

ГЛОБАЛЬНАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА

ГЛОНАСС



ИНТЕРФЕЙСНЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ДОКУМЕНТ

**Навигационный радиосигнал открытого доступа
с кодовым разделением в диапазоне L1**

**Редакция 1
(20.09.2013)**

МОСКВА
2013 г.

УТВЕРЖДАЮ

Командующий Космическими войсками

О.Н. Остапенко

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель Федерального
космического агентства

В.А. Поповкин

**ГЛОБАЛЬНАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА
ГЛОНАСС**

ИНТЕРФЕЙСНЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ДОКУМЕНТ

Навигационный радиосигнал открытого доступа

с кодовым разделением в диапазоне L1

Редакция 1.0

СОГЛАСОВАНО

Начальник штаба – первый заместитель
командующего Космическими войсками

А.Н. Якушин

Начальник вооружения – заместитель
командующего Космическими войсками
по вооружению

А.Н. Иванов

Начальник Управления развития и
обеспечения заказов космических систем
и средств РКО

Ю.В. Власов

Заместитель начальника 4 ЦНИИ
Минобороны России по ВКИ

А.Ю. Данилюк

СОГЛАСОВАНО

Заместитель руководителя
Федерального космического агентства

А.Е. Шилов

Начальник Управления космических
систем навигации, связи и наземных
комплексов управления Федерального
космического агентства

С.О. Владимиров

И.о. генерального конструктора ОАО
«Российские космические системы»

С.А. Ежов

Генеральный конструктор и
генеральный директор ОАО «ИСС»

Н.А. Тестоедов

Генеральный конструктор
ОАО «РИРВ»

Б.В. Шебшаевич

От Минобороны России	От Федерального космического агентства	От ОАО «ИСС»	От ОАО «Российские космические системы»
Начальник оперативного управления штаба Космических войск	Начальник отдела	Первый заместитель генерального конструктора и генерального директора	Заместитель генерального директора – генерального конструктора
И.В. Морозов	И.М. Курский	В.Е. Косенко	Г.Г. Ступак
		Главный конструктор разработки КК координатно- метрического назначения	Заместитель Генерального конструктора
		С.В. Сторожев	В.В. Дворкин
			Заместитель начальника центра цб
			А.А. Поваляев
От 4 ЦНИИ Минобороны России	От ОАО «РИРВ»		
Начальник отдела	Заместитель генерального конструктора		
С.А. Панов	С.П. Баринов		

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ	5
ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ.....	5
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	6
1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ.....	8
1.1 Определение интерфейсного контрольного документа	8
1.2 Согласование и изменение интерфейсного контрольного документа.....	8
2 СТРУКТУРА ИЗЛУЧАЕМОГО СИГНАЛА L1OC.....	10
2.1 Формирование сигнала L1OC	10
2.2 Структуры генераторов дальномерных кодов сигнала L1OC	13
2.3 Структура СК.....	17
2.4 Структура оверлейного кода ОК1	17
3 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИ РАДИОСИГНАЛА L1OC	18
4 СТРУКТУРА СЛУЖЕБНЫХ ПОЛЕЙ ЦИ СИГНАЛА L1OCd	19
4.1 Общая структура строки сигнала L1OCd	19
4.2 Служебные поля строки сигнала L1OCd	20
4.3 Аномальные строки сигнала L1OCd	24
4.4 Циклический код (250,234)	27
4.5 Циклический код (125,109) строки 1-го типа сигнала L1OCd.....	29
4.6 Циклический код (375,351) строки 2-го типа сигнала L1OCd.....	29
5 СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ ЦИ СИГНАЛА L1OCd.....	32
5.1 Информационные поля строки и типы строк сигнала L1OCd.....	32
5.2 Строки 10-го, 11-го и 12-го типа сигнала L1OCd	33
5.3 Строка 20-го типа сигнала L1OCd.....	41
5.4 Строка 25-го типа сигнала L1OCd.....	45
5.5 Строка 16-го типа сигнала L1OCd.....	48
5.6 Строка 50-го типа сигнала L1OCd.....	51
5.7 Строка 60-го типа сигнала L1OCd.....	53
5.8 Строка 0-го типа сигнала L1OCd.....	55
5.9 Аномальные строки 1-го и 2-го типа сигнала L1OCd	56

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рисунок 4.1 – Общая структура строки ЦИ сигнала L1OCd.....	19
Рисунок 4.2 – Аномальная строка 1-го типа ЦИ сигнала L1OCd.....	24
Рисунок 4.3 – Аномальная строка 2-го типа ЦИ сигнала L1OCd.....	26
Рисунок 4.4 – Схема циклического кодирования (250,234).....	27
Рисунок 4.5 – Схема вычисления синдрома для кода (250,234).....	28
Рисунок 4.6 – Схема циклического кодирования (375,351).....	30
Рисунок 4.7 – Схема вычисления синдрома для кода (375,351).....	30
Рисунок 5.1 – Строка 10-го типа ЦИ сигнала L1OCd.....	33
Рисунок 5.2 – Строка 11-го типа ЦИ сигнала L1OCd.....	34
Рисунок 5.3 – Строка 12-го типа ЦИ сигнала L1OCd.....	35
Рисунок 5.4 – Строка 20-го типа ЦИ сигнала L1OCd.....	41
Рисунок 5.5 – Строка 25-го типа ЦИ сигнала L1OCd.....	45
Рисунок 5.6 – Строка 16-го типа ЦИ сигнала L1OCd.....	48
Рисунок 5.7 – Строка 50-го типа ЦИ сигнала L1OCd.....	51
Рисунок 5.8 – Строка 60-го типа ЦИ сигнала L1OCd.....	53
Рисунок 5.9 – Строка 0-го типа ЦИ сигнала L1OCd.....	55

