

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ	5
ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ.....	5
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	7
1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ.....	9
2 СТРУКТУРА ИЗЛУЧАЕМОГО СИГНАЛА L3OC.....	11
2.1 Общая схема формирования сигнала L3OC	11
2.2 Структура генераторов дальномерных кодов сигнала L3OC.....	13
2.3 Структура сверточного кодера.....	16
2.4 Структура оверлейных кодов КБ и НХ	16
3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ ЦИ РАДИОСИГНАЛА L3OCD	17
4 СТРУКТУРА СЛУЖЕБНЫХ ПОЛЕЙ ЦИ СИГНАЛА L3OCD	18
4.1 Общая структура строки сигнала L3OCd.....	18
4.2 Служебные поля строки сигнала L3OCd.....	19
4.3 Аномальные строки сигнала L3OCd.....	23
4.4 Циклический код (300,276).....	26
4.5 Циклический код (200,176) строки 1-го типа сигнала L3OCd.....	28
4.6 Циклический код (400,376) строки 2-го типа сигнала L3OCd.....	28
5 СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ ЦИ СИГНАЛА L3OCD	29
5.1 Информационные поля строки и типы строк сигнала L3OCd.....	29
5.2 Строки 10-го, 11-го и 12-го типа сигнала L3OCd.....	30
5.3 Строка 20-го типа сигнала L3OCd	38
5.4 Строка 25-го типа сигнала L3OCd	42
5.5 Строка 16-го типа сигнала L3OCd	45
5.6 Строки 31-го и 32-го типа сигнала L3OCd.....	48
5.7 Строка 60-го типа сигнала L3OCd	51
5.8 Строка 0-го типа сигнала L3OCd	53
5.9 Аномальные строки 1-го и 2-го типа сигнала L3OCd.....	54

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рисунок 2.1 – Структура сигнала L3OC.....	11
Рисунок 2.2 – Схема формирования сигнала L3OC.....	12
Рисунок 2.3 – Структура сверточного кодера.....	16
Рисунок 4.1 – Общая структура строки ЦИ сигнала L3OCd.....	18
Рисунок 4.2 – Аномальная строка 1-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	23
Рисунок 4.3 – Аномальная строка 2-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	25
Рисунок 4.4 – Схема циклического кодирования (300,276).....	26
Рисунок 4.5 – Схема вычисления синдрома для кода (300,276).....	27
Рисунок 5.1 – Строка 10-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	30
Рисунок 5.2 – Строка 11-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	31
Рисунок 5.3 – Строка 12-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	32
Рисунок 5.4 – Строка 20-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	38
Рисунок 5.5 – Строка 25-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	42
Рисунок 5.6 – Строка 16-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	45
Рисунок 5.7 – Строка 31-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	48
Рисунок 5.8 – Строка 32-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	49
Рисунок 5.9 – Строка 60-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	51
Рисунок 5.10 – Строка 0-го типа сигнала L3OCd.....	53

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

Таблица 2.1 – Первые и последние 32 символа дальномерных кодов ДК _{L3OCd}	14
Таблица 2.2 – Первые и последние 32 символа дальномерных кодов ДК _{L3OCp}	15
Таблица 4.1 – Параметры служебных полей сигнала L3OCd.....	20
Таблица 4.2 – Циклический код (300,276) в структуре трехсекундной строки сигнала L3OCd.....	26
Таблица 5.1 – Типы строк и их содержание сигнала L3OCd.....	29
Таблица 5.2 – Параметры информационных полей строк 10-го, 11-го и 12-го типа сигнала L3OCd.....	33
Таблица 5.3 – Эфемеридный и временной факторы точности.....	35
Таблица 5.4 – Параметры информационных полей строки 20-го типа сигнала L3OCd.....	39
Таблица 5.5 – Параметры информационных полей строки 25-го типа сигнала L3OCd.....	43
Таблица 5.6 – Параметры информационных полей строки 16-го типа сигнала L3OCd.....	46

Таблица 5.7 – Параметры информационных полей строк 31-го и 32-го типа сигнала L3OCd	50
Таблица 5.8 – Параметры информационных полей строки 60-го типа сигнала L3OCd.....	52
Таблица 5.9 – Параметры информационных полей строки 0-го типа сигнала L3OCd.....	54

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АП – аппаратура потребителя

БСУ – бортовое синхронизирующее устройство

ГЛ – ГЛОНАСС

ГЛОНАСС – Глобальная навигационная спутниковая система

ДК – дальномерный код

ИКД – Интерфейсный контрольный документ

КБ – код Баркера 00010 (оверлейный код)

