:

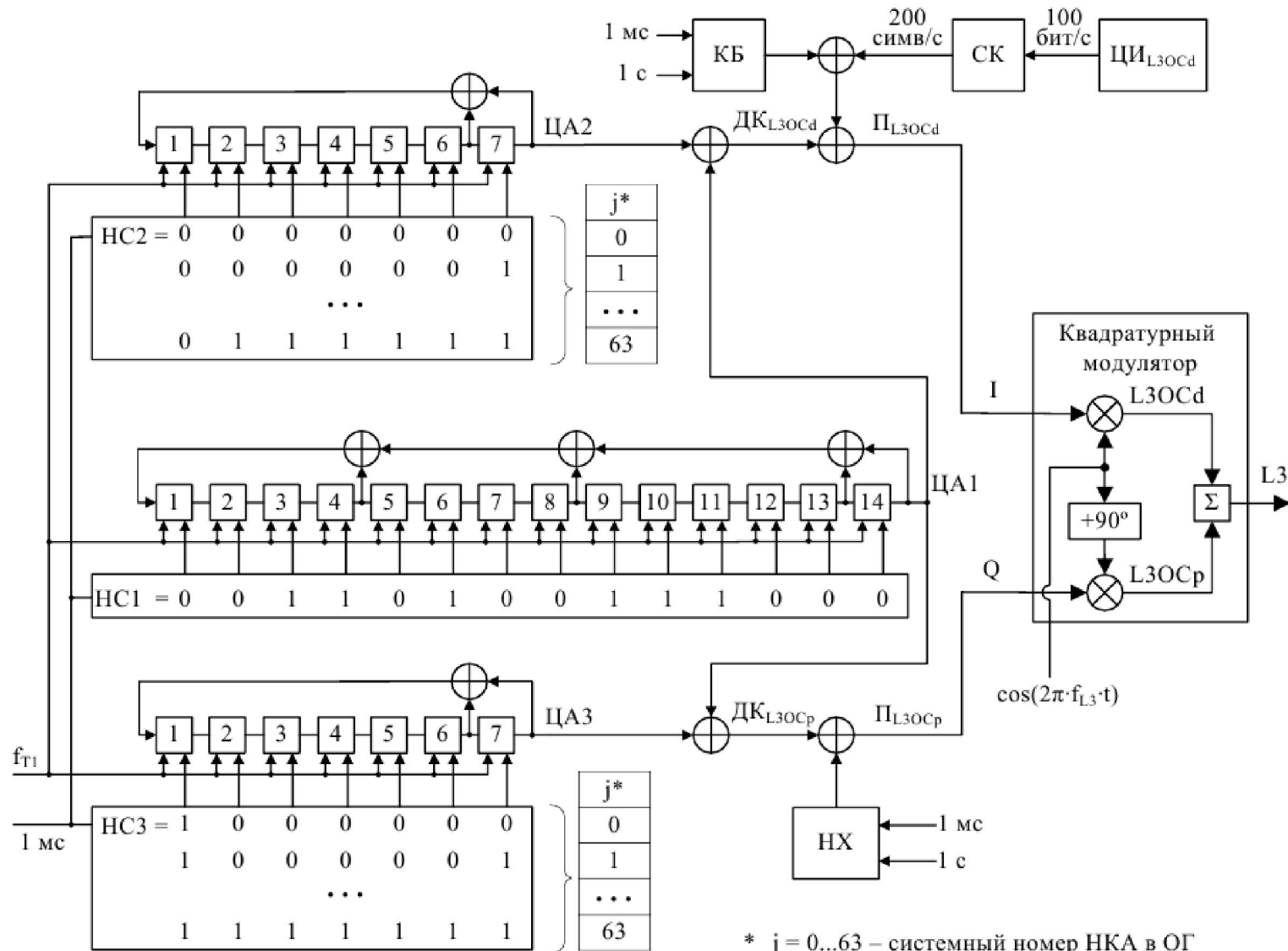
Тип: код Неймана-Хоффмана НХ=0000110101

Период $T_{нх} = 10$ мс

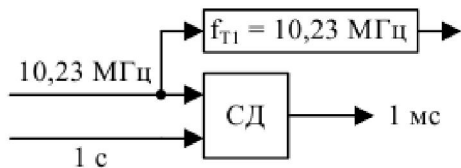
Частота выборки символов $F_{нх} = 1$ Кбит/с

* **L3OCp** – пилотный сигнал; **L3OCd** – информационный сигнал.

