

# Лекция 5.

## Сигналы СРНС Galileo.

### Частотные и спектральные характеристики сигналов

#### Типы сигналов Galileo

- E1-B/C
  - E1-A
  - E6-B/C
  - E6-A
  - E5a
  - E5b
- Диапазон L1,  $f_{E1} = 1575,42$  МГц
- Диапазон L2,  $f_{E6} = 1278,75$  МГц
- Диапазон L5,  $f_{E5a} = 1176,45$  МГц
- Диапазон L3,  $f_{E5b} = 1207,14$  МГц

# Сигналы диапазона L1

Частотные и спектральные характеристики определяются структурой сигнала

$$s_{E1-B/C,k}(t) = \frac{A}{\sqrt{2}} \left\{ G_{E1-B,k}(t) \cdot G_{HC,k}(t) \cdot (\alpha \cdot sc1(t) + \beta \cdot sc6(t)) - G_{E1-C,k}(t) \cdot (\alpha \cdot sc1(t) - \beta \cdot sc6(t)) \right\} \times \cos(2\pi f_{L1}t + \varphi_{0L1})$$

$$G_{xxx}(t) = \{\pm 1\}, \quad f_{L1} = 1575,42 \text{ МГц}, \quad \alpha = \sqrt{\frac{10}{11}}, \quad \beta = \sqrt{\frac{1}{11}}$$

$k$  – номер сигнала;

$B$  – дальномерный код компоненты с данными;

$C$  – дальномерный код пилот-компоненты;

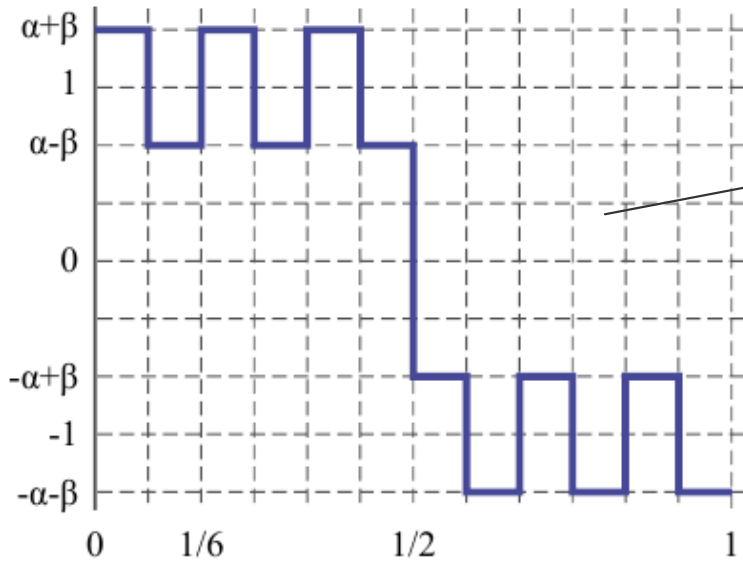
$HC$  – навигационное сообщение

$sc1(t)$  – цифровая поднесущая с частотой  $1 \times 1.023$  МГц -  $\sin \text{ВОС}(1,1)$

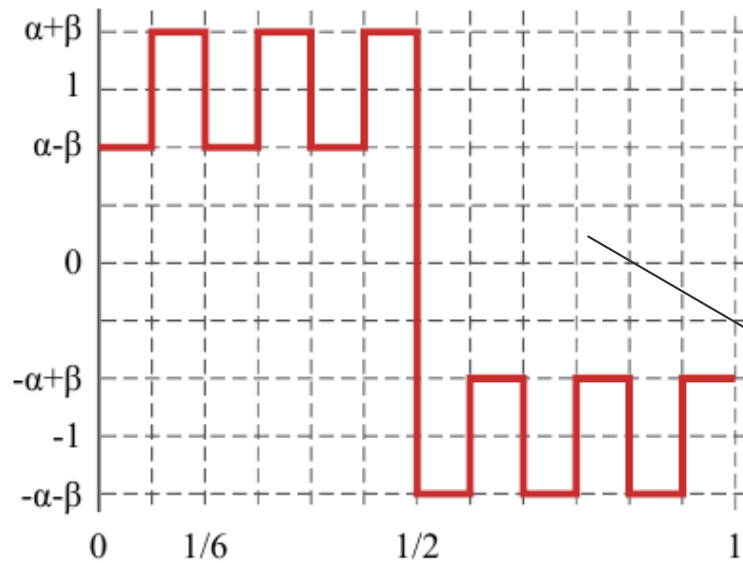
$sc6(t)$  – цифровая поднесущая с частотой  $6 \times 1.023$  МГц -  $\sin \text{ВОС}(6,1)$