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

Таблица 4.1 – Параметры служебных полей сигнала L1OCd.....	21
Таблица 4.2 – Циклический код (250,234) в структуре двухсекундной строки сигнала L1OCd.....	27
Таблица 4.3 – Циклический код (375,351) в структуре строки 2-го типа сигнала L1OCd.....	29
Таблица 5.1 – Типы строк и их содержание в ЦИ сигнала L1OCd.....	32
Таблица 5.2 – Параметры информационных полей строк 10-го, 11-го и 12-го типа сигнала L1OCd.....	36
Таблица 5.3 – Эфемеридный и временной факторы точности.....	38
Таблица 5.4 – Параметры информационных полей строки 20-го типа сигнала L1OCd.....	42
Таблица 5.5 – Параметры информационных полей строки 25-го типа сигнала L1OCd.....	46
Таблица 5.6 – Параметры информационных полей строки 16-го типа сигнала L1OCd.....	49
Таблица 5.7 – Структура квитанции Коспас-Сарсат.....	52
Таблица 5.8 – Параметры информационных полей строки 60-го типа сигнала L1OCd.....	53
Таблица 5.9 – Параметры информационных полей строки 0-го типа сигнала L1OCd.....	56

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АП – аппаратура потребителя

БСУ – бортовое синхронизирующее устройство

БШВ – бортовая шкала времени

ГЛ – ГЛОНАСС

ГЛОНАСС – Глобальная навигационная спутниковая система

ДК – дальномерный код

ИКД – Интерфейсный контрольный документ

НКА – навигационный космический аппарат

МВ – метка времени

МДВ – Московское декретное время

МП – меандровая последовательность

НС – начальное состояние (регистра сдвига)

ОГ – орбитальная группировка

ОК – оверлейный код

ОК1 – код 01 (оверлейный код)

П – последовательность

ПВУ – почиповый временной уплотнитель

ПМИ – параметры модели ионосферы

СД – синхронный делитель

СК – сверточный код, сверточный кодер

СМВ – сигнал метки времени

ССС – средние солнечные сутки

ЦА – цифровой автомат (регрстр сдвига)

ЦИ – цифровая информация

ЦК – циклический код (проверочные биты циклического кода)

ЧВИ – частотно-временная информация

ШВ{название сигнала} – шкала времени сигнала {название сигнала}

ШВL1OCd – шкала времени сигнала L1OCd

ШВL1OCp – шкала времени сигнала L1OCp

ШВL2OCp – шкала времени сигнала L2OCp

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

L1OC – сигнал открытого доступа в диапазоне L1

L1SC – сигнал санкционированного доступа в диапазоне L1

L2OCp – сигнал открытого доступа в диапазоне L2

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 Определение интерфейсного контрольного документа

Настоящий интерфейсный контрольный документ (ИКД) определяет параметры интерфейса радиосигналов открытого доступа с кодовым разделением в диапазоне L1 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;
- Геодезическое обеспечение системы ГЛОНАСС;
- Общие свойства сигналов ГЛОНАСС;
- Контроль навигационного поля сигналов ГЛОНАСС;
- Рекомендации и алгоритмы обработки информации передаваемой в сигналах ГЛОНАСС.

1.2 Согласование и изменение интерфейсного контрольного документа

Разработчик бортовой радиоаппаратуры НКА системы ГЛОНАСС – открытое акционерное общество «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (ОАО «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:

- открытым акционерным обществом «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (ОАО «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;

- открытым акционерным обществом «Информационные спутниковые системы» (ОАО «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;
- 4-м Центральным НИИ Министерства обороны Российской Федерации – головной научно-исследовательской организацией Минобороны России по системе ГЛОНАСС;
- открытым акционерным обществом «Российский институт радионавигации и времени» (ОАО «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 Космических войск и Роскосмоса. ИКД вступает в силу после утверждения командующим Космическими войсками 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 Космическими войсками и руководителем Федерального космического агентства.

Официальное распространение ИКД осуществляет ОАО «Российские космические системы».

2 СТРУКТУРА ИЗЛУЧАЕМОГО СИГНАЛА L1OC

2.1 Формирование сигнала L1OC

2.1.1 Общая схема формирования сигнала L1OC

Сигнал L1OC излучается на несущей частоте (номинальное значение):

$$f_{L1} = 1565 \cdot f_b = 313 \cdot 5,115 \text{ МГц} = 1600,995 \text{ МГц}$$

Сигнал L1OC содержит информационную L1OCd и пилотную L1OCp компоненты равной мощности, которые уплотняются путем чередования чипов дальномерных кодов этих компонент.

