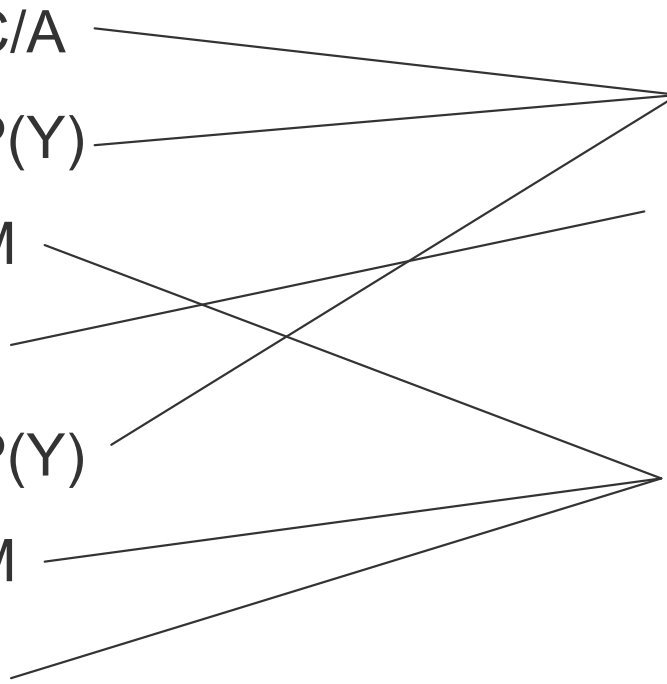


Лекция 4.

Сигналы СРНС GPS. Частотные и спектральные характеристики сигналов

Типы сигналов GPS

- L1 C/A
 - L1 P(Y)
 - L1 M
 - L2C
 - L2 P(Y)
 - L2 M
 - L5
- НКА Block IIA, IIR, IIR-M, IIF
- НКА Block IIR-M, IIF
- НКА Block IIF
- * информация на осень 2012 г.
- 

Сигналы СРНС GPS в настоящее время

Диапазон	Несущая частота	Код	Вид модуляции
L1	1575,42 МГц	C/A	BPSK(1)
		P(Y)	BPSK(10)
		M	BOC(10,5)
L2	1227,6 МГц	P(Y)	BPSK(10)
		L2C	BPSK(1)
		M	BOC(10,5)
L5	1176,45 МГц	L5 (I5,Q5)	QPSK(10) = = 2xBPSK(10)

Традиционные сигналы в диапазонах L1 и L2

Частотные и спектральные характеристики определяются структурой сигнала

$$S_{\text{GPSL1},k}(t) = A \cdot G_{\text{C/A},k}(t) \cdot G_{\text{HC},k}(t) \cdot \cos(2\pi f_{L1}t + \varphi_{0L1}) + \\ + A \cdot G_{\text{P(Y)},k}(t) \cdot G_{\text{HC},k}(t) \cdot \sin(2\pi f_{L1}t + \varphi_{0L1})$$

$$S_{\text{GPSL2},k}(t) = A \cdot G_{\text{P(Y)},k}(t) \cdot \{G_{\text{HC},k}(t)\} \cdot \cos(2\pi f_{L2}t + \varphi_{0L2})$$

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

k – номер сигнала;

C/A – гражданский дальномерный код;

P(Y) – военный дальномерный код;