**Вид модуляции:  $\text{СВОС}(6,1,1/11) = 10/11 \text{ ВОС}(1,1) + 1/11 \text{ ВОС}(6,1)$**

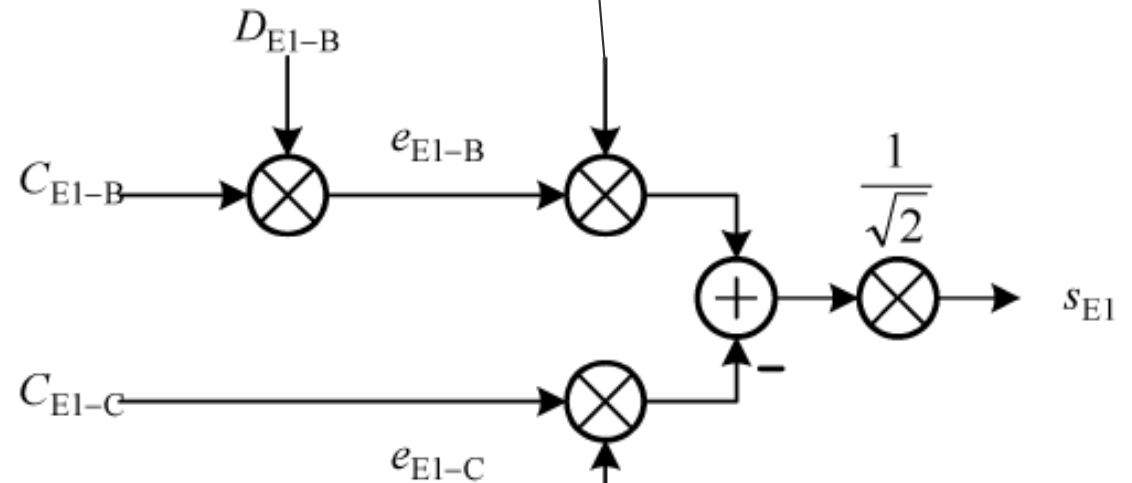
# Суммирование цифровых поднесущих для E1-B/C



