

Лекция 12. Сигналы СРНС Galileo

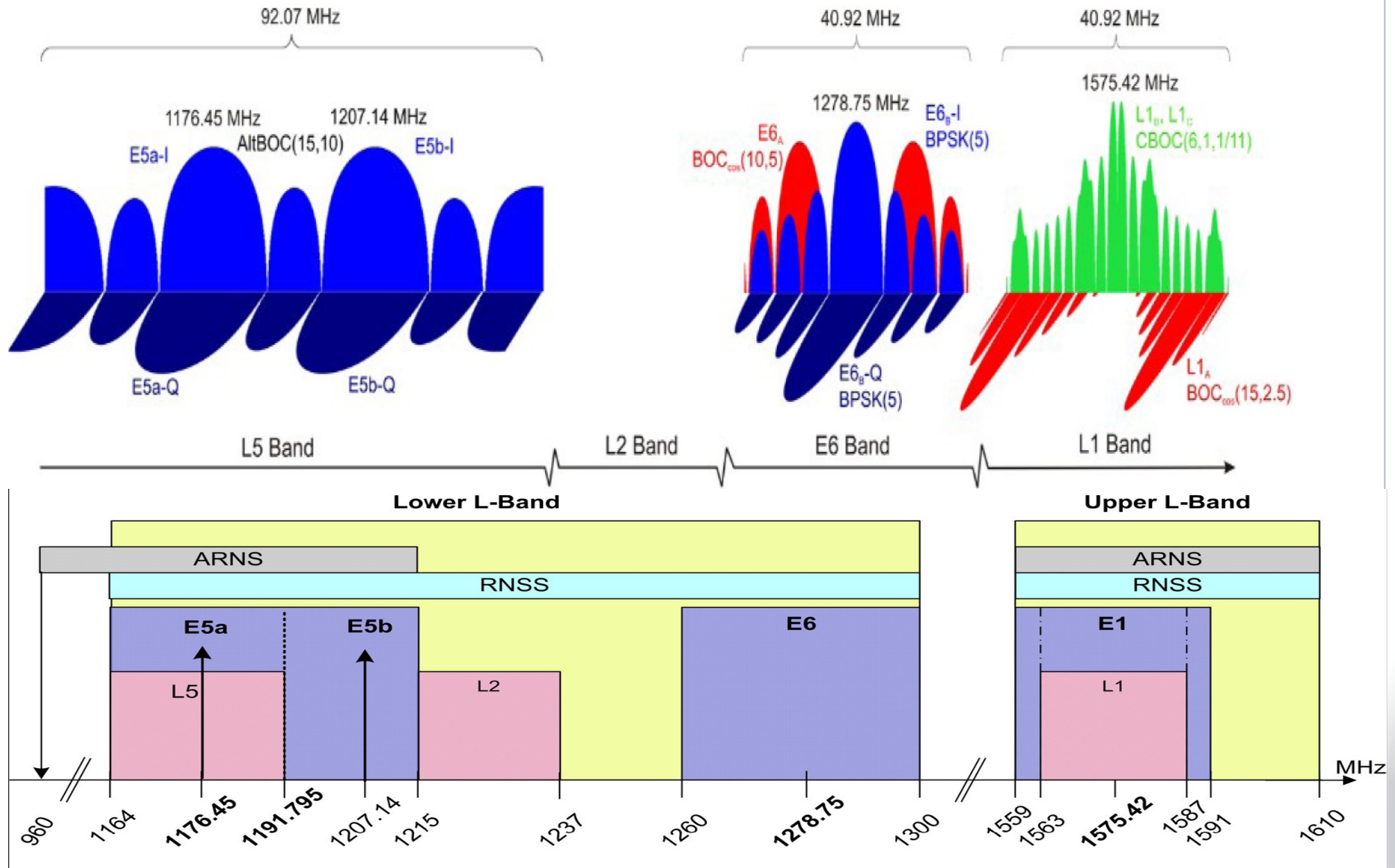
Типы сигналов Galileo

- 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

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							
<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							
	E5b	1207,14							
	E5b-I	1207,14							
	E5b-Q	1207,14							

Спектры сигналов и частотный план Galileo



Сигналы E1-B/C (OS-SYS-ICD)

Вид модуляции: СВРС(6,1,1/11) = 10/11 ВРС(1,1) + 1/11 ВРС(6,1)