Сигнал L1OC квадратурно уплотняется с сигналом L1SC и занимает квадратуру Q (фаза L1OC опережает фазу L1SC на 90°) в соответствии с рисунком 2.1.

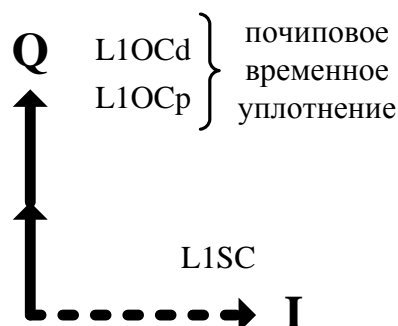


Рисунок 2.1 – Структура сигнала L1OC

Схема формирования сигнала L1OC представлена на рисунке 2.2. Сигналы L1OC и L1SC связаны через квадратурный модулятор, на выходе которого получается суммарный сигнал с кодовым разделением в диапазоне L1.

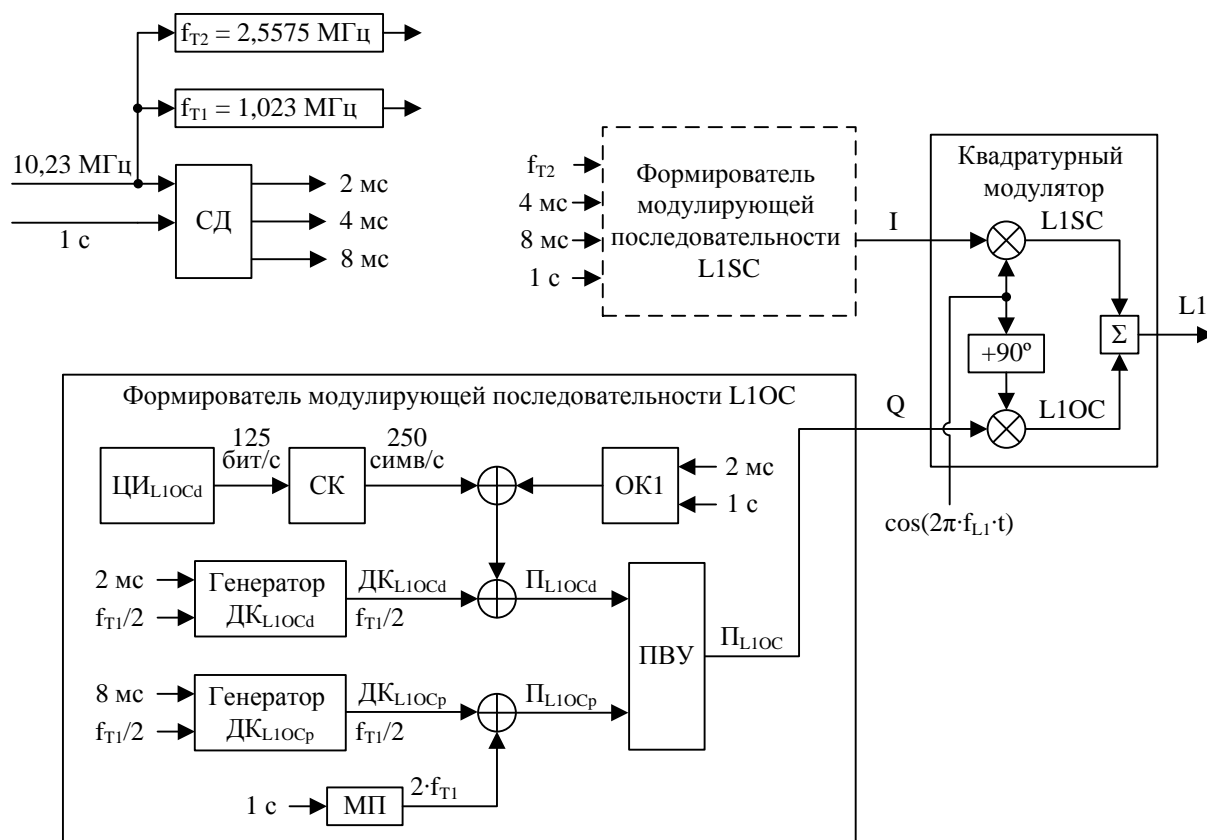


Рисунок 2.2 – Схема формирования сигнала L1OC

2.1.2 Формирование L1OCd

Модулирующая последовательность символов Π_{L1OCd} сигнала L1OCd формируется путем суммирования по модулю 2 символов дальномерного кода ДК_{L1OCd}, генерируемых с тактовой частотой $f_{T1}/2 = 0,5115$ МГц, символов оверлейного кода ОК1 (см. п. 2.4) и символов СК (см. п. 2.3) длительности 4 мс (250 симв/с) в соответствии с рисунком 2.2.