$$(\alpha \cdot sc1(t) + \beta \cdot sc6(t))$$



$$(\alpha \cdot sc1(t) - \beta \cdot sc6(t))$$

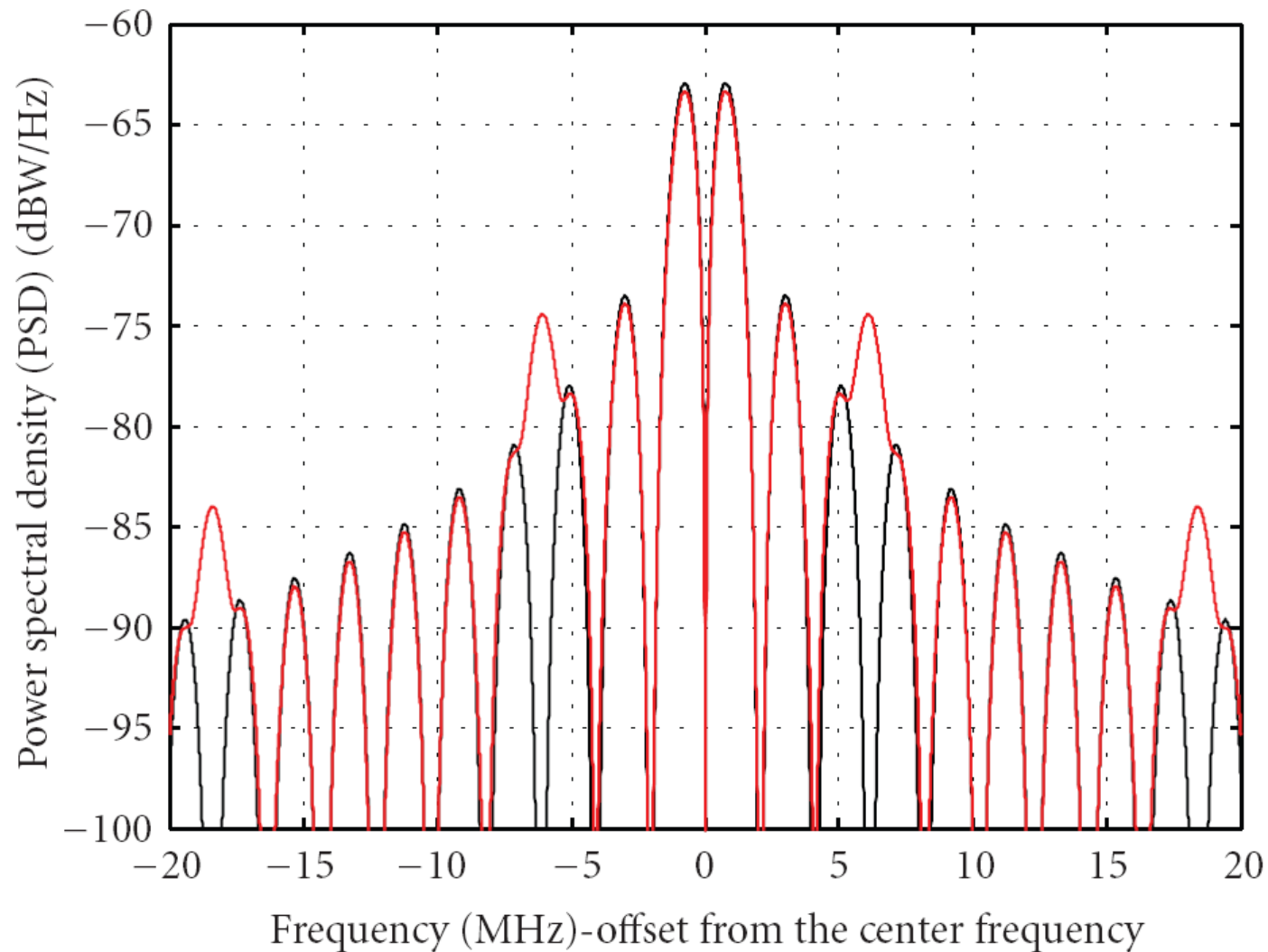


$t/T_{scE1-C,a}$

# Характеристики бинарных модулирующих последовательностей E1-B/C

Бинарная последовательность	$G_{E1-B,k}(t)$	$G_{E1-C,k}(t)$	$sc1(t)$	$sc6(t)$	$G_{HC}(t)$
Длительность элементарного символа $\tau_9$	1/1023 мс	1/1023 мс	1/2046 мс	1/12276 мс	4 мс
Период $T$	4 мс	100 мс	1/1023 мс	1/6138 мс	-

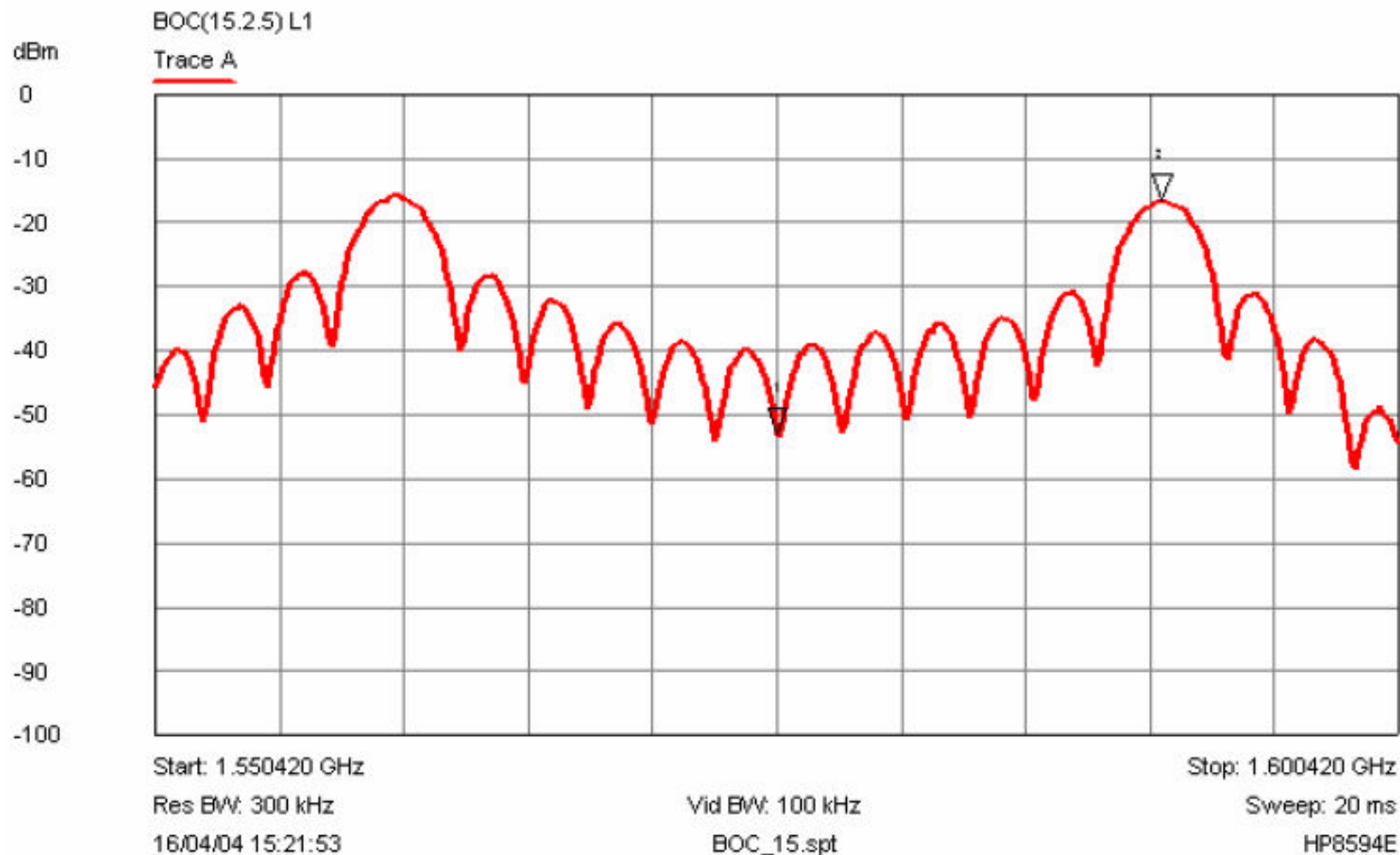
# Спектр сигнала E1-B/C в диапазоне L1 ( $f_0=1575.42$ МГц)