НКА – навигационный космический аппарат

МВ – метка времени

МДВ – Московское декретное время

НС – начальное состояние (регистра сдвига)

НХ – код Ньюмана-Хофмана 0000110101 (оверлейный код)

ОГ – орбитальная группировка

ОМВ – оцифровка метки времени

П – последовательность

ПДМД – параметры долговременной модели движения

СД – синхронный делитель

СК – сверточный код, сверточный кодер

СМВ – сигнал метки времени

ССС – средние солнечные сутки

ЦА – цифровой автомат (регистр сдвига)

ЦИ – цифровая информация

ЦК – циклический код (проверочные биты циклического кода)

ЧВИ – частотно-временная информация

ШВL3OCd – шкала времени сигнала L3OCd

ШВL3OCp – шкала времени сигнала L3OCp

ШВС – шкала времени системы

ЭИ – эфемеридная информация

d – (data) символ в обозначении сигнала, означающий принадлежность к информационной компоненте

$f_b = 1,023$ МГц – базовая частота

L3OC – сигнал открытого доступа с кодовым разделением в диапазоне L3

p – (pilot) символ в обозначении сигнала, означающий принадлежность к пилотной компоненте

TAI – шкала международного атомного времени

UT1 – шкала Всемирного времени, задаваемая вращением Земли, с учетом движения ее полюсов

UTC(SU) – шкала универсального координированного времени государственного первичного эталона Российской Федерации

σ – среднеквадратическое значение погрешности

1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

1.1 Настоящий интерфейсный контрольный документ (ИКД) определяет параметры интерфейса радиосигналов открытого доступа с кодовым разделением в диапазоне L3 между НКА «Глонасс-К2» и АП системы ГЛОНАСС.

Информация, являющаяся общей для всех сигналов ГЛОНАСС (с кодовым и частотным разделением) приведена в документе «ИКД ГЛОНАСС. Общее описание системы», в котором существуют, в частности, следующие разделы:

- Назначение, состав и концепция навигационных определений системы ГЛОНАСС;

- Шкалы времени системы ГЛОНАСС;

- Геодезическая основа системы ГЛОНАСС;

- Общие свойства сигналов ГЛОНАСС;

- Контроль навигационного поля сигналов ГЛОНАСС;

- Рекомендации и алгоритмы обработки информации передаваемой в сигналах ГЛОНАСС.

1.2 Разработчик бортовой радиоаппаратуры НКА системы ГЛОНАСС – акционерное общество «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (АО «Российские космические системы»), определяемое как разработчик ИКД, несет ответственность за подготовку, согласование, изменение и сохранение ИКД.

Для вступления в силу настоящего документа необходимо его подписание следующими сторонами:

- акционерным обществом «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (АО «Российские космические системы») Роскосмоса – головной организацией по системе ГЛОНАСС, разработчиком полезной нагрузки и служебных радио и телеметрических систем НКА, комплекса наземных средств контроля и управления НКА, навигационной аппаратуры потребителей для различных классов пользователей;

- акционерным обществом «Информационные спутниковые системы» (АО «ИСС») Роскосмоса – разработчиком космического комплекса системы ГЛОНАСС, включая ракетно-космический комплекс, наземный комплекс управления, НКА, бортовое

программное обеспечение расчета и формирования информации в навигационных кадрах и управления НКА;

- научно-исследовательским центром центрального НИИ Войск ВКО Минобороны России – головной научно-исследовательской организацией Минобороны России по системе ГЛОНАСС;

- акционерным обществом «Российский институт радионавигации и времени» (АО «РИРВ») Минпромторга России – головной организацией по средствам частотно-временного обеспечения специального и двойного назначения, разработчиком системы синхронизации ГЛОНАСС в составе: бортовое синхронизирующее устройство, центральный синхронизатор и наземный комплекс программ частотно-временного обеспечения, а также разработчиком навигационной аппаратуры потребителей для различных классов пользователей.

Утверждается ИКД полномочными представителями Войск воздушно-космической обороны и Роскосмоса. ИКД вступает в силу после утверждения командующим Войсками воздушно-космической обороны и руководителем Федерального космического агентства.

В процессе развертывания и совершенствования системы ГЛОНАСС могут изменяться ее отдельные параметры. Разработчик ИКД несет ответственность за согласование предложенных изменений со всеми ответственными сторонами и за подготовку в случае необходимости новой редакции документа, содержащей изменения.