2 компоненты: пилотная (E1-C) и информационная (E1-B)

Уплотнение компонент – простая сумма

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

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

k – номер сигнала;

B – дальномерный код информационной компоненты;

C – дальномерный код пилотной компоненты;

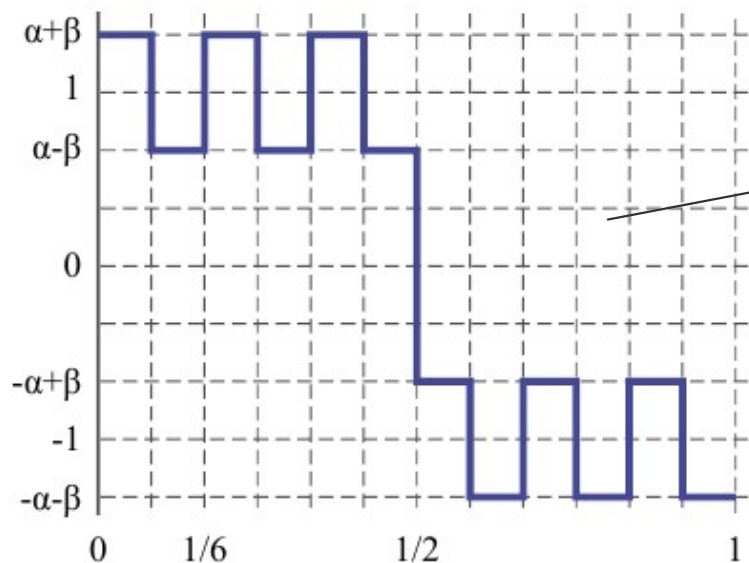
$ОК$ – оверлейный код;

$НС$ – навигационное сообщение;

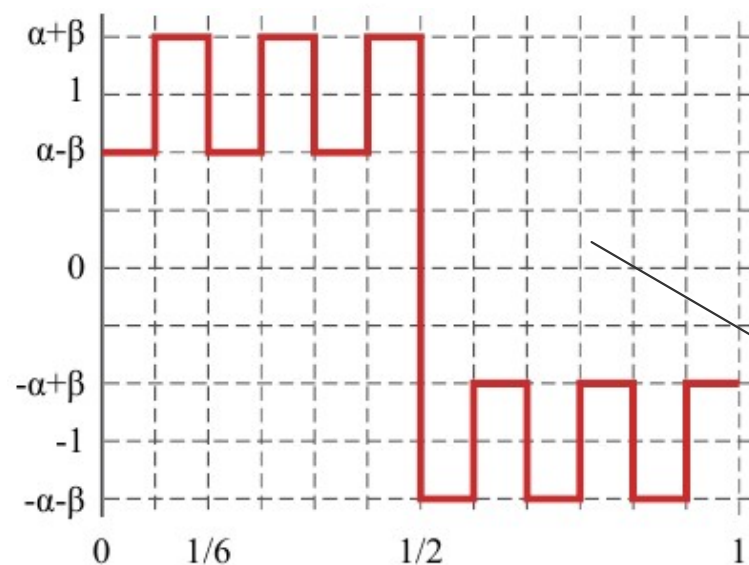
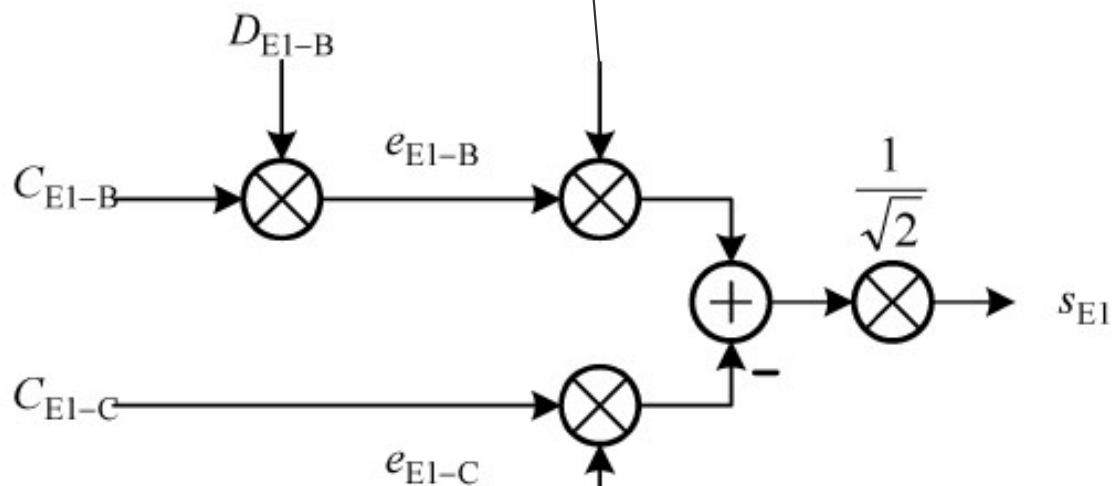
$sc1(t)$ – цифровая поднесущая с частотой 1×1.023 МГц - ВРС(1,1);