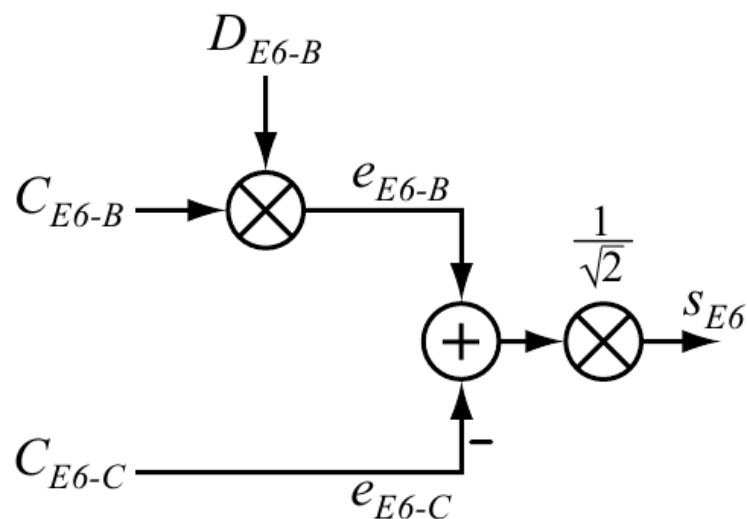
# Сигнал E1-A в диапазоне L1

## $f_0=1575.42$ МГц

Вид модуляции: BOC(15, 2.5), ширина спектра 36 МГц



# Сигналы E6, $f_0=1278.75$ МГц



E6-B/C:

Вид модуляции BPSK(5),  
ширина спектра 10.23 МГц

Spectral component  
non discussed in this  
SIS ICD

E6 Signal:

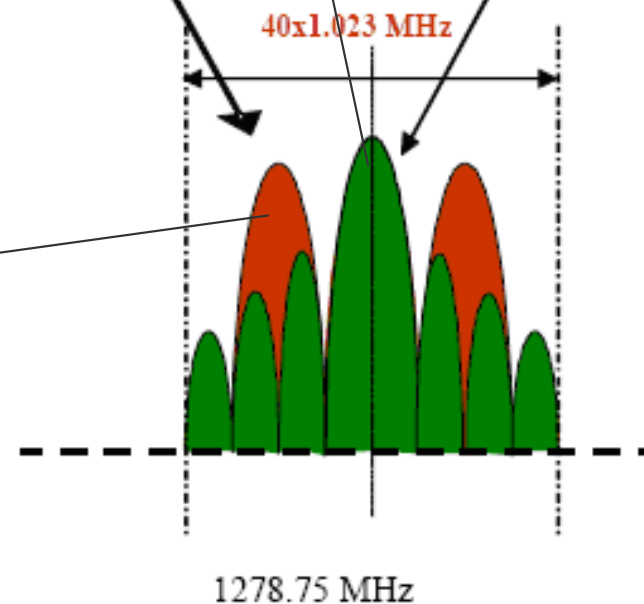
Data + Pilot

BPSK mod.