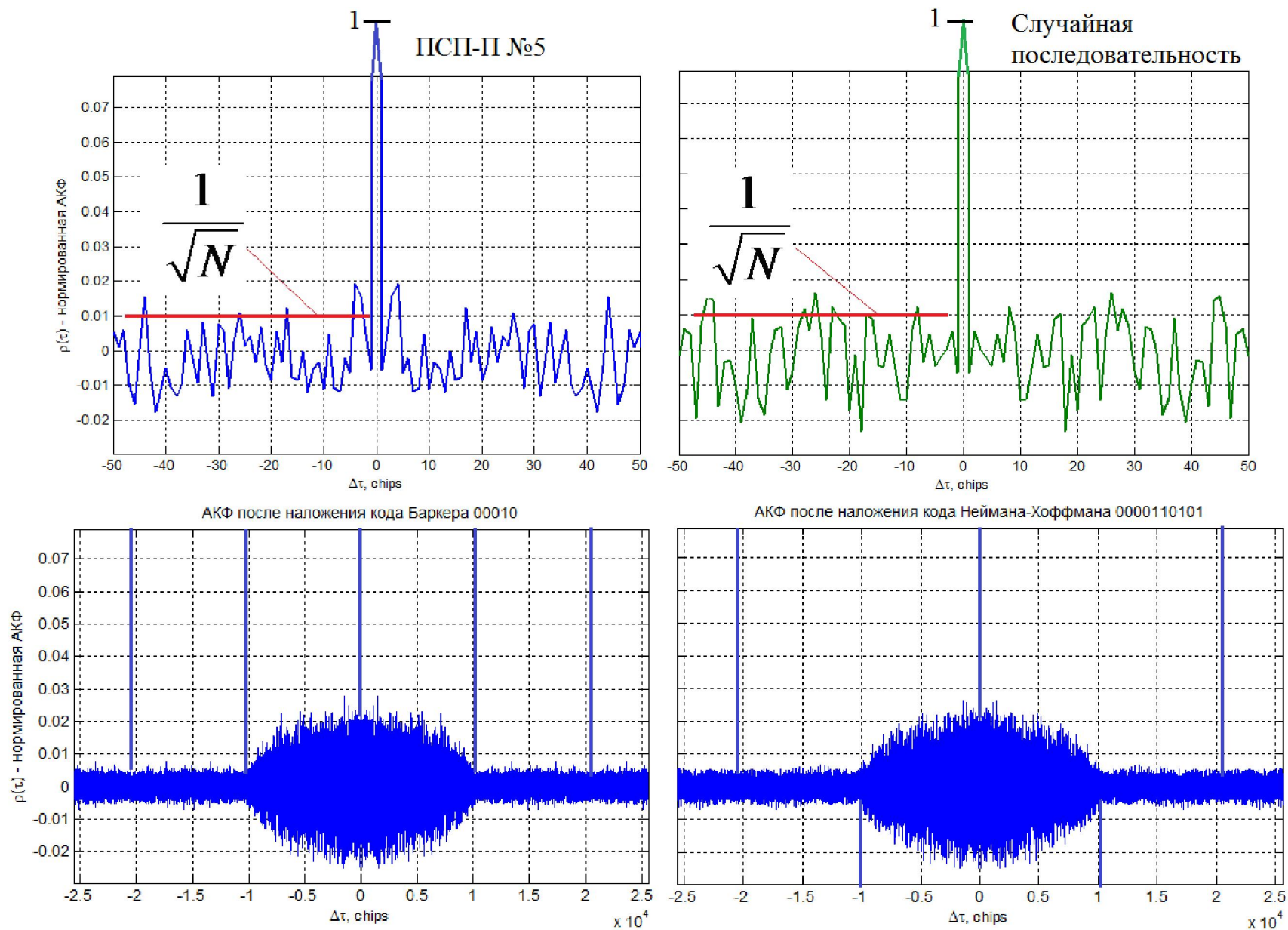
Схема формирования ЛЗОС



* $j = 0...63$ – системный номер НКА в ОГ
 HC2 = j
 HC3 = $j + 64$



АКФ дальномерных кодов L3OC



Навигационное сообщение в сигнале L3OC

Информационная скорость: 100 бит/с

Кодер: FEC(133,171)

Кодовая скорость: 200 бит/с

Символьная синхронизация и устранение инверсного приема: оверлейный код Баркера (00010)

Длина строки: 3 с, 300 бит

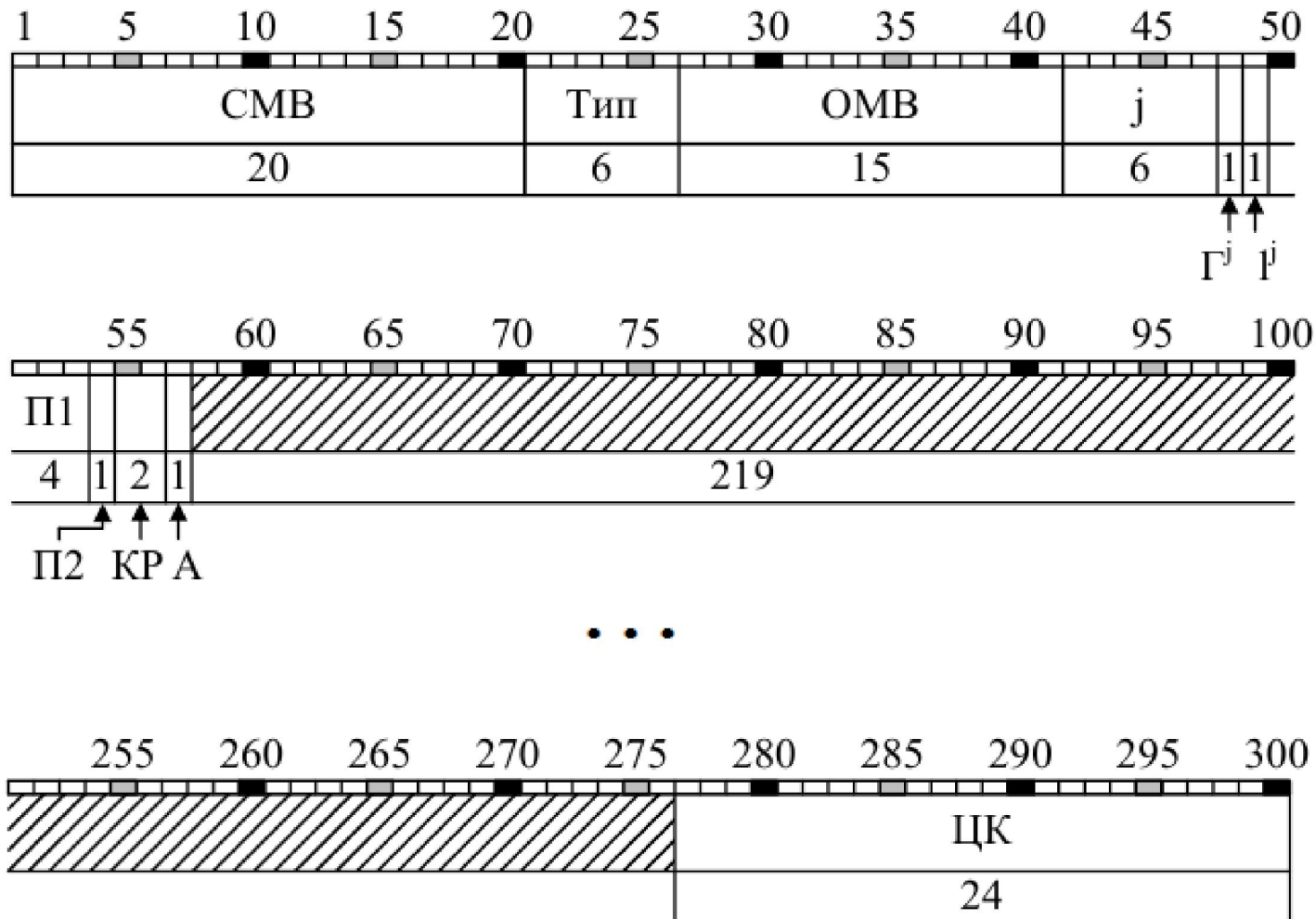
Контроль ошибок: циклический код (24 на 276 бит)