$sc6(t)$ – цифровая поднесущая с частотой 6×1.023 МГц - ВРС(6,1).

Суммирование цифровых поднесущих для E1-B/C



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



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

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

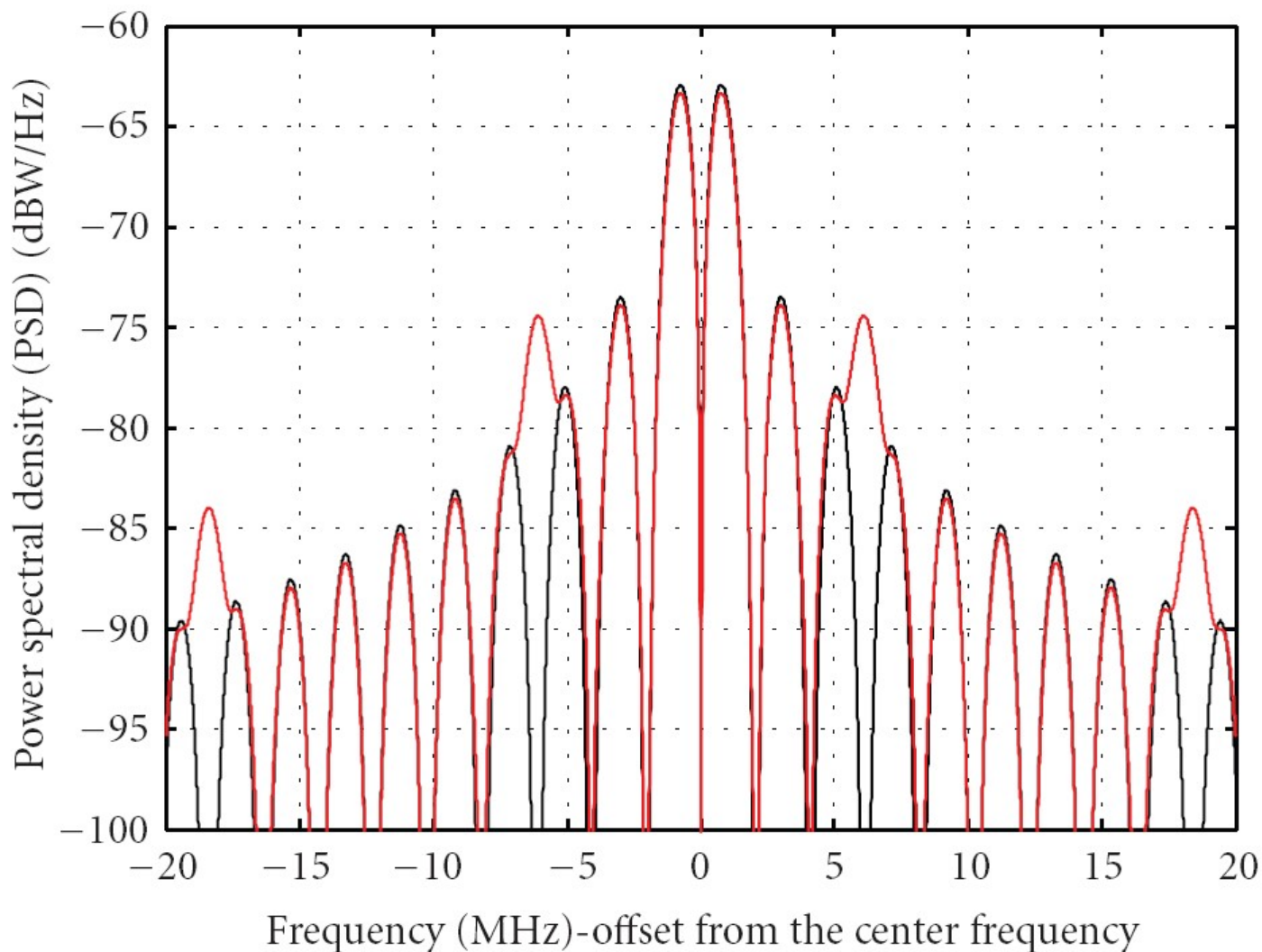
Характеристики бинарных модулирующих последовательностей E1-B/C