$R_c=5.115$  Mcps

$R_s=1000$  sps

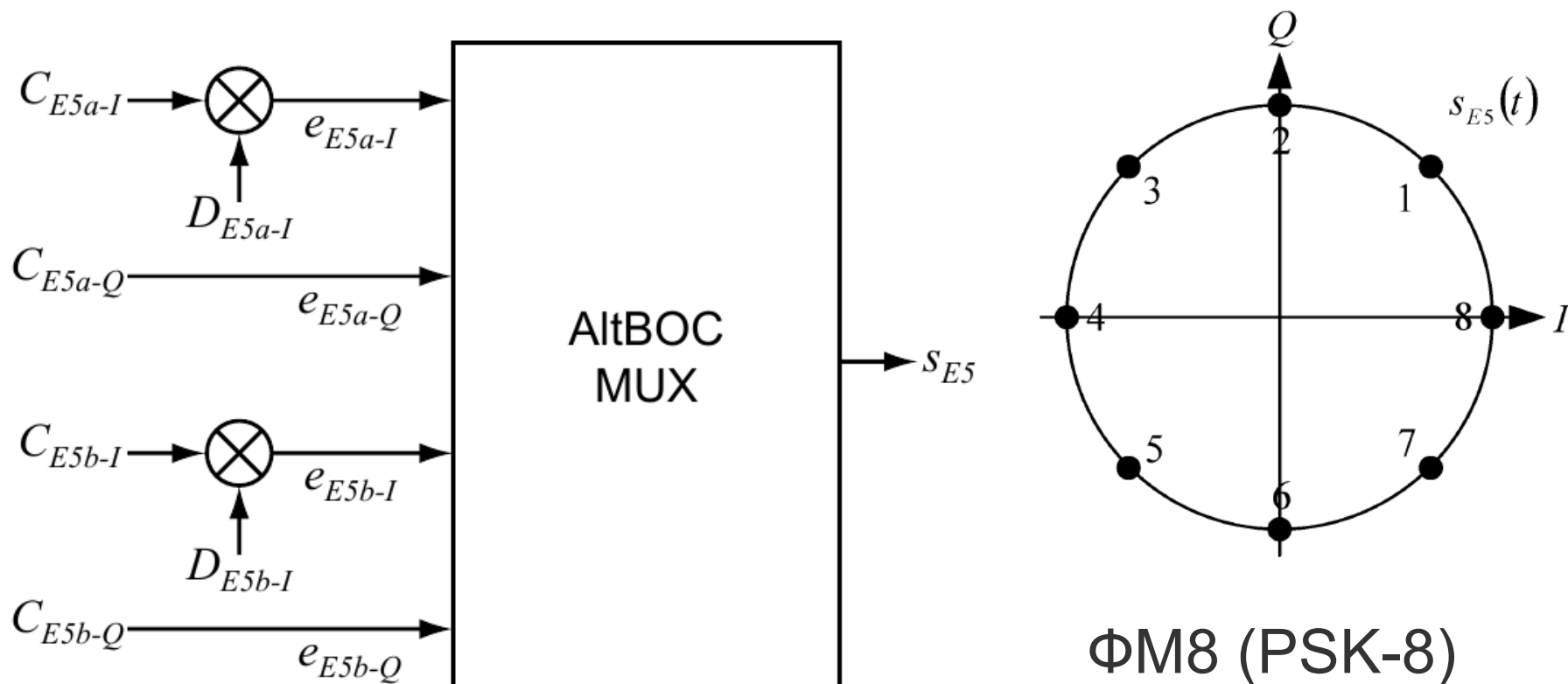
CS Service



E6-A:

Вид модуляции BOC(10,5),  
ширина спектра 30.69 МГц

# Сигналы E5 с модуляцией AltBOC(15,10), $f_0=1191.795$ МГц



$$s_{E5}(t) = \exp\left(j \frac{\pi}{4} k(t)\right) \quad \text{with} \quad k(t) \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\},$$



# Модуляция AltBOC по таблице замен

$T_{s,E5}$  = период цифровой поднесущей =  $1/(15 \times 1,023 \text{ МГц})$

		Input Quadruples															
eE5a-l		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1
eE5b-l		-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1
eE5a-Q		-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1
eE5b-Q		-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
$t' = t \text{ modulo } T_{s,E5}$		$k$ according to $s_{E5}(t) = \exp(jk\pi/4)$															
$i_{Ts}$	$t'$																
0	$[0, T_{s,E5}/8[$	5	4	4	3	6	3	1	2	6	5	7	2	7	8	8	1
1	$[T_{s,E5}/8, 2T_{s,E5}/8[$	5	4	8	3	2	3	1	2	6	5	7	6	7	4	8	1
2	$[2T_{s,E5}/8, 3T_{s,E5}/8[$	1	4	8	7	2	3	1	2	6	5	7	6	3	4	8	5
3	$[3T_{s,E5}/8, 4T_{s,E5}/8[$	1	8	8	7	2	3	1	6	2	5	7	6	3	4	4	5
4	$[4T_{s,E5}/8, 5T_{s,E5}/8[$	1	8	8	7	2	7	5	6	2	1	3	6	3	4	4	5
5	$[5T_{s,E5}/8, 6T_{s,E5}/8[$	1	8	4	7	6	7	5	6	2	1	3	2	3	8	4	5
6	$[6T_{s,E5}/8, 7T_{s,E5}/8[$	5	8	4	3	6	7	5	6	2	1	3	2	7	8	4	1
7	$[7T_{s,E5}/8, T_{s,E5}[$	5	4	4	3	6	7	5	2	6	1	3	2	7	8	8	1