HC – навигационное сообщение

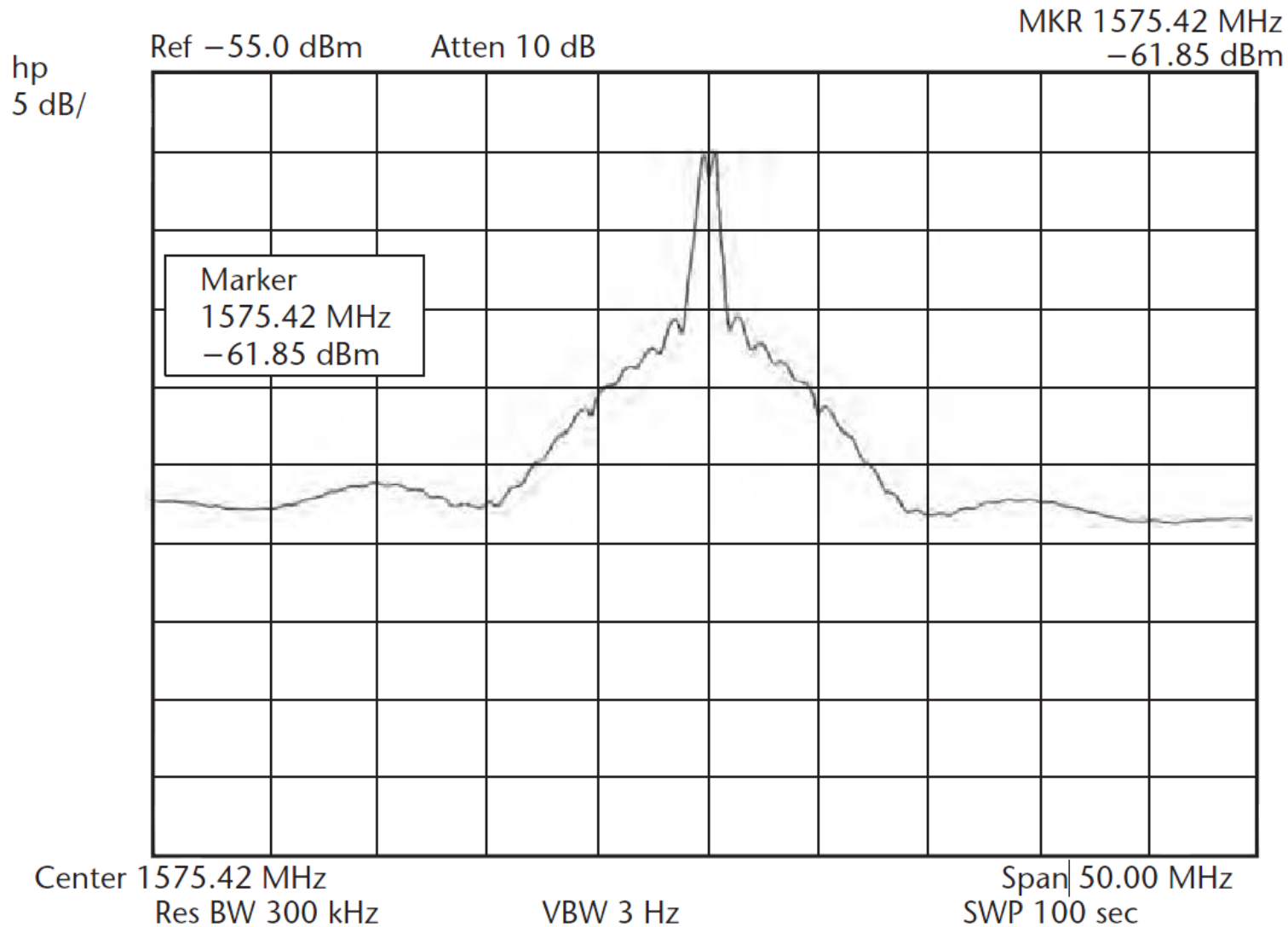
$$f_{L1} = 1575,42 \text{ МГц}$$

$$f_{L2} = 1227,6 \text{ МГц}$$

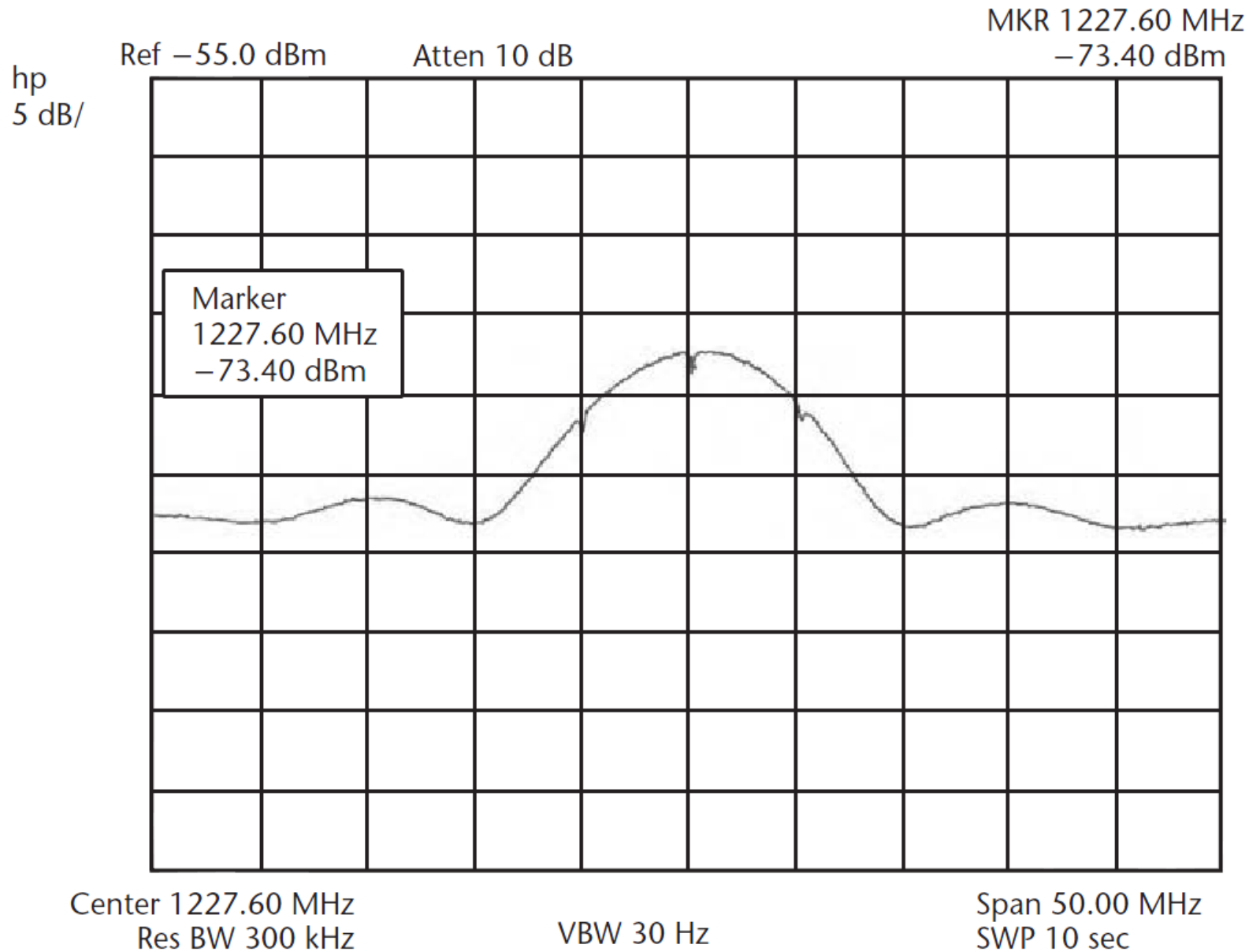
Характеристики бинарных модулирующих последовательностей

Бинарная последовательность	$G_{C/A,k}(t)$	$G_{P(Y),k}(t)$	$G_{HC,k}(t)$
Длительность элементарного символа τ_9	1/1023 мс	1/10230 мс	20 мс
Период T	1 мс	нет	-

Спектр сигналов C/A и P(Y) в диапазоне L1



Спектр сигнала P(Y) в диапазоне L2



Новый гражданский сигнал в диапазоне L2: L2C

$$s_{L2C,k}(t) = A \cdot \left| \begin{array}{c} G_{CM,k}(t) \cdot G_{HC,k}(t) \\ G_{CL,k}(t) \end{array} \right| \cdot \sin(2\pi f_{L2}t + \varphi_{0L2})$$

Временное мультиплексирование дальн-х кодов:

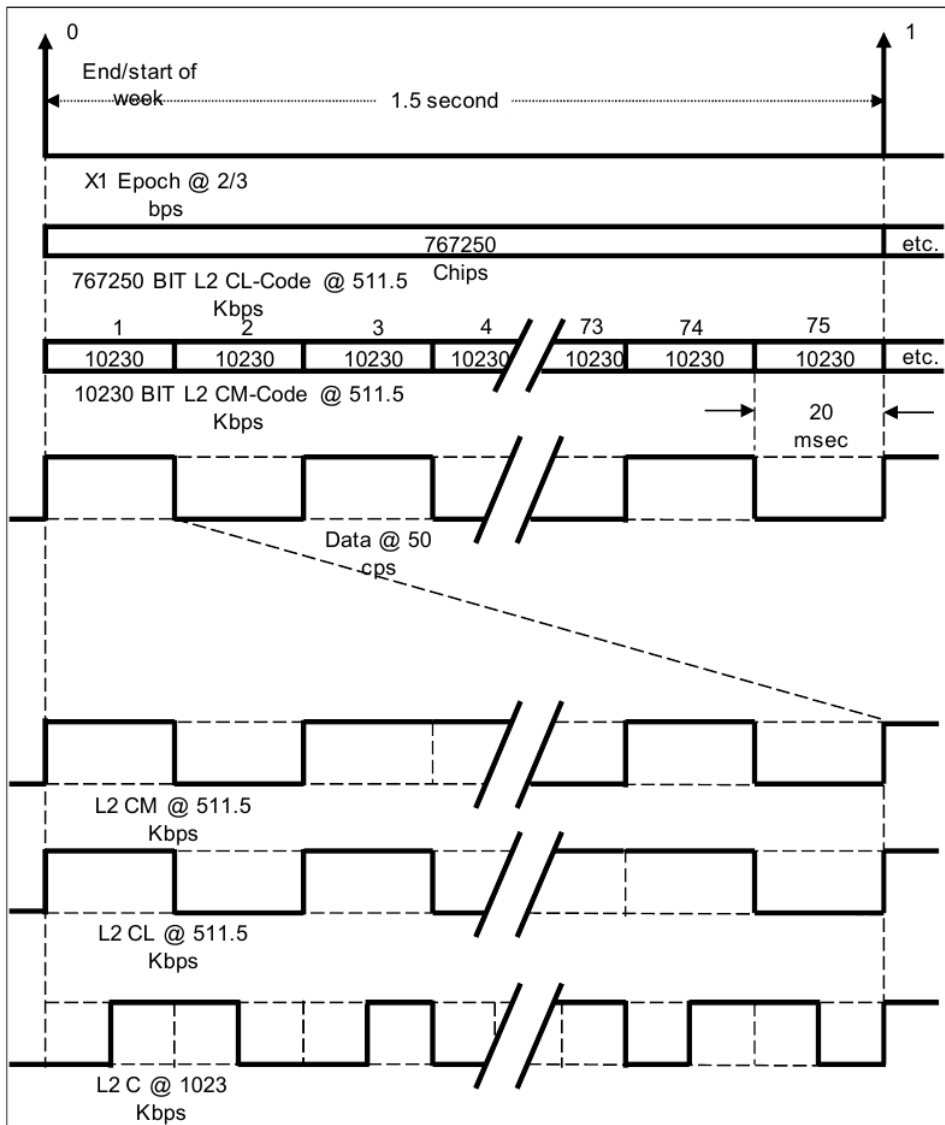
$$G_{xxx}(t) = \{\pm 1\}$$

CL – Code Long (длинный код);

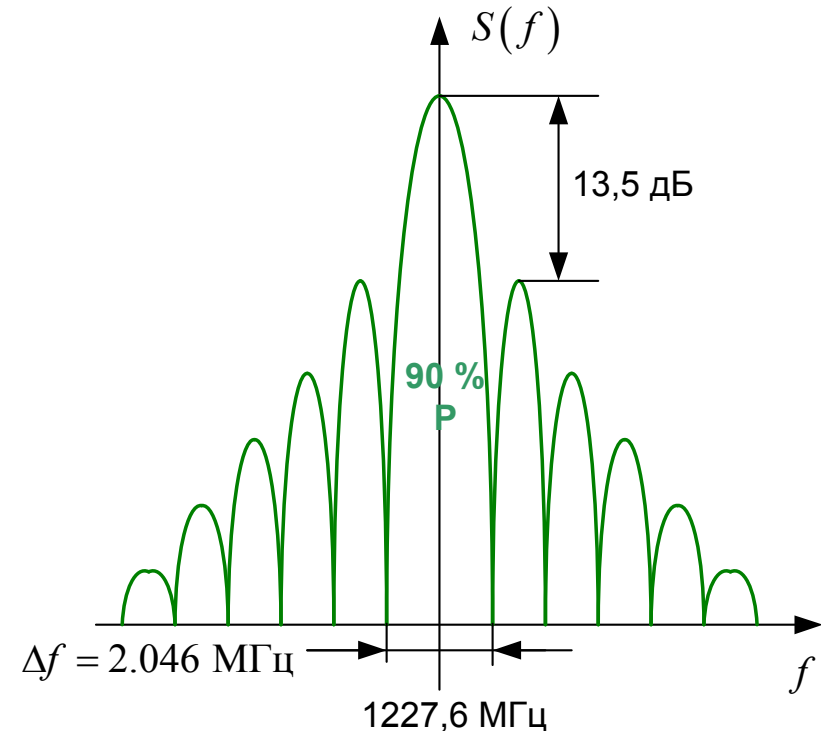
CM – Code Moderate (код средней длительности);

Бинарная последовательность	$G_{CM,k}(t)$	$G_{CL,k}(t)$	$G_{HC,k}(t)$
Длительность элементарного символа τ_s	1/511,5 мс	1/511,5 мс	20 мс
Период T	20 мс	1,5 с	-