Последовательность	$G_{E1-B,k}(t)$	$G_{HC}(t)$	$G_{E1-C,k}(t)$	$G_{OK}(t)$	$sc1(t)$	$sc6(t)$
Длительность элементарного символа τ_s	1/1023 мс	4 мс	1/1023 мс	4 мс	1/2046 мс	1/12276 мс
Период T	4092 бит 4 мс	-	4092 бит 4 мс	25 бит 100 мс	1/1023 мс	1/6138 мс

Спектр сигнала E1-B/C

- Определяется видом модуляции:

21/11 ВОС(1,1) + 1/11 ВОС(6,1)



Дальномерные коды E1-B/C

Дальномерный код E1-B (в информационном сигнале)

Тип: оптимизированная квазислучайная последовательность

Период: $T = 4$ мс

Длина кода $L=4092$ бит

Частота выборки символов: $F_T = 1,023$ Мбит/с

Дальномерный код E1-C (в пилотном сигнале)

Тип: оптимизированная квазислучайная последовательность

Период: $T = 4$ мс

Длина кода $L=4092$ бит

Частота выборки символов: $F_T = 1,023$ Мбит/с

Оверлейный (secondary) код (в пилотном сигнале E1-C)

Тип: последовательность 0x380AD90 (16-ричное представление)

Период: $T = 100$ мс

Длина кода $L=25$ бит

Частота выборки символов: $F_2 = 250$ кбит/с

Формирование дальномерных кодов для E1-B/C

3.4.2. E1-B and E1-C Primary Codes

The E1-B and E1-C primary codes are pseudo-random memory code sequences according to the hexadecimal representation provided in Annex C (provided only in the electronic version of this ICD). Note that each set of codes for each signal component comprises 50 members.