Строковая синхр-ция: метка времени 20 бит

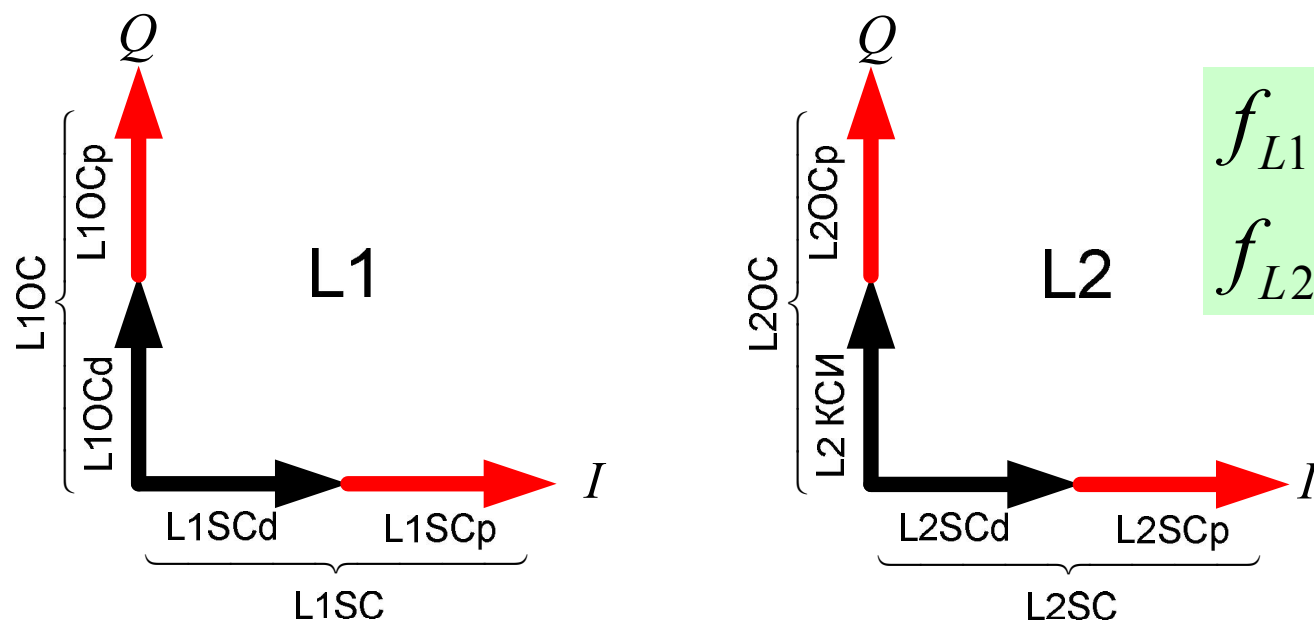
Кадры и суперкадры: отсутствуют*

* Навигационное сообщение L3OCd передается в виде непрерывной последовательности строк, которая не имеет заранее определенной постоянной структуры.

Формат строки в НС ЛЗОС



Сигналы с кодовым разделением в диапазонах L1 и L2: квадратурно-временное уплотнение



$$f_{L1} = 1600,995 \text{ МГц}$$

$$f_{L2} = 1248,06 \text{ МГц}$$

$$s_{L1}(t) = A \cdot \underset{\text{L1OC}}{G_{L1OC}}(t) \sin(2\pi f_{L1}t + \varphi_0) + A \cdot \underset{\text{L1SC}}{G_{L1SC}}(t) \cos(2\pi f_{L1}t + \varphi_{0L1}),$$

$$s_{L2}(t) = A \cdot \underset{\text{L2OC+L2KCI}}{G_{L2OC}}(t) \sin(2\pi f_{L2}t + \varphi_0) + A \cdot \underset{\text{L2SC}}{G_{L2SC}}(t) \cos(2\pi f_{L2}t + \varphi_{0L2}).$$

Открытый сигнал с кодовым разделением в диапазоне L1: L1OC

Количество компонент – 2 (Pilot, Data)

Уплотнение [Pilot+Data] - временное

Виды модуляции – BOC(1,1) – Pilot, BPSK(1) - Data

Структура огибающей сигналов:

$$G_{L1OC}(t) = \begin{cases} G_D(t) \cdot G_{OK}(t) \cdot G_{HC}(t), & \text{при } 0 \leq (t \bmod (2\tau_c)) < \tau_c, \leftarrow L1OCd \\ G_P(t) \cdot sc_{(1,1)}(t), & \text{при } \tau_c \leq (t \bmod (2\tau_c)) < 2\tau_c, \leftarrow L1OCp \end{cases}$$