Временное мультиплексирование дальномерных кодов сигнала L2C



Спектр сигнала L2C
соответствует BPSK(1)



Новый гражданский сигнал GPS в диапазоне L5 (ИКД ICD_GPS_705)

$$s_{\text{GPSL5},k}(t) = A \cdot G_{\text{I5},k}(t) \cdot G_{\text{NHI}}(t) \cdot G_{\text{HC},k}(t) \cdot \cos(2\pi f_{L5}t + \varphi_{0L5}) + \quad (\text{I5})$$

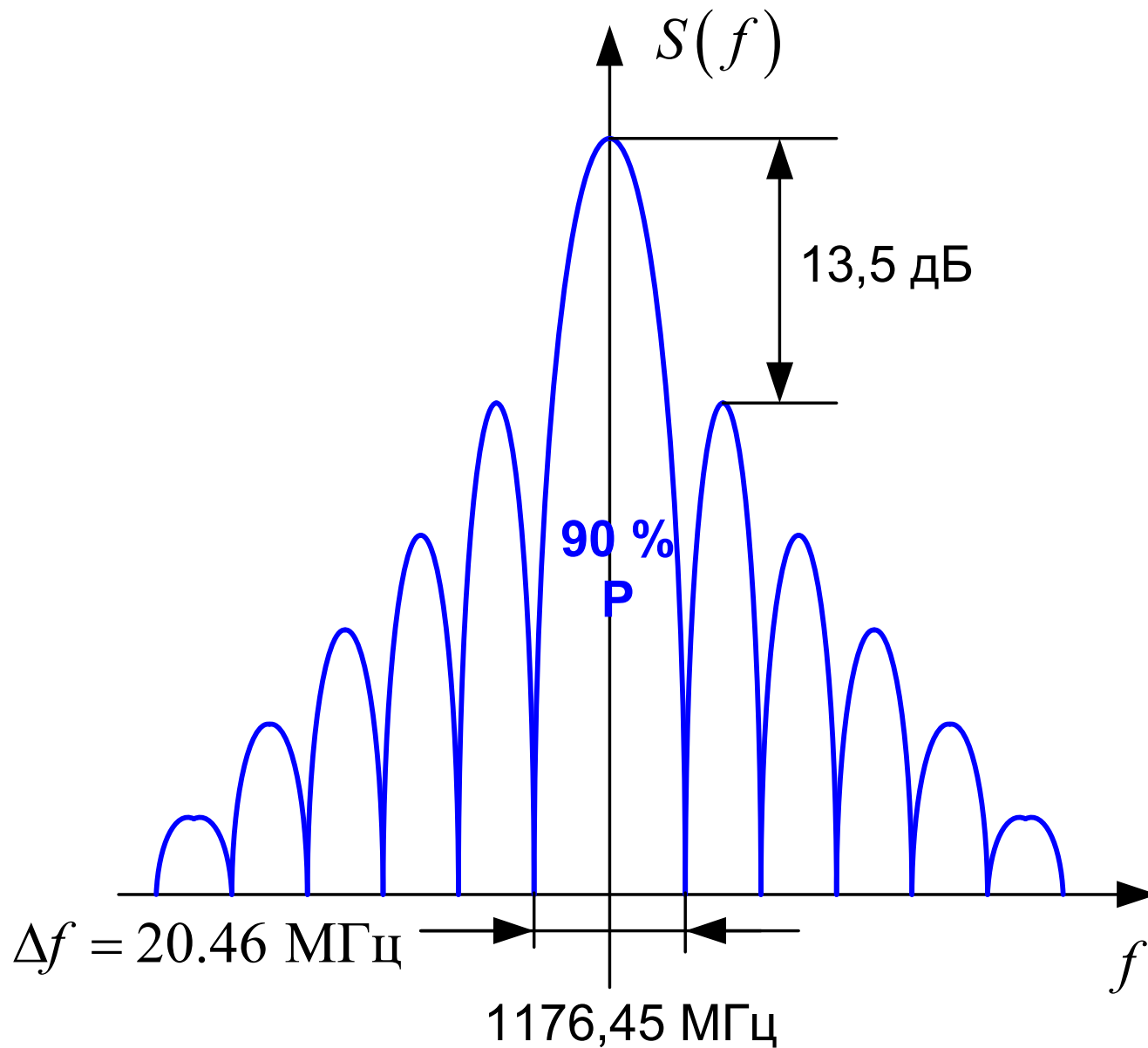
$$+ A \cdot G_{\text{Q5},k}(t) \cdot G_{\text{NHQ}}(t) \cdot \sin(2\pi f_{L5}t + \varphi_{0L5}) \quad (\text{Q5})$$