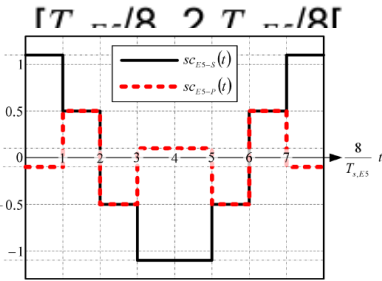
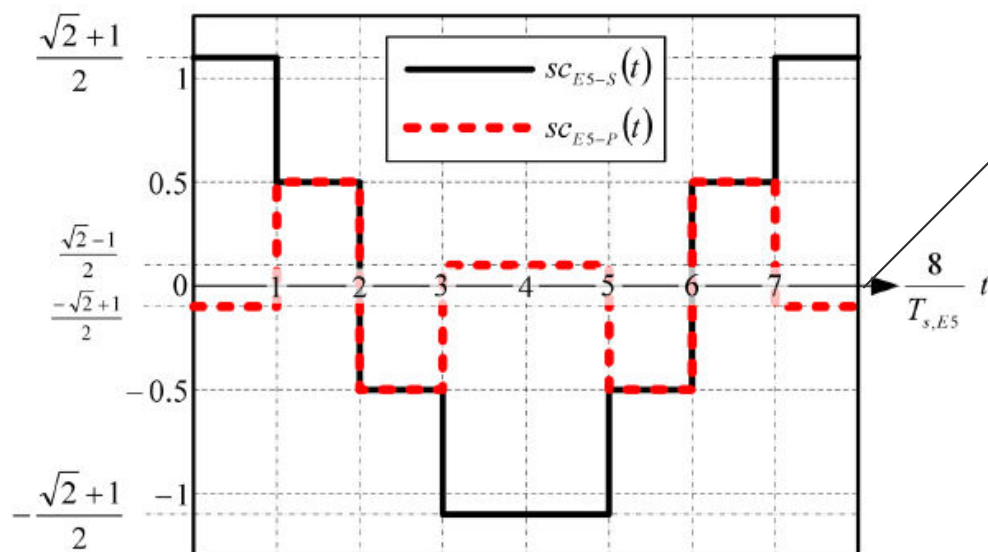


Table 6. Look-up Table for AltBOC Phase States

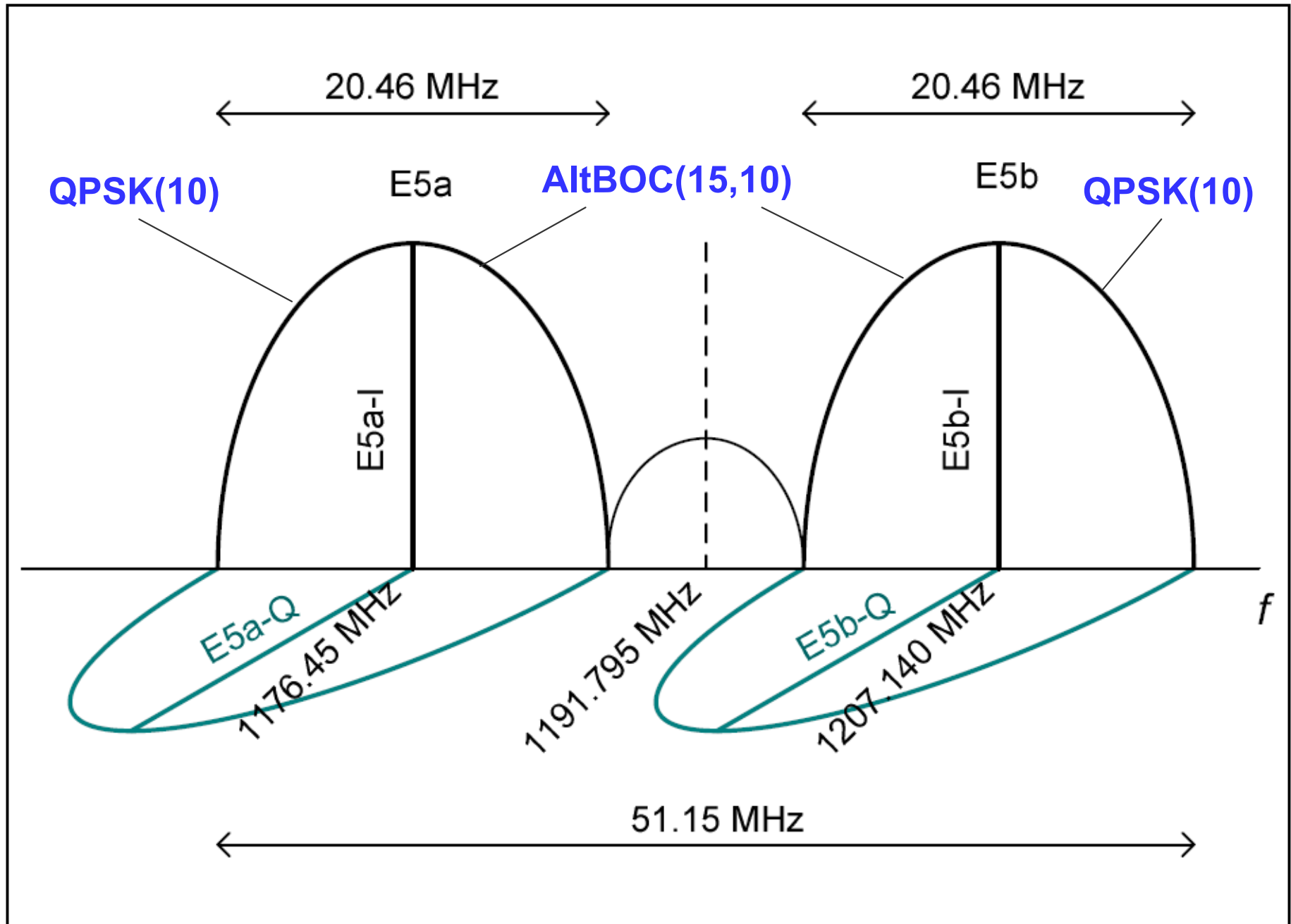
# Характеристики бинарных модулирующих последовательностей E5