C.8. Primary Codes for the E1-C Component

E1C Code No 1

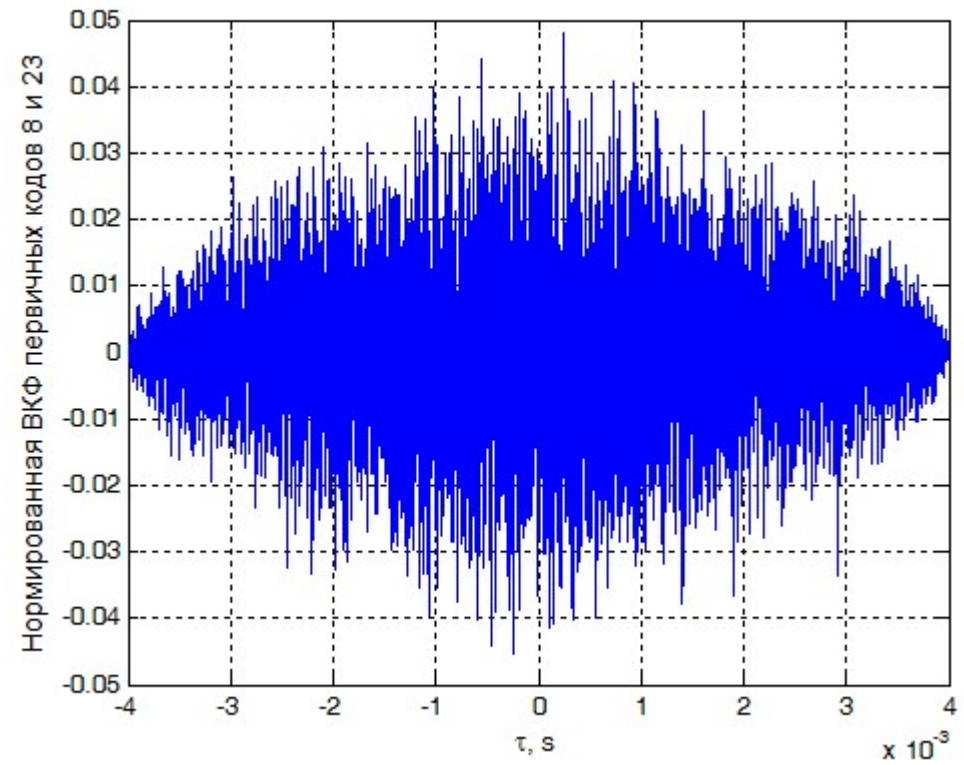
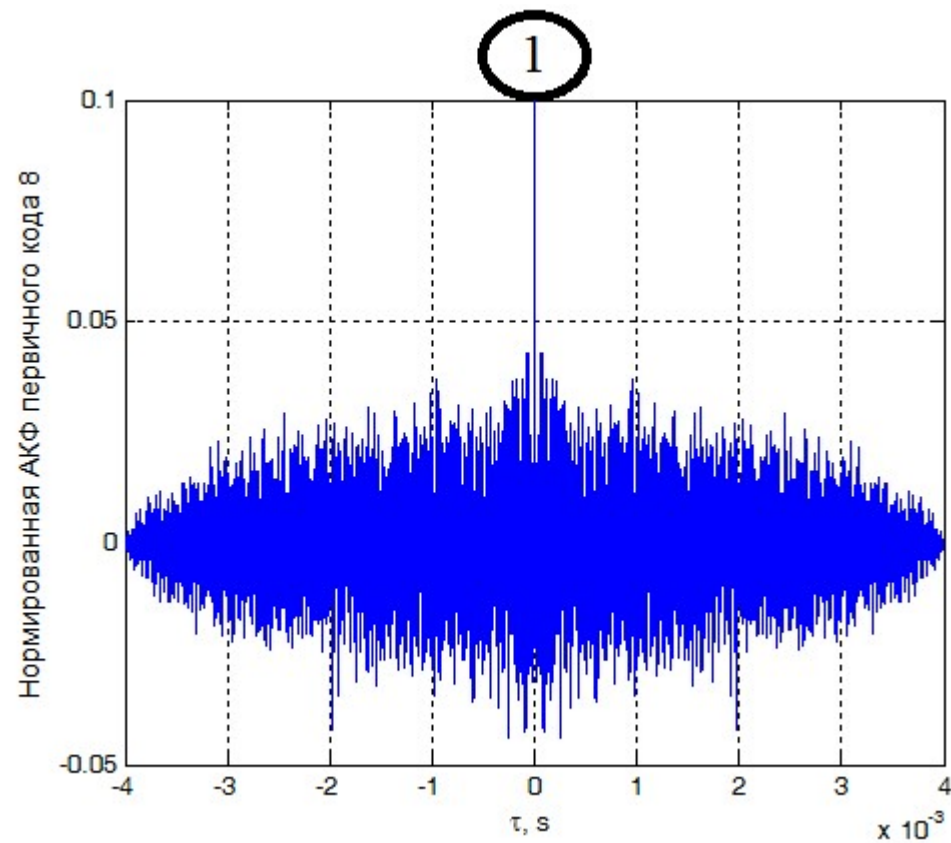
```
B39340CA1C817D81EF4FAE4E95BF3504A77090909E848560E9E2EE802180E85E82194E059002C6C  
4C52021FEB7EC64FD416BCEBC8E39D64  
636D3EAB957037D09E879AE5F3A39834  
9488467FF9758B0D15A8CE89187A1D5  
87E8BDA05766218773ED4F70F8D1D07C  
9F300310B88898DDEEFD484538C31A9B  
55CE8037BA4C46C2573181748A212E4B  
8D56DD1D9A7E510C90CF219104385F53  
BD1CF8662EB777C3F94EA3F962D7B794  
2409AB536BE4055AFBC4330CD1E4B550  
09B0A6D2C5D92EB3C9E2278C1F2221FF  
A2BA8670EE5A4F463E8E56F8F1D3E7F4  
BB34977EB3E4242EAF870D86660D6A73  
BAD5700D22EDAF431FD340
```