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

$$\tau_c = 1/1023 \text{ мс}$$

Индексы:

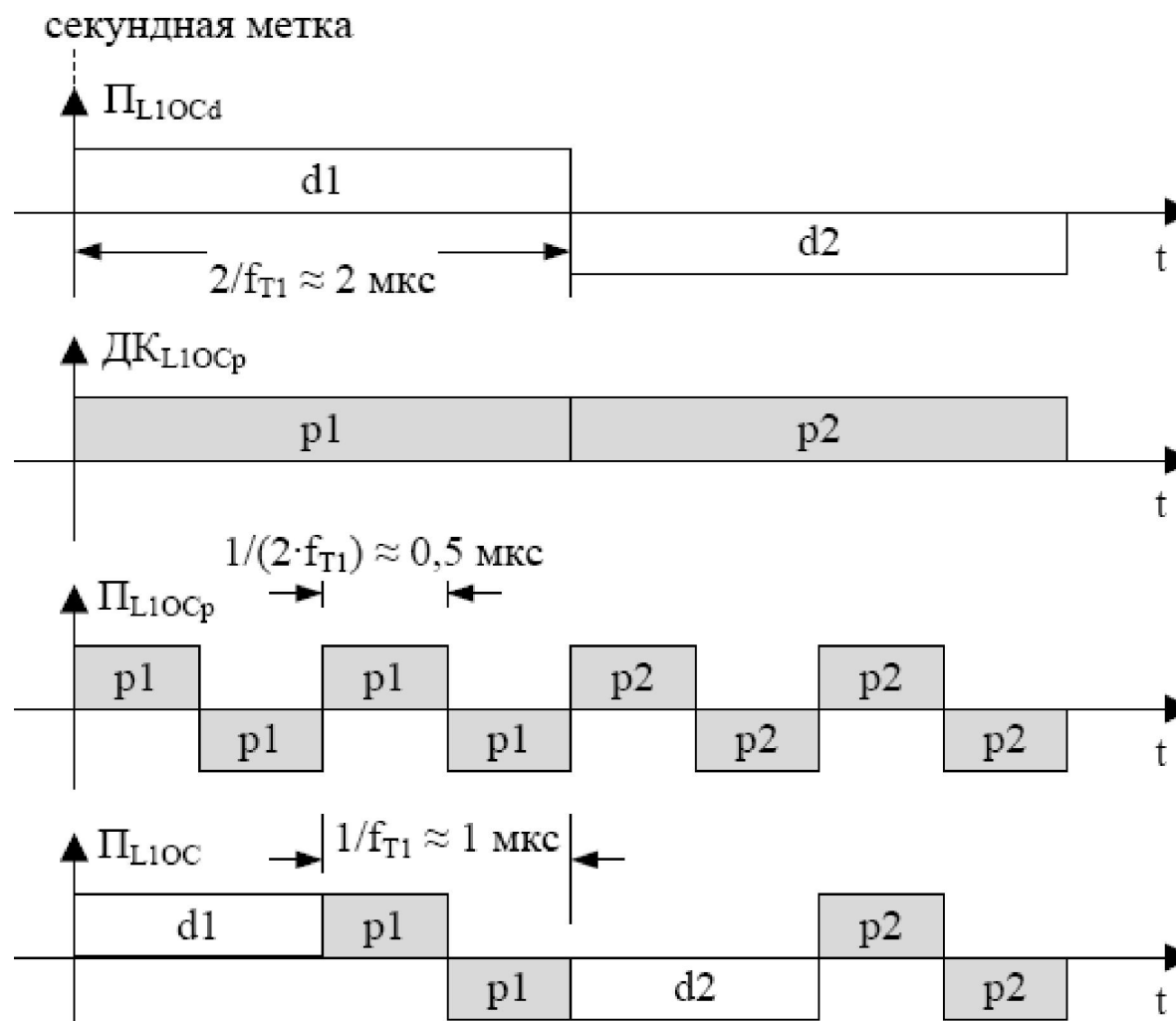
OK – оверлейный код (01) - меандр;

HC – навигационное сообщение;

sc(1,1) – цифровая поднесущая BOC(1,1);