Изменения и новые редакции ИКД вступают в силу после утверждения командующим Войсками воздушно-космической обороны и руководителем Федерального космического агентства.

Официальное распространение ИКД осуществляет АО «Российские космические системы».

2 СТРУКТУРА ИЗЛУЧАЕМОГО СИГНАЛА L3OC

2.1 Общая схема формирования сигнала L3OC

Сигнал L3OC излучается на несущей частоте (номинальное значение)

$$f_{L3} = 1175 \cdot f_b = 235 \cdot 5.115 \text{ МГц} = 1202,025 \text{ МГц}$$

и содержит информационную L3OCd и пилотную L3OCp компоненты, которые располагаются на двух квадратурах I и Q в соответствии с рисунком 2.1 (фаза L3OCp опережает фазу L3OCd на 90°). Обе компоненты имеют модуляцию BPSK(10) и одинаковую мощность.

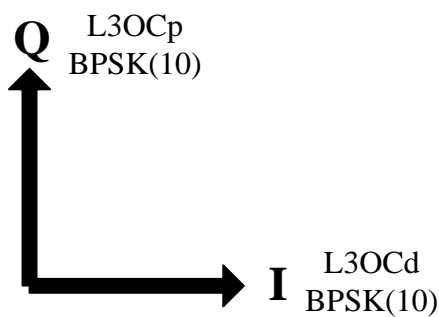


Рисунок 2.1 – Структура сигнала L3OC

Схема формирования сигнала L3OC представлена на рисунке 2.2.