2.1.3 Формирование L1OCp

Модулирующая последовательность символов Π_{L1OCp} сигнала L1OCp формируется путем суммирования по модулю 2 символов дальномерного кода ДК_{L1OCp}, генерируемых с тактовой частотой $f_{T1}/2 = 0,5115$ МГц и меандровой последовательности (МП) с тактовой частотой $2 \cdot f_{T1} = 2,046$ МГц в соответствии с рисунком 2.2. МП представляет собой периодическую последовательность 0101, синхронизованную с символами ДК_{L1OCp} и передаваемую старшими разрядами вперед (первым по времени символом МП на длительности символа ДК_{L1OCp} является 0). МП предназначена для формирования спектра вида ВОС(1,1) для компоненты L1OCp.

2.1.4 Уплотнение L1OCd и L1OCp

Модулирующая последовательность символов Π_{L1OC} сигнала L1OC формируется на выходе почипового временного уплотнителя (ПВУ). Временные соотношения, поясняющие способ уплотнения ПВУ, приведены на рисунке 2.3. Там же приведено положение секундной метки, которое соответствует границе символов ДК. Максимальная временная задержка между секундными метками сигналов различных диапазонов (L1, L2, L3) составляет не более ± 100 нс.

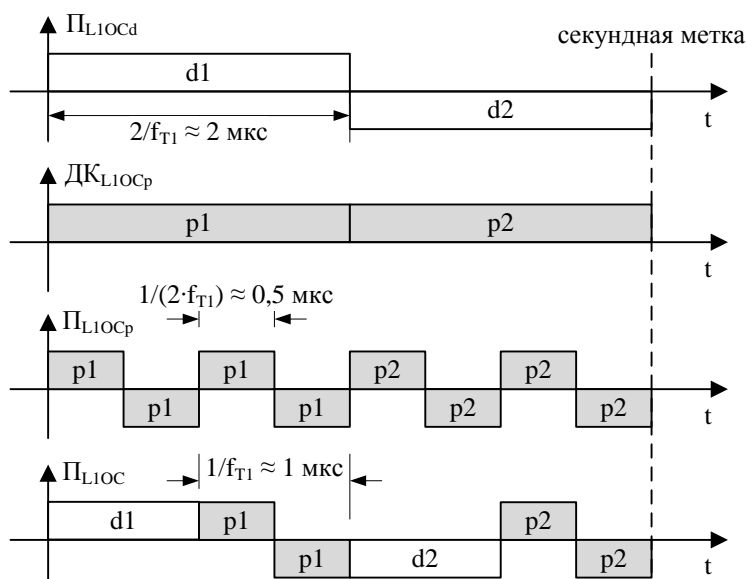


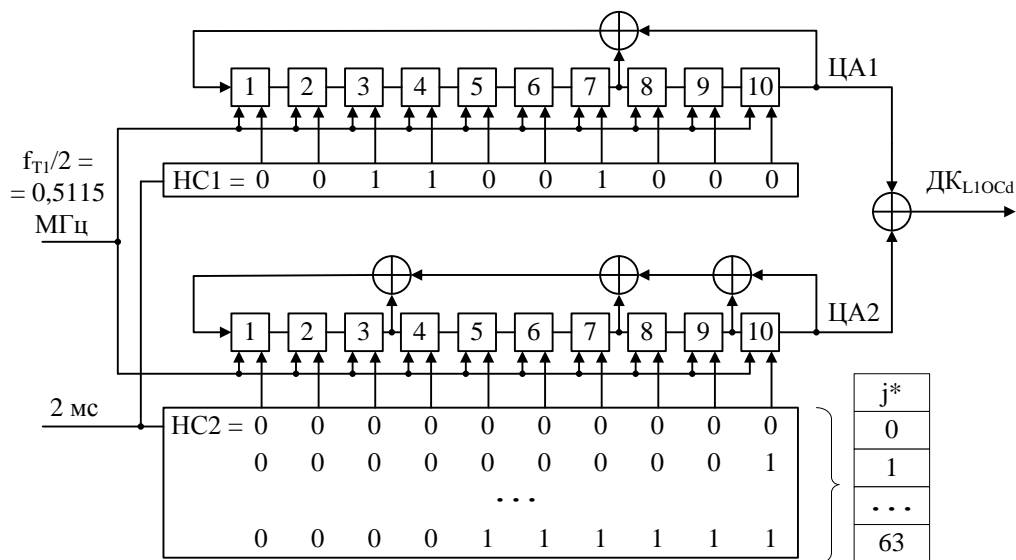
Рисунок 2.3 – Временные соотношения, поясняющие принцип работы ПВУ формирователя сигнала L1OC

Последовательность Π_{L1OC} манипулирует по фазе на 180° компоненту Q несущего колебания в диапазоне L1.

2.2 Структуры генераторов дальномерных кодов сигнала L1OC

2.2.1 Генератор дальномерных кодов сигнала L1OCd

Структура генератора дальномерных кодов ДК_{L1OCd} изображена на рисунке 2.4.