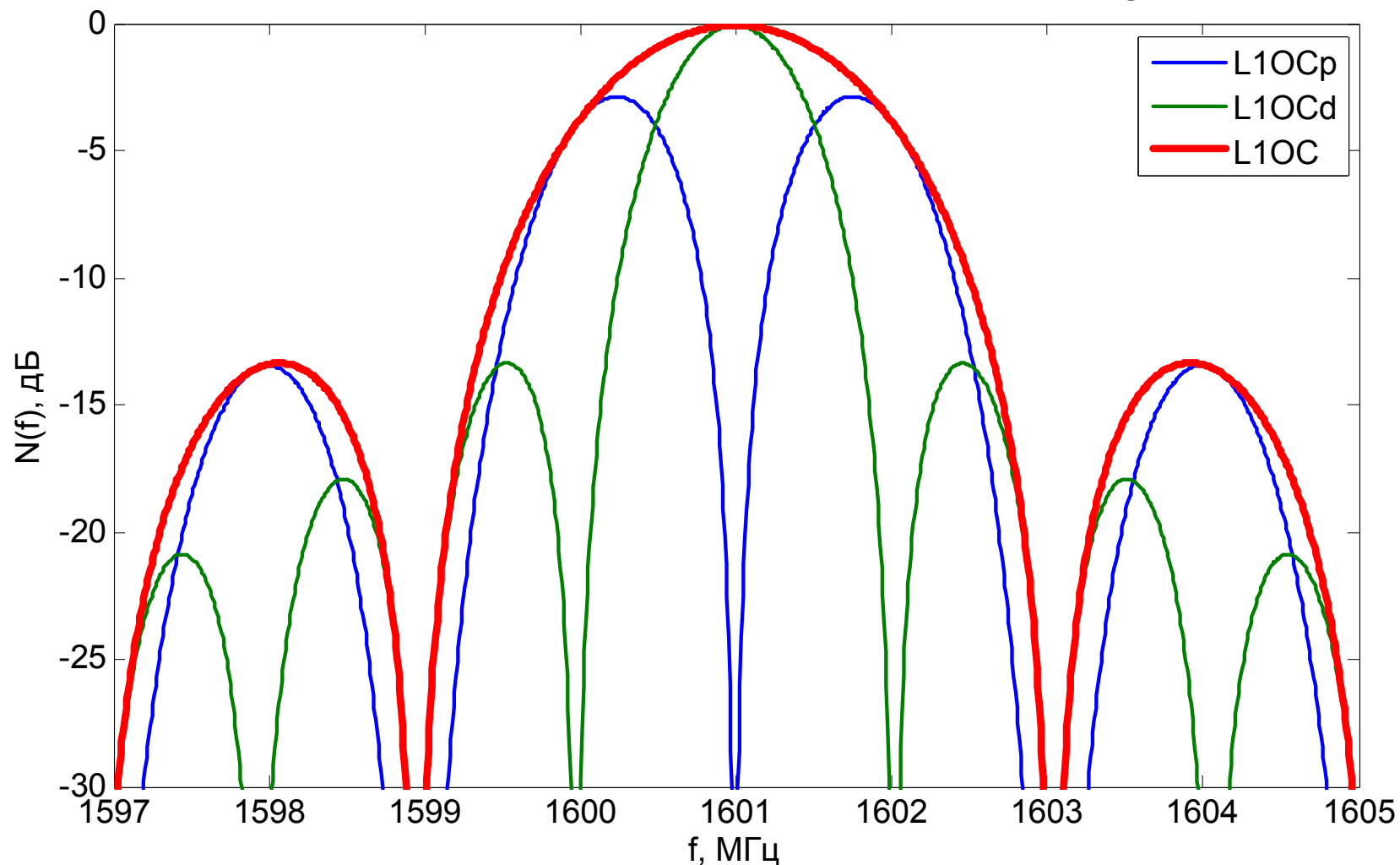
D,P – дальномерные коды в информационном и пилотном сигналах

Временное уплотнение [Pilot+Data] в L1OC



Спектр сигнала L10C

Уровень СПМ в дБ относительно максимума



Мощность сигнала у поверхности Земли: не менее -158,5 дБВт

(прием на линейно поляризованную антенну с $K_u=3$ дБ, угол возвышения НКА над горизонтом $> 5^\circ$)

Характеристики модулирующих последовательностей сигнала L10C

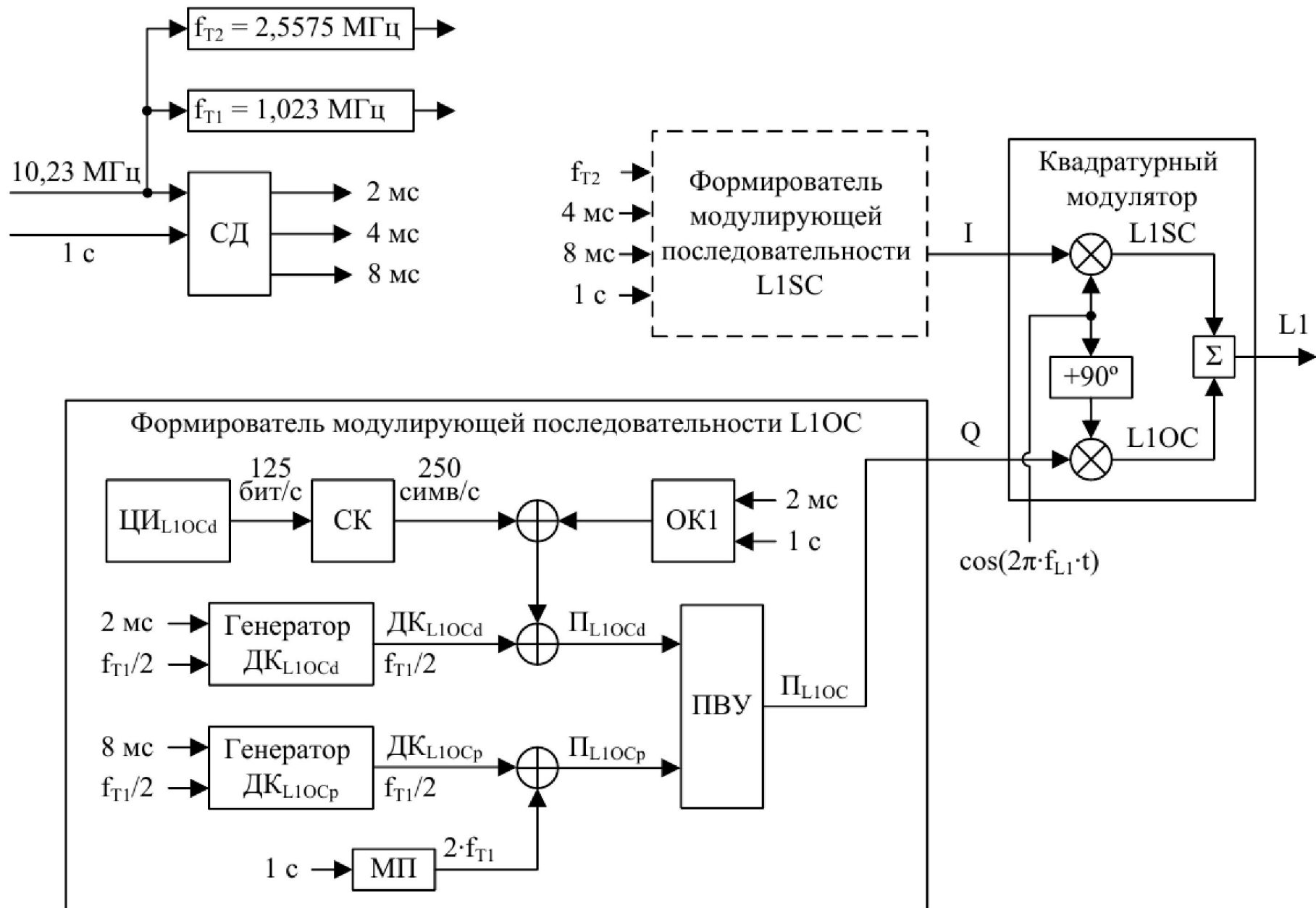
Бинарная последовательность	$G_D(t)$	$G_P(t)$	$sc_{(1,1)}(t)$	$G_{OK}(t)$	$G_{HC}(t)$
Длительность элементарного символа τ_ϑ	1/1023 мс	1/1023 мс	1/2046 мс	2 мс	4 мс
Период T	2 мс 1023 бит	8 мс 4092 бит	1/1023 мс	4 мс 2 бит	-