C.7. Primary Codes for the E1-B Component

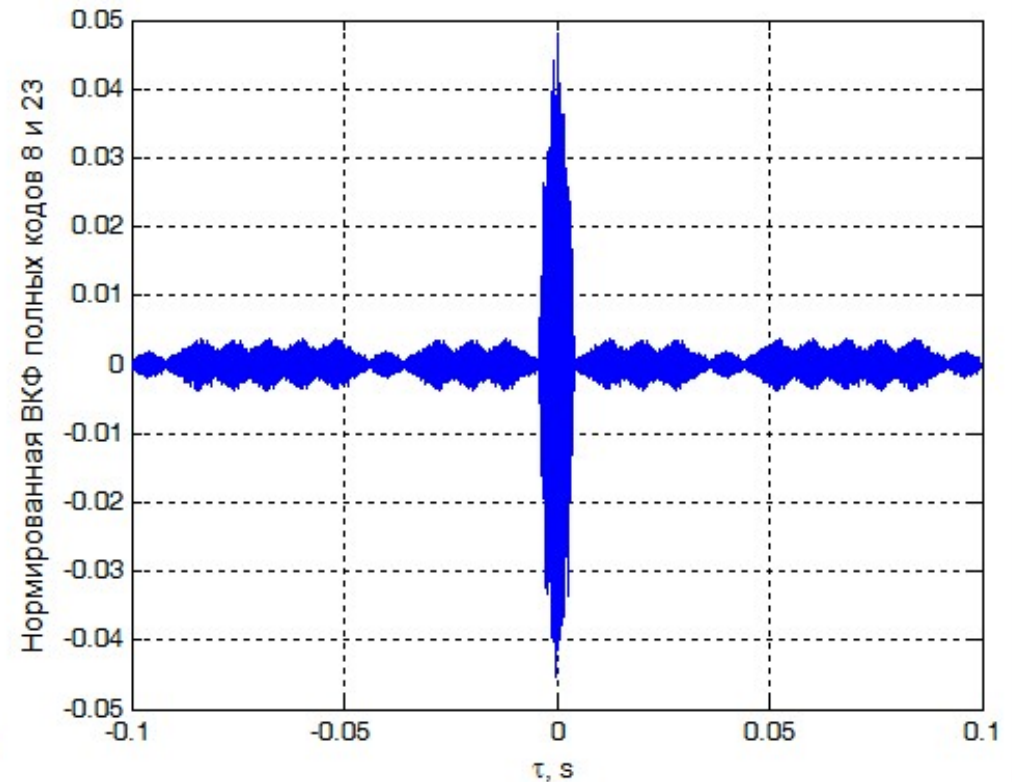
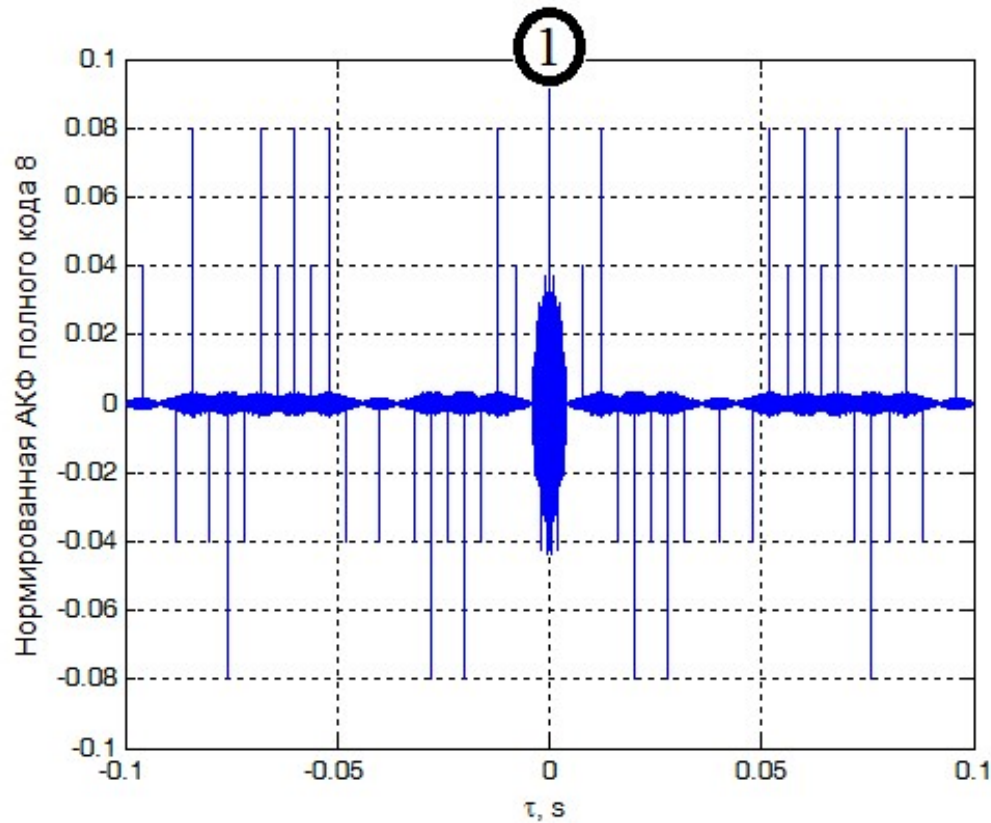
E1B Code No 1

```
F5D710130573541B9DBD4FD9E9B20A0D59D144C54BC7935539D2E75810FB51E494093A0A19DD7  
9C70C5A98E5657AA578097777E86BCC4651CC72F2F974DC766E07AEA3D0B557EF42FF57E6A58E  
805358CE9257669133B18F80FDBDFB38C5524C7FB1DE079842482990DF58F72321D9201F8979E  
AB159B2679C9E95AA6D53456C0DF75C2B4316D1E2309216882854253A1FA60CA2C94ECE013E2A  
8C943341E7D9E5A8464B3AD407E0AE465C3E3DD1BE60A8C3D50F831536401E776BE02A6042FC4  
A27AF653F0CFC4D4D013F115310788D68CAEAD3ECC5330587EB3C22A1459FC8E6FCCE9CDE84  
9A5205E70C6D66D125814D698DD0EEBFEAE52CC65C5C84EEDF207379000E169D318426516AC5D  
1C31F2E18A65E07AE6E33FDD724B13098B3A444688389EFBBB5EEAB588742BB083B679D42FB26  
FF77919EAB21DE0389D9997498F967AE05AF0F4C7E177416E18C4D5E6987ED3590690AD127D87  
2F14A8F4903A12329732A9768F82F295BEE391879293E3A97D51435A7F03ED7FBE275F102A832  
02DC3DE94AF4C712E9D006D182693E9632933E6EB773880CF147B922E74539E4582F79E39723B  
4C80E42EDCE4C08A8D02221BAE6D17734817D5B531C0D3C1AE723911F3FFF6AAC02E97FEA69E3  
76AF4761E6451CA61FDB2F9187642EFCDD63A09AAB680770C1593EEDD4FF4293BFFD6DD2C3367E  
85B14A654C834B6699421A
```