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

Рисунок 2.4 – Структура генератора ДК_{L1OCd}

Дальномерные коды ДК_{L1OCd} являются кодами Голда, имеют длину $N = 1023$, период $T = 2$ мс, и образуется суммированием по модулю 2 двоичных символов (1 и 0), поступающих с тактовой частотой $f_{T1}/2 = 0,5115$ МГц от цифровых автоматов ЦА1 и ЦА2 в соответствии с рисунком 2.4.

Сдвиговый регистр в ЦА1 имеет 10 триггеров, обратные связи от триггеров с номерами 7 и 10. Сдвиговый регистр в ЦА2 имеет 10 триггеров, обратные связи от триггеров с номерами 3, 7, 9 и 10. Сдвиг во всех регистрах осуществляется от триггера с меньшим номером к триггеру с большим номером.

С периодичностью один раз в 2 мс происходит установка следующих кодов начального состояния (НС) в регистры ЦА:

- в ЦА1 код НС1 = 0011001000;
- в ЦА2 код НС2 = j = 0000000000, 0000000001...0000111111, где j – системный номер НКА в ОГ

Коды НС1 и НС2 (ненулевые двоичные числа) записываются в ЦА1 и ЦА2 таким образом, чтобы младший разряд числа поступал в последний триггер регистра.

Короткие импульсы с периодичностью 2 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 таблице 2.1 приведены первые и последние 32 символа дальномерных кодов ДК_{L1OCd}, представленные для компактности в шестнадцатеричной системе счисления. Например, 9306460E означает 10010011000001100100011000001110. При этом в записи последовательностей подразумевается, что крайний левый символ формируется первым по времени.

Таблица 2.1 – Первые и последние 32 символа дальномерных кодов ДК_{L1OCd}

j	НС2 (рис. 2.4)	ДК _{L1OCd}		j	НС2 (рис. 2.4)	ДК _{L1OCd}	
		первые 32 символа	последние 32 символа			первые 32 символа	последние 32 символа
0	000000000	13228DB8	D51F792C	32	0000100000	1728D5B3	C89D8272
1	000000001	9306460E	0E8093A7	33	0000100001	970C1E05	130268F9
2	000000010	531423D5	634F66E2	34	0000100010	571E7BDE	7ECD9DBC
3	000000011	D330E863	B8D08C69	35	0000100011	D73AB068	A5527737
4	000000100	3339DA8E	8E3776CB	36	0000100100	37338285	93B58D95
5	000000101	B31D1138	55A89C40	37	0000100101	B7174933	482A671E
6	000000110	730F74E3	38676905	38	0000100110	77052CE8	25E5925B
7	000000111	F32BBF55	E3F8838E	39	0000100111	F721E75E	FE7A78D0
8	000001000	030BED95	A3149454	40	0000101000	0701B59E	BE966F0A
9	000001001	832F2623	788B7EDF	41	0000101001	87257E28	65098581
10	000001010	433D43F8	15448B9A	42	0000101010	47371BF3	08C670C4
11	000001011	C319884E	CEDB6111	43	0000101011	C713D045	D3599A4F
12	000001100	2310BAA3	F83C9BB3	44	0000101100	271AE2A8	E5BE60ED
13	000001101	A3347115	23A37138	45	0000101101	A73E291E	3E218A66
14	000001110	632614CE	4E6C847D	46	0000101110	672C4CC5	53EE7F23
15	000001111	E302DF78	95F36EF6	47	0000101111	E7088773	887195A8
16	0000010000	1B363DAE	EE1A8F90	48	0000110000	1F3C65A5	F39874CE
17	0000010001	9B12F618	3585651B	49	0000110001	9F18AE13	28079E45
18	0000010010	5B0093C3	584A905E	50	0000110010	5F0ACBC8	45C86B00
19	0000010011	DB245875	83D57AD5	51	0000110011	DF2E007E	9E57818B
20	0000010100	3B2D6A98	B5328077	52	0000110100	3F273293	A8B07B29
21	0000010101	BB09A12E	6EAD6AFC	53	0000110101	BF03F925	732F91A2
22	0000010110	7B1BC4F5	03629FB9	54	0000110110	7F119CFE	1EE064E7
23	0000010111	FB3F0F43	D8FD7532	55	0000110111	FF355748	C57F8E6C
24	0000011000	0B1F5D83	981162E8	56	0000111000	0F150588	859399B6
25	0000011001	8B3B9635	438E8863	57	0000111001	8F31CE3E	5E0C733D
26	0000011010	4B29F3EE	2E417D26	58	0000111010	4F23ABE5	33C38678
27	0000011011	CB0D3858	F5DE97AD	59	0000111011	CF076053	E85C6CF3
28	0000011100	2B040AB5	C3396D0F	60	0000111100	2F0E52BE	DEBB9651
29	0000011101	AB20C103	18A68784	61	0000111101	AF2A9908	05247CDA
30	0000011110	6B32A4D8	756972C1	62	0000111110	6F38FCD3	68EB899F
31	0000011111	EB166F6E	AEF6984A	63	0000111111	EF1C3765	B3746314

2.2.2 Генератор дальномерных кодов сигнала L1OCp

Структура генератора дальномерных кодов ДК_{L1OCp} изображена на рисунке 2.5.