Тип ДК L10Cd ($G_D(t)$): коды Голда

Тип ДК L10Cp ($G_P(t)$): усеченные коды Касами

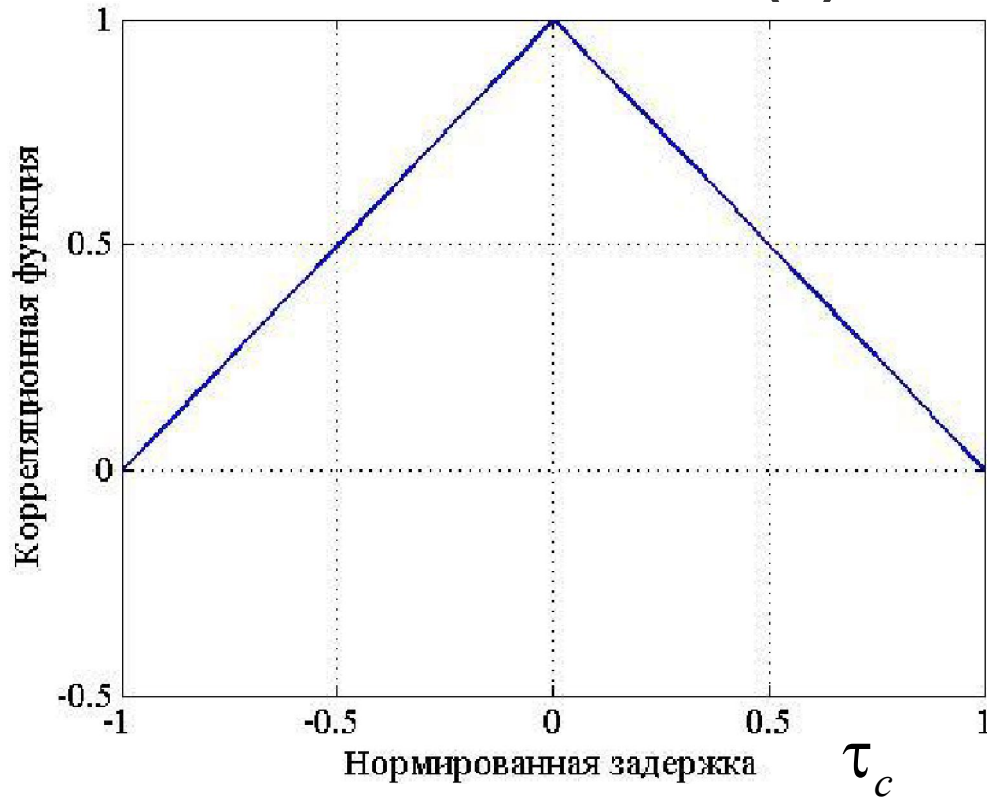
Оверлейный код $G_{OK}(t)$: 01 (обозн. ИКД – ОК1)