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

I5, Q5 – дальномерные коды (Q5-пилот, I5-данные);
 NHI, NHQ - коды Неймана-Хоффмана;
 HC – навигационное сообщение;

Бинарная последовательность	$G_{\text{I5},k}(t),$ $G_{\text{Q5},k}(t)$	$G_{\text{NHI}}(t)$	$G_{\text{NHQ}}(t)$	$G_{\text{HC}}(t)$
Длительность элементарного символа $\tau_{\text{э}}$	1/10230 мс	1 мс	1 мс	10 мс
Период T	1 мс	10 мс	20 мс	-

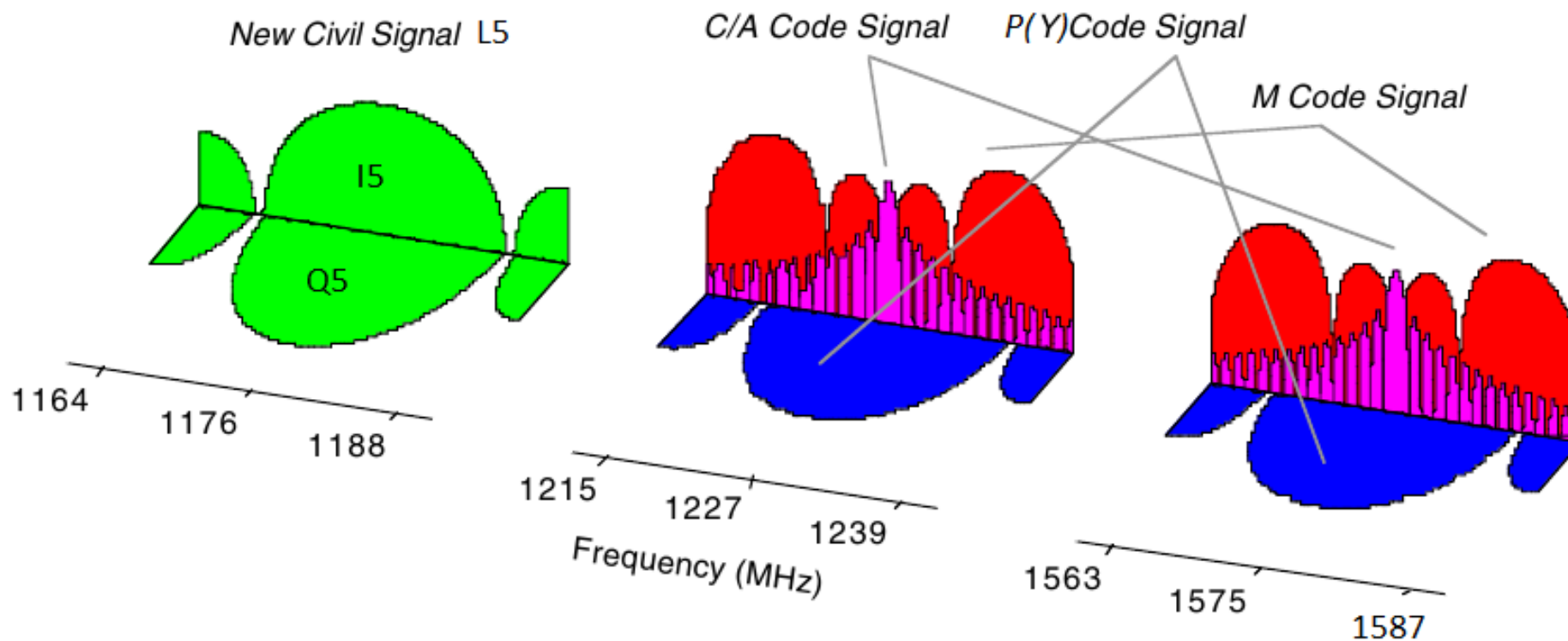
Спектр сигнала L5 – BPSK(10)