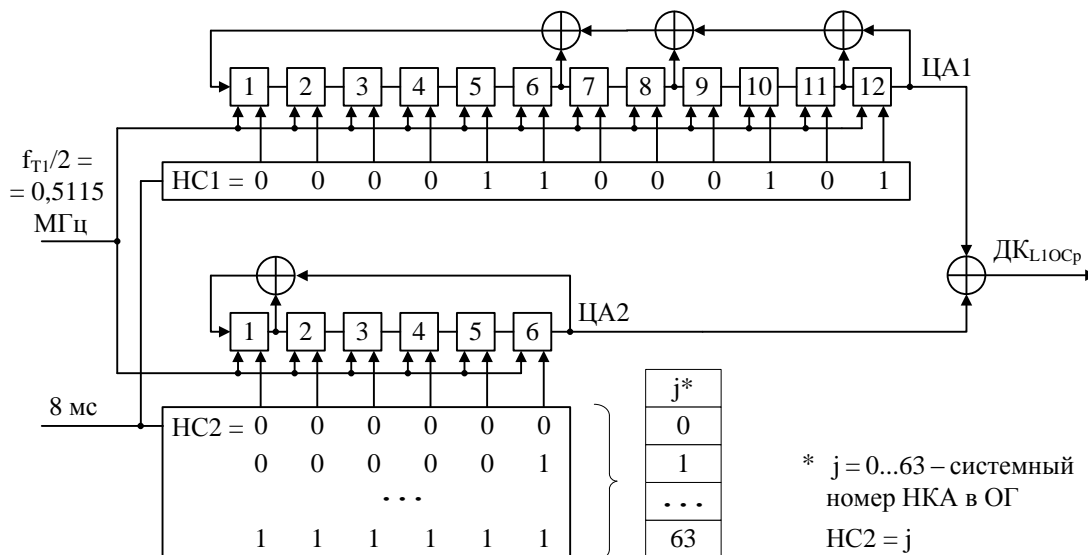


Рисунок 2.5 – Структура генератора ДК_{L1OCp}

Дальномерные коды ДК_{L1OCp} являются усеченными последовательностями Касами, имеют длину $N = 4092$, период $T = 8$ мс, и образуется суммированием по модулю 2 двоичных символов (1 и 0), поступающих с тактовой частотой $f_{T1}/2 = 0,5115$ МГц от цифровых автоматов ЦА1 и ЦА2 в соответствии с рисунком 2.5.

Сдвиговый регистр в ЦА1 имеет 12 триггеров, обратные связи от триггеров с номерами 6, 8, 11 и 12. Сдвиговый регистр в ЦА2 имеет 6 триггеров, обратные связи от триггеров с номерами 1 и 6. Сдвиг в регистрах осуществляется от триггера с меньшим номером к триггеру с большим номером.

С периодичностью раз в 8 мс происходит установка следующих кодов начального состояния (НС) в регистры ЦА:

- в ЦА1 код НС1 = 000011000101;
- в ЦА2 код НС2 = $j = 000000, 000001...111111$, где j – системный номер НКА в ОГ.

Коды НС1 и НС2 (ненулевые двоичные числа) записываются в ЦА1 и ЦА2 таким образом, чтобы младший разряд числа поступал в последний триггер регистра.

Короткие импульсы с периодичностью 8 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 таблице 2.2 приведены первые и последние 32 символа дальномерных кодов ДК_{L1OCp}, представленные для компактности в шестнадцатеричной системе счисления. Например, 20F432D6 означает 00100000111101000011001011010110. При этом в записи последовательностей подразумевается, что крайний левый символ формируется первым по времени.