Бинарная последовательность	$C_{E5a-Q,k}(t)$ $C_{E5b-Q,k}(t)$	$C_{E5a-I,k}(t)$	$C_{E5b-I,k}(t)$	$D_{E5a-I}(t)$	$D_{E5b-I}(t)$
Длительность элементарного символа $\tau_s$	1/10230 мс	1/10230 мс	1/10230 мс	20 мс	4 мс
Период $T$	100 мс	20 мс	4 мс	-	-

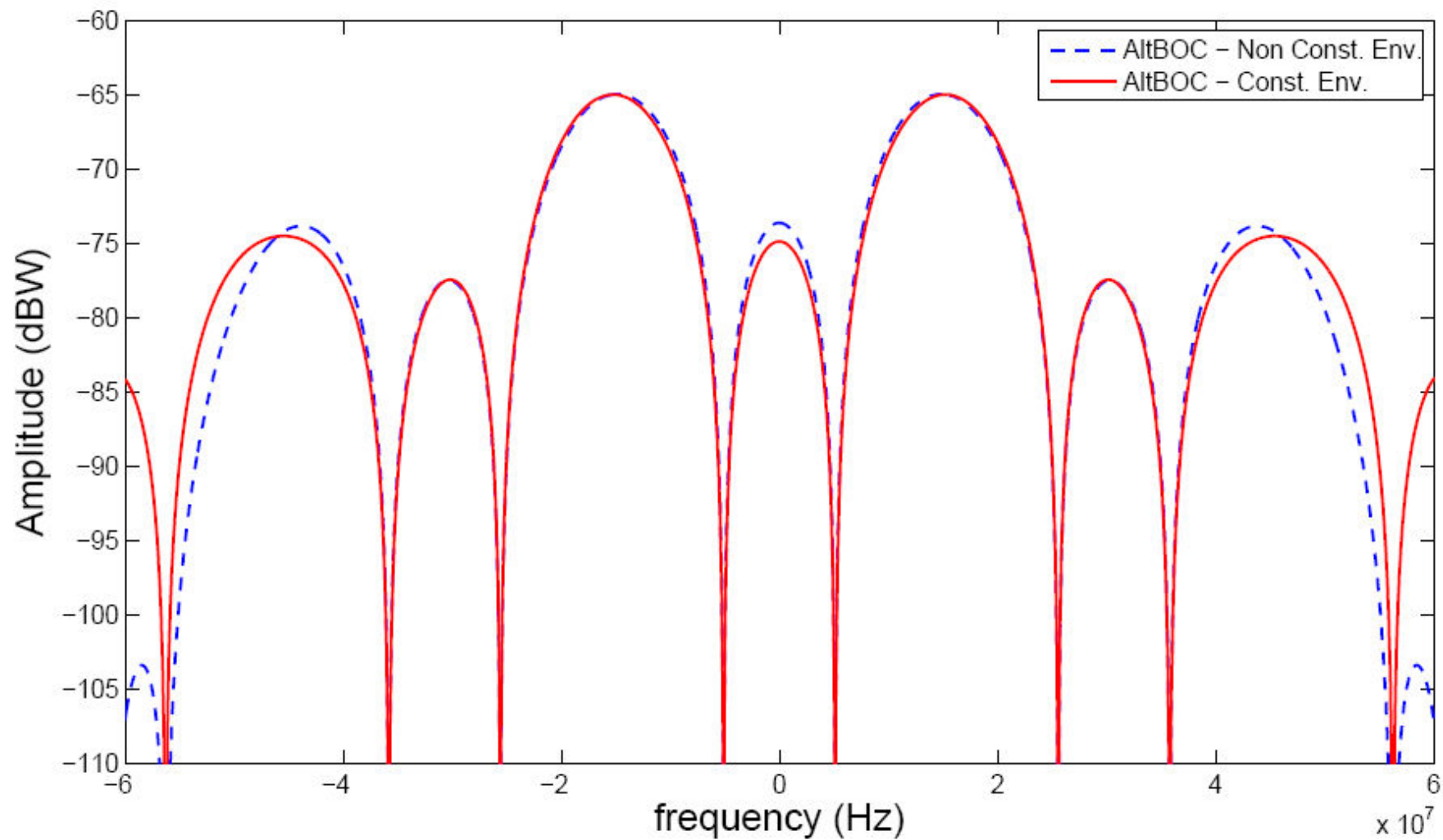


$$T_{s,E5} = 1 / (15 \cdot 1,023 \text{ МГц}) = 0,0652 \text{ мкс}$$

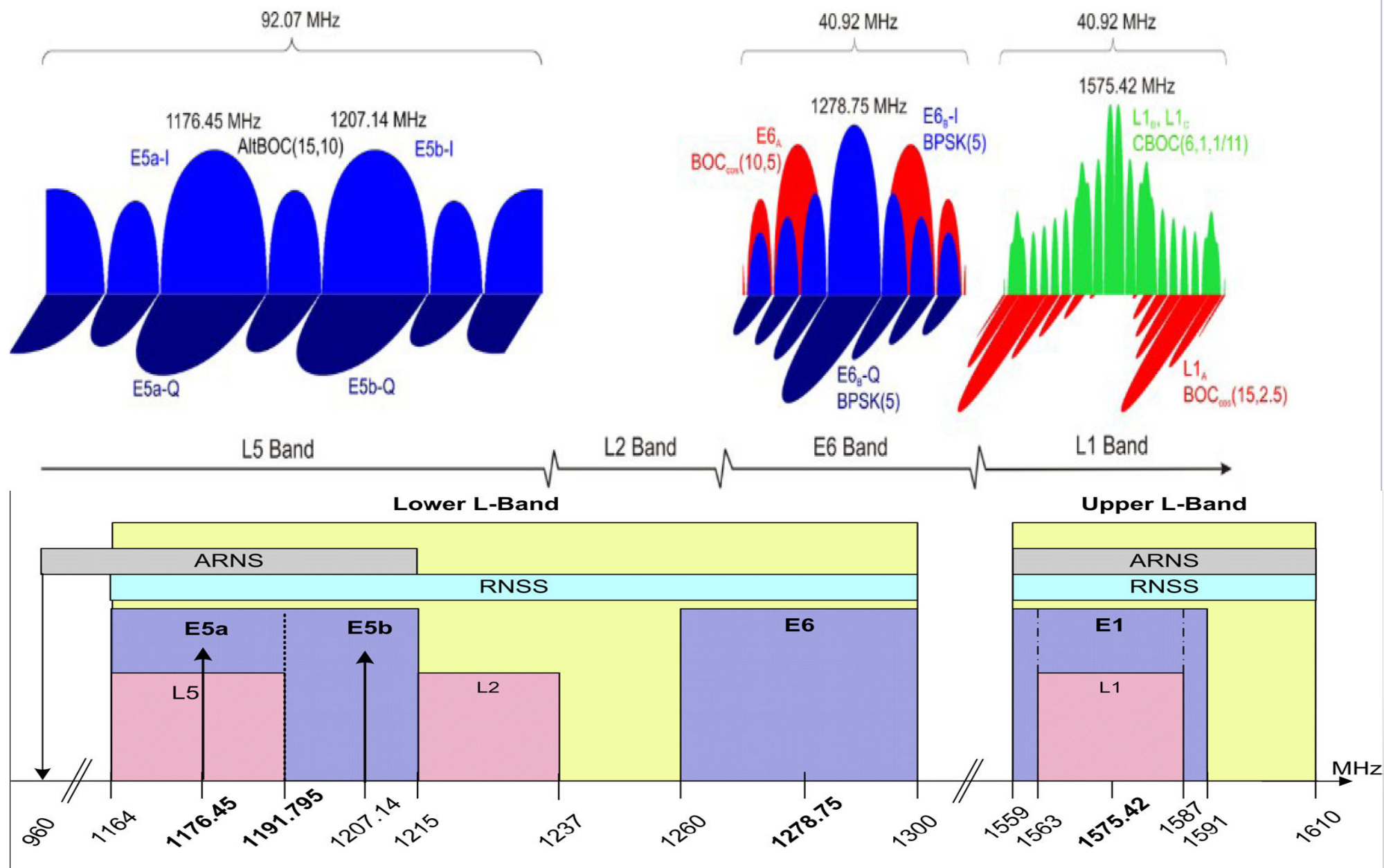
# Спектр сигнала E5



# Спектр сигнала E5



# Общий спектр сигналов Galileo



# Сводка сигналов Galileo

Диапазон	Тип дальномерного кода	Несущая частота, МГц	Тип модуляции	Полоса частот, МГц	Период дальн. кода, мс	Чиповая скорость, МГц	Скорость данных, бит/с	Миним.альная мощность на входе НАП, дБВт	Максимальная мощность на входе НАП, дБВт
<i>L1</i>	L1	1575.42	CBOC (1,6,1,10/1)	4/14	4	1,023	250	-157	-152
	L1-B	1575.42							
	L1-C	1575.42							
	L1-A	1575.42	BOC(15,2.5)	35	н/д	2,5575	н/д	-157	-152
<i>E6</i>	E6	1278,75	BPSK(5)	10	1	5,115	1000	-155	-150
	E6-B	1278,75							
	E6-C	1278,75							
	E6-A	1278,75	BOC(10,5)	30,69	н/д	5,115	н/д	-155	-150
<i>E5</i>	E5	1191,795	AltBOC(15,10)	50	20	10,23	Нет	-152	-147
	E5a	1176,45							
	E5a-I	1176,45							
	E5a-Q	1176,45	AltBOC(15,10)	20,46	100	10,23	Нет	-158	-153
	E5b	1207,14							
	E5b-I	1207,14							
	E5b-Q	1207,14							