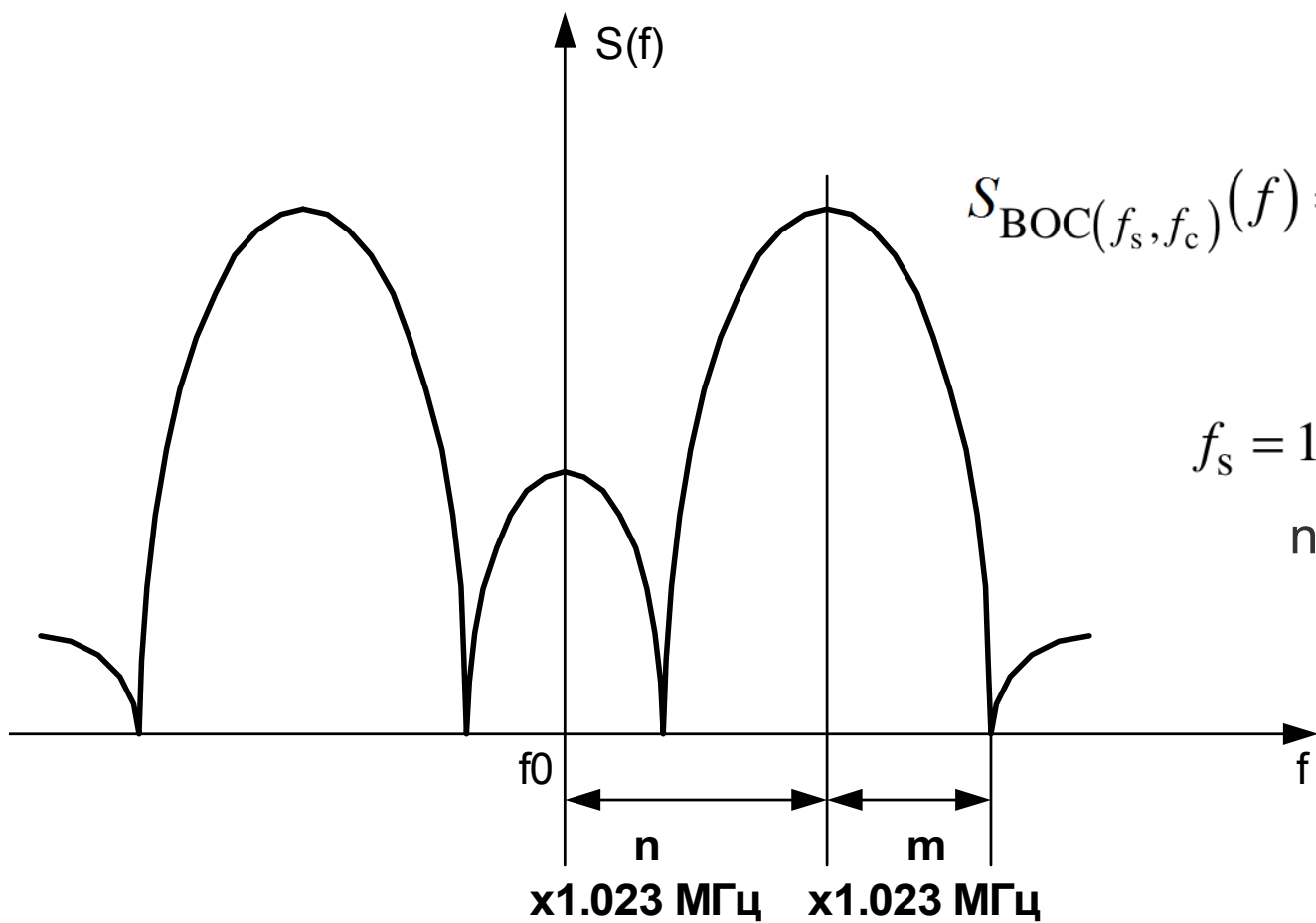
Новый военный сигнал GPS в диапазонах L1/L2 с M-кодом

Google: "Overview of the GPS M Code Signal"

Brian C. Barker, John W. Betz, ...



Спектр сигналов с модуляцией BOC (Binary Offset Carrier)

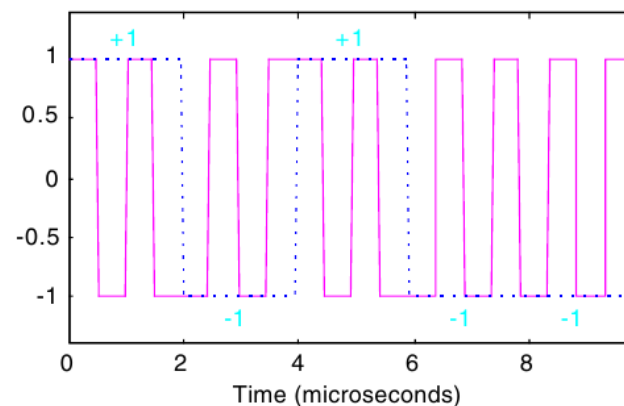


$$S_{\text{BOC}(f_s, f_c)}(f) = f_c \left(\frac{\sin\left(\frac{\pi f}{2f_s}\right) \sin\left(\frac{\pi f}{f_c}\right)}{\pi f \cos\left(\frac{\pi f}{2f_s}\right)} \right)^2,$$