Таблица 2.2 – Первые и последние 32 символа дальномерных кодов ДК_{L1OCp}

j	HC2 (рис. 2.5)	ДК _{L1OCp}		j	HC2 (рис. 2.5)	ДК _{L1OCp}	
		первые 32 символа	последние 32 символа			первые 32 символа	последние 32 символа
0	000000	A301543B	DA55EDB8	32	100000	A4EB99E1	7EB71F34
1	000001	20F432D6	082494FE	33	100001	271EFF0C	ACC66672
2	000010	E2FBE74D	B36D511B	34	100010	E5112A97	178FA397
3	000011	610E81A0	611C285D	35	100011	66E44C7A	C5FEDAD1
4	000100	83FC0D80	6EC9B3E9	36	100100	8416C05A	CA2B4165
5	000101	00096B6D	BCB8CAAF	37	100101	07E3A6B7	185A3823
6	000110	C206BEF6	07F10F4A	38	100110	C5EC732C	A313FDC6
7	000111	41F3D81B	D580760C	39	100111	461915C1	71628480
8	001000	B37FF8E6	001BC290	40	101000	B495353C	A4F9301C
9	001001	308A9E0B	D26ABBD6	41	101001	376053D1	7688495A
10	001010	F2854B90	69237E33	42	101010	F56F864A	CDC18CBF
11	001011	71702D7D	BB520775	43	101011	769AE0A7	1FB0F5F9
12	001100	9382A15D	B4879CC1	44	101100	94686C87	10656E4D
13	001101	1077C7B0	66F6E587	45	101101	179D0A6A	C214170B
14	001110	D278122B	DDBF2062	46	101110	D592DFF1	795DD2EE
15	001111	518D74C6	0FCE5924	47	101111	5667B91C	AB2CABA8
16	010000	AB3E0255	3772FA2C	48	110000	ACD4CF8F	939008A0
17	010001	28CB64B8	E503836A	49	110001	2F21A962	41E171E6
18	010010	EAC4B123	5E4A468F	50	110010	ED2E7CF9	FAA8B403
19	010011	6931D7CE	8C3B3FC9	51	110011	6EDB1A14	28D9CD45
20	010100	8BC35BEE	83EEA47D	52	110100	8C299634	270C56F1
21	010101	08363D03	519FDD3B	53	110101	0FDCF0D9	F57D2FB7
22	010110	CA39E898	EAD618DE	54	110110	CDD32542	4E34EA52
23	010111	49CC8E75	38A76198	55	110111	4E2643AF	9C459314
24	011000	BB40AE88	ED3CD504	56	111000	BCAA6352	49DE2788
25	011001	38B5C865	3F4DAC42	57	111001	3F5F05BF	9BAF5ECE
26	011010	FABA1DFE	840469A7	58	111010	FD50D024	20E69B2B
27	011011	794F7B13	567510E1	59	111011	7EA5B6C9	F297E26D
28	011100	9BBDF733	59A08B55	60	111100	9C573AE9	FD4279D9
29	011101	184891DE	8BD1F213	61	111101	1FA25C04	2F33009F
30	011110	DA474445	309837F6	62	111110	DDAD899F	947AC57A
31	011111	59B222A8	E2E94EB0	63	111111	5E58EF72	460BBC3C

2.3 Структура СК

Структура сверточного кодера (СК) изображена на рисунке 2.6.

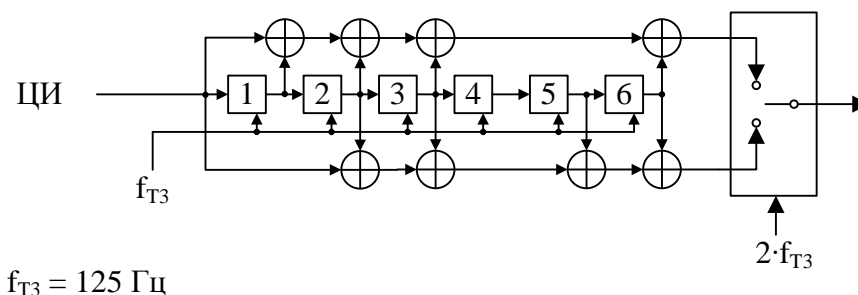


Рисунок 2.6 – Структура сверточного кодера

СК осуществляет сверточное кодирование (133,171), с кодовым ограничением 7 и кодовой скоростью $\frac{1}{2}$. На СК подаются символы ЦИ с тактовой частотой $f_{ТЗ} = 125 \text{ Гц}$. Переключатель СК, изображенный на рисунке 2.6, должен находиться в нижнем положении в первой половине каждого информационного символа ЦИ.

2.4 Структура оверлейного кода ОК1

ОК1 представляет собой периодический 2-символьный код 01, синхронизованный с символами СК ($T_{СК} = 4 \text{ мс}$) и передаваемый старшими разрядами вперед (первым по времени символом ОК1 на длительности символа СК является «0»).

3 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИ РАДИОСИГНАЛА L1OC

Далее применяются следующие понятия, используемые для описания структур ЦИ в навигационных сообщениях.

Бит – двоичный символ ЦИ.

Строка – последовательность бит двоичных символов ЦИ определенной длины.

Поле строки – совокупность бит строки, содержащий значение определенного параметра.

Служебные поля строки – поля строки, содержащие служебную информацию, смысловое содержание которой одинаково для всех строк данного сигнала.

Информационные поля строки – поля строки, содержащие информацию, смысловое содержание которой различно в разных строках данного сигнала.

Резервные поля строки – поля строки, заполненные произвольным образом и не имеющие с точки зрения аппаратуры потребителя (АП) смыслового содержания.

Навигационное сообщение L3OC передается в виде непрерывной последовательности строк, не имеющей, с точки зрения АП, заранее определенной жесткой структуры.

Передача навигационного сообщения сигнала L1OC осуществляется со скоростью 125 бит/с. Навигационное сообщение составляется из 2-секундных строк по 250 бит, а также из 1-секундных и 3-секундных аномальных строк, соответственно по 125 и 375 бит.

4 СТРУКТУРА СЛУЖЕБНЫХ ПОЛЕЙ ЦИ СИГНАЛА L1OCd

4.1 Общая структура строки сигнала L1OCd

4.1.1 Порядок передачи бит в строке

Общая структура строки сигнала L1OCd приведена на рисунке 4.1. Строка содержит 250 бит и имеет длительность 2 с. Строка подразделяется на поля – отдельные биты или группы бит, в которые записываются конкретные передаваемые параметры.