Формирование L1OC

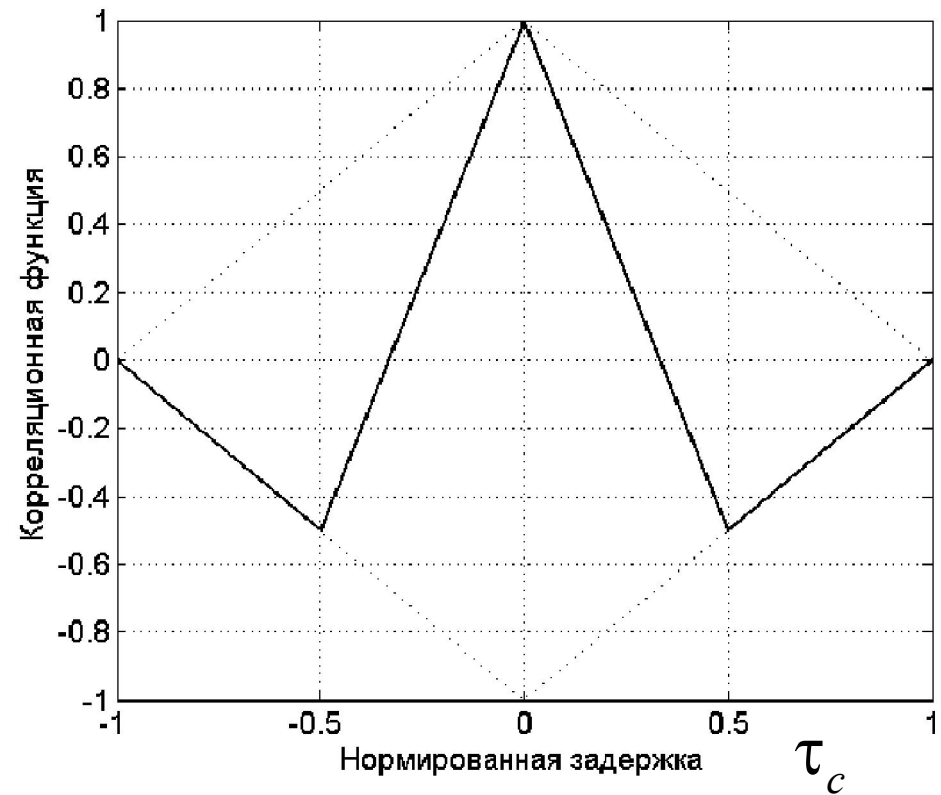


АКФ цифровых огибающих L1OCp и L1OCd

L1OCd – BPSK(1)



L1OCp – BOC(1,1)



Навигационное сообщение в сигнале L1OCd

Информационная скорость: 125 бит/с

Кодер: FEC(133,171)

Кодовая скорость: 250 бит/с

Символьная синхронизация: оверлейный код ОК2 (01)

Длина строки: 2 с, 250 бит

Контроль ошибок: циклический код (16 на 184 бит)

**Строковая синхр-ция и устранение инверсного приема:
метка времени 12 бит**

Кадры и суперкадры: отсутствуют*

* Навигационное сообщение сигнала L1OCd передается в виде непрерывной последовательности строк, которая не имеет заранее определенной постоянной структуры.

Открытый сигнал с кодовым разделением в диапазоне L2: L2OCp

Количество компонент – 1 (Pilot)

Уплотнение [L2OCp+L2КСИ] - временное

Вид модуляции L2OCp – ВОС(1,1)

Структура огибающей L2 (уплотнение с КСИ):

$$G_{L2OC}(t) = \begin{cases} G_{КСИ}(t), & \text{при } 0 \leq (t \bmod (2\tau_c)) < \tau_c, \quad \leftarrow \text{L2 КСИ} \\ G_P(t) \cdot sc_{(1,1)}(t) \cdot G_{ОК2}(t), & \text{при } \tau_c \leq (t \bmod (2\tau_c)) < 2\tau_c, \quad \leftarrow \text{L2OCp} \end{cases}$$

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

$$\tau_c = 1/1023 \text{ мс}$$

Индексы:

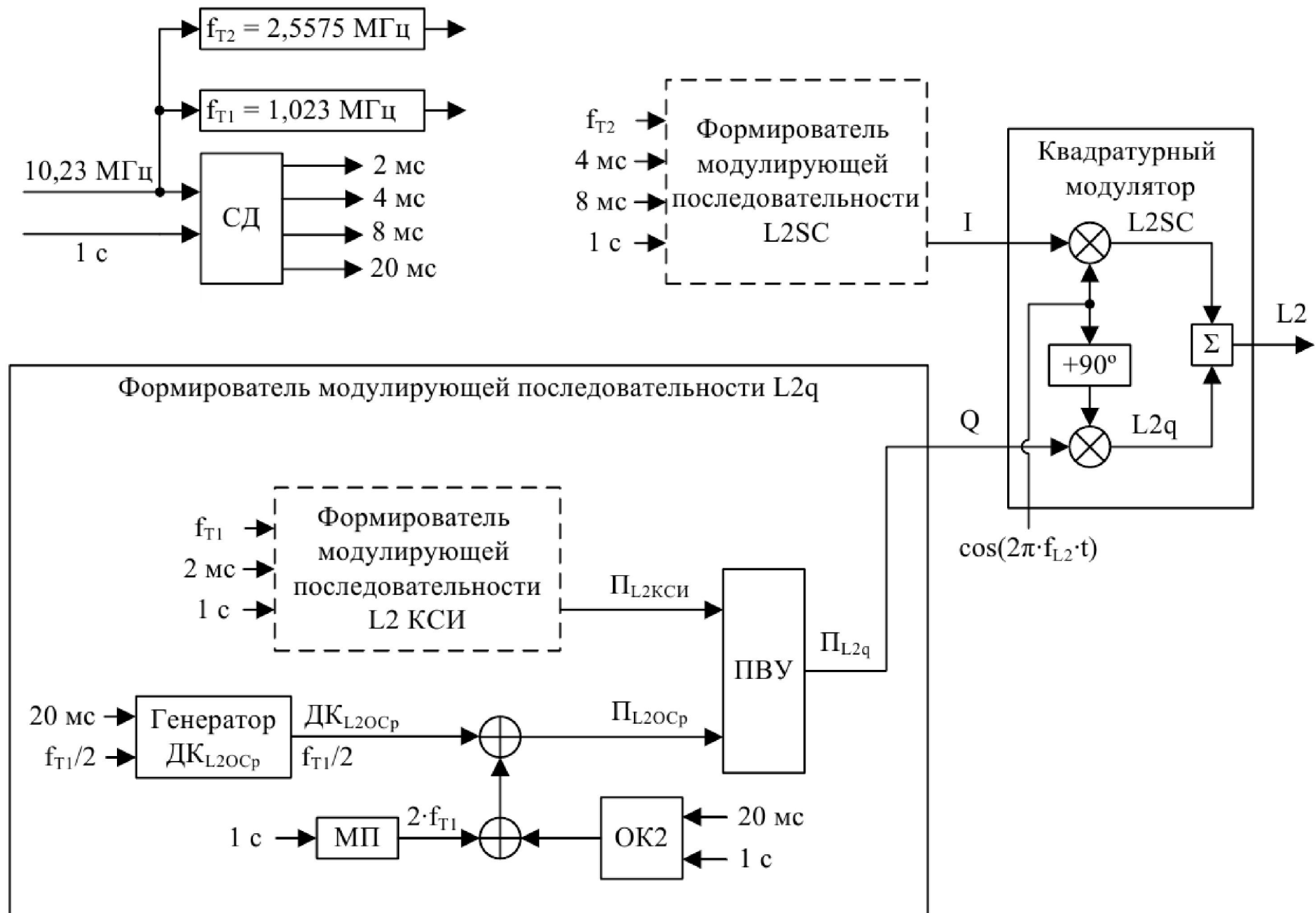
ОК2 – оверлейный код;