АКФ и ВКФ дальномерных кодов Е1-В



АКФ и ВКФ дальномерных кодов Е1-С





Навигационное сообщение в сигнале E1-B

Информационная скорость: 125 бит/с

Помехоустойчивое кодирование: FEC(133,171), перемежение бит в строке

Кодовая скорость: 250 бит/с

Символьная синхронизация и устранение инверсного приема: дальномерный код (1 период ДК = 1 символ ЦИ)

Длина суперкадра (frame): 12 мин, 24 кадра

Длина кадра (subframe): 30 с, 15 строк

Длина строки (page): 2 с, 250 бит

Контроль ошибок: CRC24 (24 бита)

Строковая синхронизация: преамбула 0101100000

Особенности: наличие «тревожных» строк длиной 1 с; НС повторяется в сигнале E5b-I со сдвигом на 1 с

Структура строки в НС E1-B

E5b-I							
Even/odd=0	Page Type	Data i (1/2)				Tail	Total (bits)
1	1	112				6	
Even/odd=1	Page Type	Data i (2/2)	Reserved 1	CRC _i	Reserved 2	Tail	Total (bits)
1	1	16	64	24	8	6	

E1-B									
Even/odd=1	Page Type	Data j (2/2)	Reserved 1	SAR	Spare	CRC _j	Reserved 2	Tail	Total (bits)
1	1	16	40	22	2	24	8	6	
Even/odd=0	Page Type	Data k (1/2)						Tail	Total (bits)
1	1	112						6	