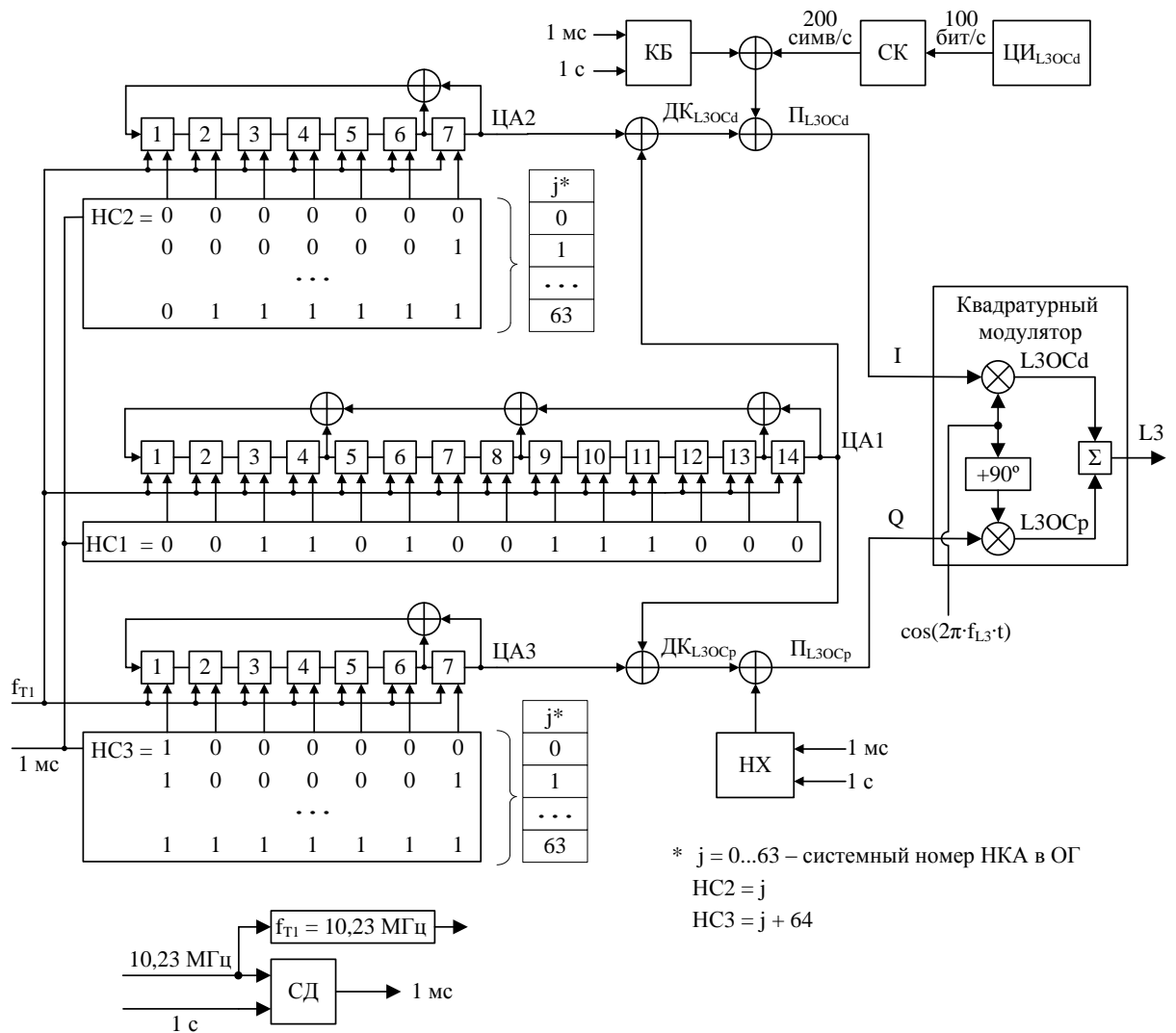


Рисунок 2.2 – Схема формирования сигнала L3OC

Нулевой системный номер НКА является резервным и может быть использован только после прекращения совместного использования сигналов ГЛОНАСС с частотным и кодовым разделением.

Модулирующая последовательность символов Π_{L3OCd} сигнала L3OCd формируется путем суммирования по модулю 2 символов дальномерного кода ΔK_{L3OCd} , генерируемых с тактовой частотой $f_{T1} = 10,23$ МГц, символов сверточного кода (СК, см. 2.3) длительности 5 мс (200 симв/с) и символов кода КБ (см. 2.4) длительности 1 мс.

Модулирующая последовательность Π_{L3OCd} сигнала L3OCd манипулирует по фазе на 180° компоненту I несущего колебания диапазона L3.

Модулирующая последовательность символов Π_{L3OCp} сигнала L3OCp формируется путем суммирования по модулю 2 символов дальномерного кода ΔK_{L3OCp} , генерируемых с тактовой частотой $f_{T1} = 10,23$ МГц, и символов кода НХ (см. 2.4) длительности 1 мс.

Модулирующая последовательность P_{L3OCp} сигнала $L3OCp$ манипулирует по фазе на 180° компоненту Q несущего колебания диапазона $L3$.

2.2 Структура генераторов дальномерных кодов сигнала $L3OC$

Структура генераторов DK_{L3OCd} и DK_{L3OCp} , приведена на рисунке 2.2. Дальномерные коды DK_{L3OCd} и DK_{L3OCp} являются усеченными кодами Касами, имеют длину $N = 10230$, период $T = 1$ мс, и образуются суммированием по модулю 2 двоичных символов («1» и «0»), поступающих с тактовой частотой $f_{T1} = 10,23$ МГц от цифровых автоматов ЦА1, ЦА2 и ЦА3 в соответствии с рисунком 2.2:

- ЦА1 и ЦА2 для формирования DK_{L3OCd} ;
- ЦА1 и ЦА3 для формирования DK_{L3OCp} .

Сдвиговой регистр в ЦА1 имеет 14 триггеров, обратные связи от триггеров с номерами 4, 8, 13, 14. Сдвиговой регистр в ЦА2 и ЦА3 имеет 7 триггеров, обратные связи от триггеров с номерами 6 и 7. Сдвиг во всех регистрах осуществляется от триггера с меньшим номером к триггеру с большим номером.

С периодичностью один раз в 1 мс происходит установка следующих кодов начального состояния (НС) в регистры ЦА:

- в ЦА1 код $HC1 = 00110100111000$;
- в ЦА2 код $HC2 = j = 0000000, 0000001 \dots 0111111$, где j – системный номер НКА в ОГ;
- в ЦА3 код $HC3 = j + 64 = 1000000, 1000001 \dots 1111111$, где j – системный номер НКА в ОГ.

Коды $HC1$, $HC2$ и $HC3$ (двоичные числа) записываются в ЦА1, ЦА2 и ЦА3 таким образом, чтобы младший разряд числа поступал в последний триггер регистра.

Короткие импульсы с периодичностью 1 мс, определяющие моменты записи кодов НС в ЦА формируются в СД показанном на рисунке 2.2 на основе сигнала 10,23 МГц и импульсов «1 с».

В таблицах 2.1 и 2.2 приведены первые и последние 32 символа дальномерных кодов DK_{L3OCd} и DK_{L3OCp} представленные для компактности в шестнадцатеричной системе счисления. Например, 1CB31510 означает 00011100101100110001010100010000. При этом в записи последовательностей подразумевается, что крайний левый символ генерируется первым по времени.