КСИ – последовательность канала служебной информации;

sc(1,1) – цифровая поднесущая ВОС(1,1);

P – дальномерный код L2OCp.

Формирование L2OCp / КСИ



Характеристики модулирующих последовательностей L20Cp

Бинарная последовательность	$G_P(t)$	$sc_{(1,1)}(t)$	$G_{OK2}(t)$
Длительность элементарного символа τ_ϑ	1/1023 мс	1/2046 мс	20 мс
Период T	20 мс 10230 бит	1/1023 мс	1 с 50 бит

Тип ДК L20Cp ($G_P(t)$): усеченные коды Касами



Служебный сигнал в диапазоне L2: L2 КСИ

Количество компонент – 1 (Data)

Вид модуляции – BPSK(1)

Длина ДК – 1023 бит

Информационная скорость НС – 250 бит/с

Кодовая скорость НС – 500 бит/с

*** Доступ к L2 КСИ - санкционированный**

Сигналы с санкционированным доступом L1SC и L2SC

Количество компонент – 2 (Data, Pilot)

Уплотнение [Data+Pilot] - временное

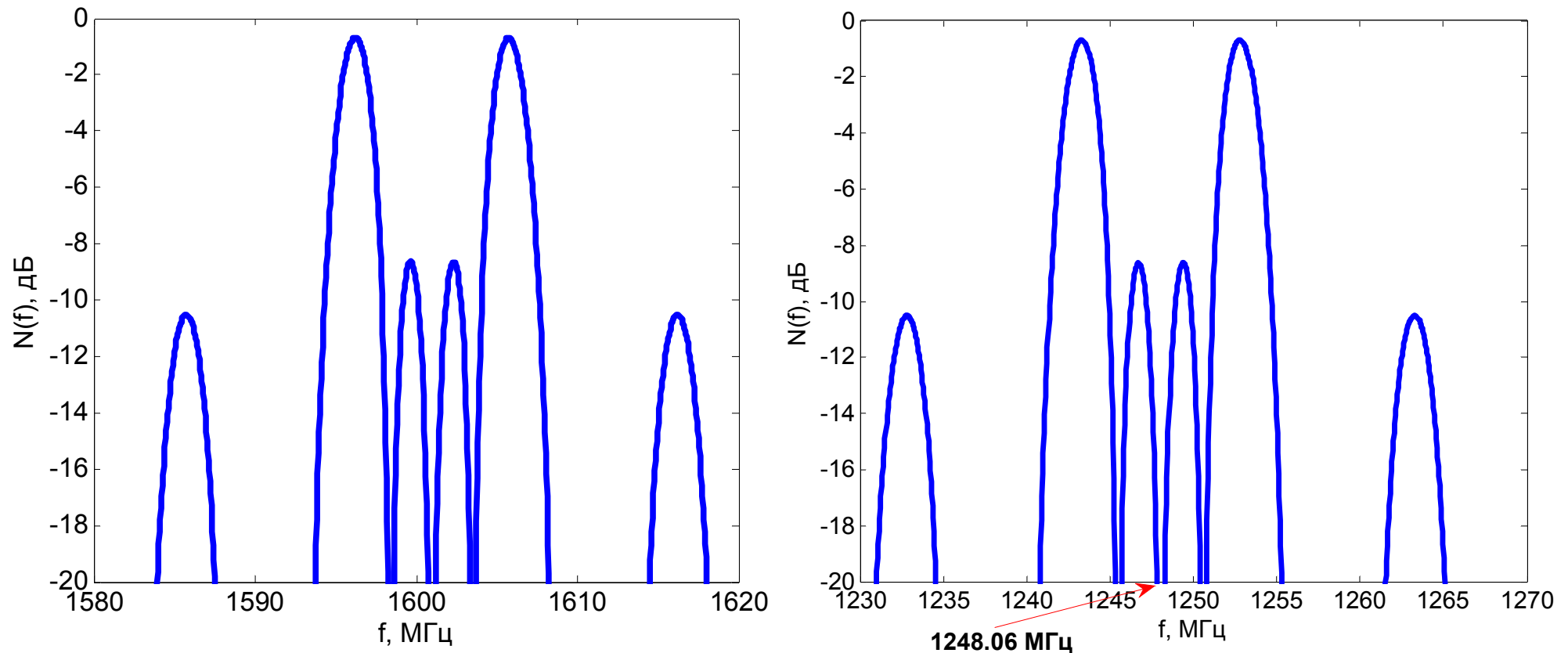
Вид модуляции – BOC(5,2.5) (обе компоненты)

Информационная скорость НС – 125 бит/с

Кодовая скорость НС – 250 бит/с

Спектры сигналов L1SC, L2SC

Уровень СПМ в дБ относительно максимума



Мощность сигнала у поверхности Земли: не менее -158,5 дБВт

(прием на линейно поляризованную антенну с $K_u=3$ дБ, угол возвышения НКА над горизонтом $> 5^\circ$)