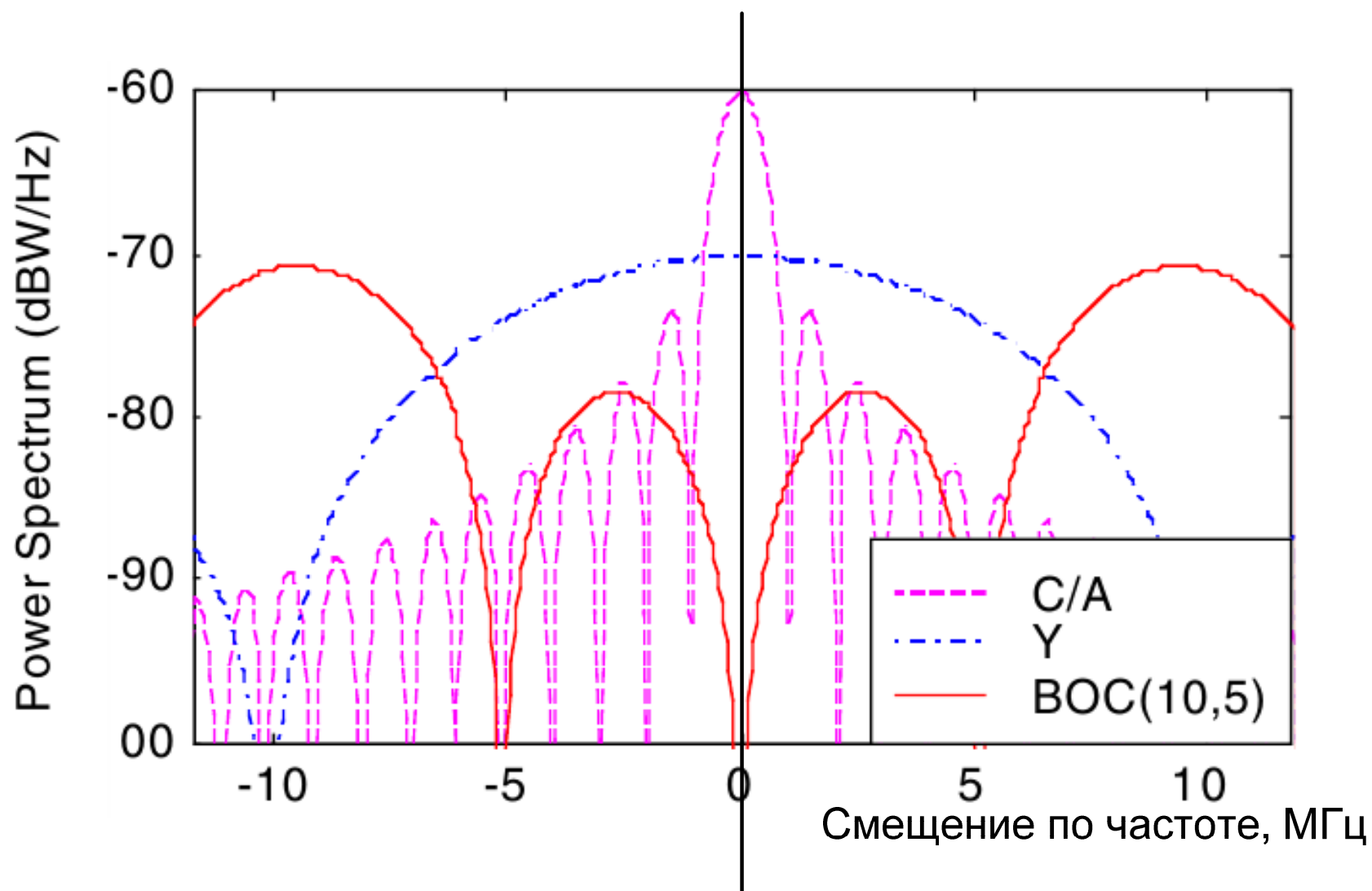
$$f_s = 10.23 \times 10^6, f_c = 5.115 \times 10^6,$$

$n=10$ $m=5$

BOC(n,m)



Спектр сигналов с М-кодом



$$f_{L1} = 1575,42 \text{ МГц}$$

$$f_{L2} = 1227,6 \text{ МГц}$$