Таблица 2.1 – Первые и последние 32 символа дальномерных кодов ДК_{Л3ОСd}

j	НС2 (рис. 2.2)	ДК _{Л3ОСd}		j	НС2 (рис. 2.2)	ДК _{Л3ОСd}	
		первые 32 символа	последние 32 символа			первые 32 символа	последние 32 символа
0	0000000	1CB31510	213B0657	32	0100000	18AB44F4	54058145
1	0000001	9DB50169	BC74A793	33	0100001	99AD508D	C94A2081
2	0000010	5D360B55	72D37771	34	0100010	592E5AB1	07EDF063
3	0000011	DC301F2C	EF9CD6B5	35	0100011	D8284EC8	9AA251A7
4	0000100	3C719A32	88CF3EC4	36	0100100	3869CBD6	FD1B9D6
5	0000101	BD778E4B	15809F00	37	0100101	B96FDFAF	60BE1812
6	0000110	7DF48477	DB274FE2	38	0100110	79ECD593	AE19C8F0
7	0000111	FCF2900E	4668EE26	39	0100111	F8EAC1EA	33566934
8	0001000	0CD25281	F5C11A1E	40	0101000	08CA0365	80FF9D0C
9	0001001	8DD446F8	688EBBDA	41	0101001	89CC171C	1DB03CC8
10	0001010	4D574CC4	A6296B38	42	0101010	494F1D20	D317EC2A
11	0001011	CC5158BD	3B66CAFC	43	0101011	C8490959	4E584DEE
12	0001100	2C10DDA3	5C35228D	44	0101100	28088C47	290BA59F
13	0001101	AD16C9DA	C17A8349	45	0101101	A90E983E	B444045B
14	0001110	6D95C3E6	0FDD53AB	46	0101110	698D9202	7AE3D4B9
15	0001111	EC93D79F	9292F26F	47	0101111	E88B867B	E7AC757D
16	0010000	1483B6D8	CB460873	48	0110000	109BE73C	BE788F61
17	0010001	9585A2A1	5609A9B7	49	0110001	919DF345	23372EA5
18	0010010	5506A89D	98AE7955	50	0110010	511EF979	ED90FE47
19	0010011	D400BCE4	05E1D891	51	0110011	D018ED00	70DF5F83
20	0010100	344139FA	62B230E0	52	0110100	3059681E	178CB7F2
21	0010101	B5472D83	FFFD9124	53	0110101	B15F7C67	8AC31636
22	0010110	75C427BF	315A41C6	54	0110110	71DC765B	4464C6D4
23	0010111	F4C233C6	AC15E002	55	0110111	F0DA6222	D92B6710
24	0011000	04E2F149	1FBC143A	56	0111000	00FAA0AD	6A829328
25	0011001	85E4E530	82F3B5FE	57	0111001	81FCB4D4	F7CD32EC
26	0011010	4567EF0C	4C54651C	58	0111010	417FBEE8	396AE20E
27	0011011	C461FB75	D11BC4D8	59	0111011	C079AA91	A42543CA
28	0011100	24207E6B	B6482CA9	60	0111100	20382F8F	C376ABBB
29	0011101	A5266A12	2B078D6D	61	0111101	A13E3BF6	5E390A7F
30	0011110	65A5602E	E5A05D8F	62	0111110	61BD31CA	909EDA9D
31	0011111	E4A37457	78EFFC4B	63	0111111	E0BB25B3	0DD17B59

Таблица 2.2 – Первые и последние 32 символа дальномерных кодов ДК_{L3OCp}

j	НСЗ (рис. 2.2)	ДК _{L3OCp}		j	НСЗ (рис. 2.2)	ДК _{L3OCp}	
		первые 32 символа	последние 32 символа			первые 32 символа	последние 32 символа
0	1000000	1EBF3DE2	1BA445DE	32	1100000	1AA76C06	6E9AC2CC
1	1000001	9FB9299B	86EBE41A	33	1100001	9BA1787F	F3D56308
2	1000010	5F3A23A7	484C34F8	34	1100010	5B227243	3D72B3EA
3	1000011	DE3C37DE	D503953C	35	1100011	DA24663A	A03D122E
4	1000100	3E7DB2C0	B2507D4D	36	1100100	3A65E324	C76EFA5F
5	1000101	BF7BA6B9	2F1FDC89	37	1100101	BB63F75D	5A215B9B
6	1000110	7FF8AC85	E1B80C6B	38	1100110	7BE0FD61	94868B79
7	1000111	FEFEB8FC	7CF7ADAF	39	1100111	FAE6E918	09C92ABD
8	1001000	0EDE7A73	CF5E5997	40	1101000	0AC62B97	BA60DE85
9	1001001	8FD86E0A	5211F853	41	1101001	8BC03FEE	272F7F41
10	1001010	4F5B6436	9CB628B1	42	1101010	4B4335D2	E988AFA3
11	1001011	CE5D704F	01F98975	43	1101011	CA4521AB	74C70E67
12	1001100	2E1CF551	66AA6104	44	1101100	2A04A4B5	1394E616
13	1001101	AF1AE128	FBE5C0C0	45	1101101	AB02B0CC	8EDB47D2
14	1001110	6F99EB14	35421022	46	1101110	6B81BAF0	407C9730
15	1001111	EE9FFF6D	A80DB1E6	47	1101111	EA87AE89	DD3336F4
16	1010000	168F9E2A	F1D94BFA	48	1110000	1297CFCE	84E7CCE8
17	1010001	97898A53	6C96EA3E	49	1110001	9391DBB7	19A86D2C
18	1010010	570A806F	A2313ADC	50	1110010	5312D18B	D70FBDCE
19	1010011	D60C9416	3F7E9B18	51	1110011	D214C5F2	4A401C0A
20	1010100	364D1108	582D7369	52	1110100	325540EC	2D13F47B
21	1010101	B74B0571	C562D2AD	53	1110101	B3535495	B05C55BF
22	1010110	77C80F4D	0BC5024F	54	1110110	73D05EA9	7EFB855D
23	1010111	F6CE1B34	968AA38B	55	1110111	F2D64AD0	E3B42499
24	1011000	06EED9BB	252357B3	56	1111000	02F6885F	501DD0A1
25	1011001	87E8CDC2	B86CF677	57	1111001	83F09C26	CD527165
26	1011010	476BC7FE	76CB2695	58	1111010	4373961A	03F5A187
27	1011011	C66DD387	EB848751	59	1111011	C2758263	9EBA0043
28	1011100	262C5699	8CD76F20	60	1111100	2234077D	F9E9E832
29	1011101	A72A42E0	1198CEE4	61	1111101	A3321304	64A649F6
30	1011110	67A948DC	DF3F1E06	62	1111110	63B11938	AA019914
31	1011111	E6AF5CA5	4270BFC2	63	1111111	E2B70D41	374E38D0

2.3 Структура сверточного кодера

Структура сверточного кодера (СК) изображена на рисунке 2.3.

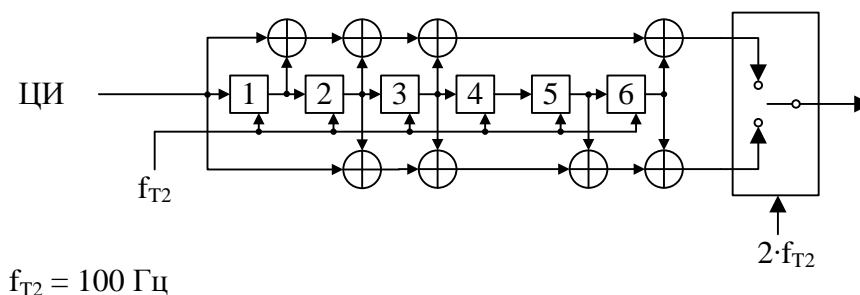


Рисунок 2.3 – Структура сверточного кодера

СК осуществляет сверточное кодирование (133,171), с кодовым ограничением 7 и кодовой скоростью $\frac{1}{2}$. На СК подаются символы ЦИ с тактовой частотой $f_{T2} = 100 \text{ Гц}$. Переключатель СК, изображенный на рисунке 2.3, должен находиться в нижнем положении в первой половине каждого информационного символа ЦИ.

2.4 Структура оверлейных кодов КБ и НХ

КБ представляет собой периодический 5-символьный код 00010 (код Баркера), синхронизованный с символами СК ($T_{СК} = 5 \text{ мс}$) и передаваемый старшими разрядами вперед (символ «1» кода КБ передается предпоследним на длительности символа СК).

НХ представляет собой периодический 10-символьный код 0000110101 (код Ньюмана-Хофмана), синхронизованный с символами ЦИ ($T_{ЦИ} = 10 \text{ мс}$, $R = 100 \text{ бит/с}$) и передаваемый старшими разрядами вперед (первым по времени символом кода НХ на длительности символа ЦИ является «0»).