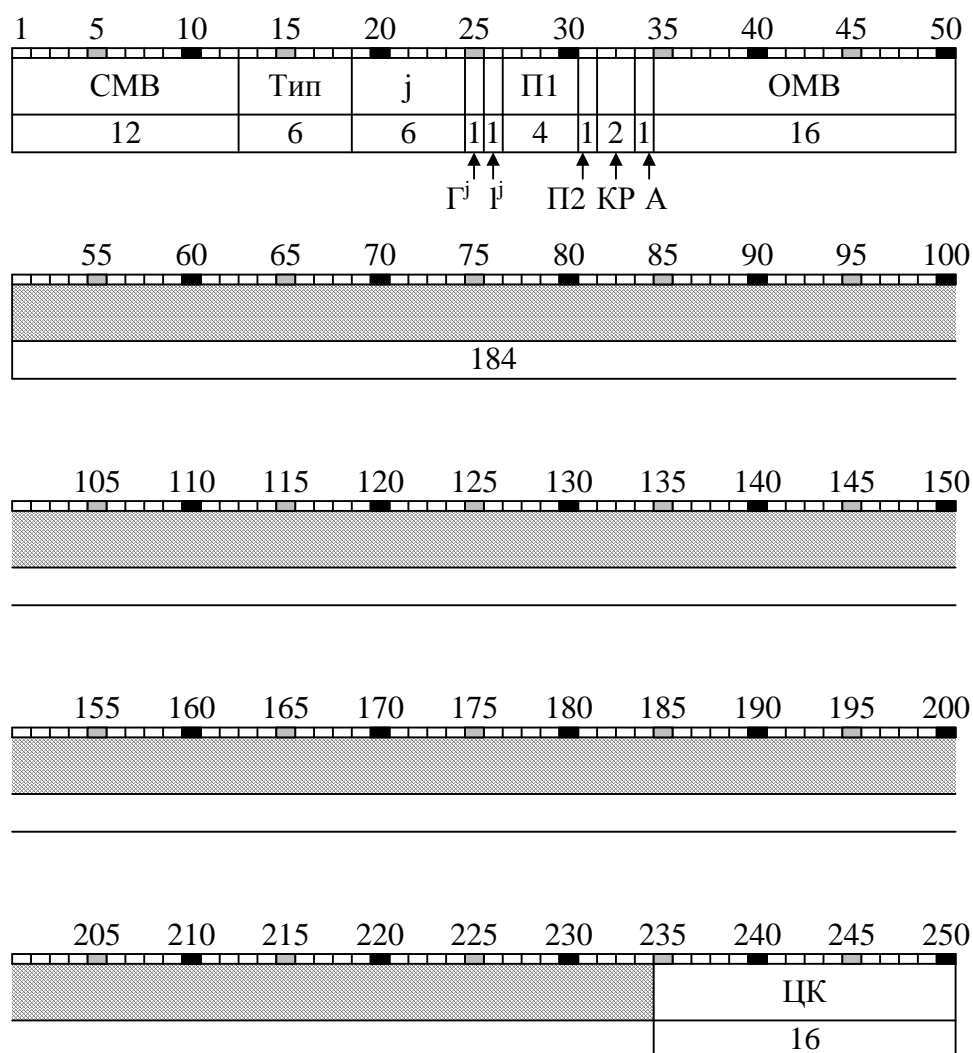


Рисунок 4.1 – Общая структура строки ЦИ сигнала L1OCd

На рисунке 4.1 приведена нумерация битов строки, обозначение полей и число бит в каждом поле. В соответствии приведенной нумерацией битов, передача строки

начинается с бита 1 (первый бит поля СМВ) и заканчивается битом 250 (последний бит поля ЦК).

4.1.2 Типы полей

В каждой строке имеется два типа полей: служебные и информационные (см. раздел 3).

Служебные поля строки приведены на рисунке 4.1 и описаны в 4.2.

Информационные поля строки на рисунке 4.1 обозначены двойной штриховкой.

На последующих рисунках данного документа, поля, выделенные одинарной штриховкой, являются резервными. Аппаратура потребителя в любых приложениях должна игнорировать содержимое резервных полей.

4.1.3 Правило записи чисел в поля

В словах, числовые значения которых могут принимать положительные и отрицательные значения, старший разряд является знаковым, символ «0» соответствует знаку «плюс», а символ «1» – знаку «минус». Старший разряд числа записывается в тот бит поля, который передается первым по времени. Например, если $j = 1 = 000001$ (номер НКА, см. 4.2.2.3), то в 24-й бит строки (рис. 4.1) записывается «1», а в биты с номерами от 19 до 23 записывается «0».

4.2 Служебные поля строки сигнала L1OCd

4.2.1 Перечень служебных полей сигнала L1OCd

Каждая строка сигнала L1OCd содержит поля, набор и расположение которых постоянно, т.е. повторяется в каждой строке. Перечень и параметры служебных полей приведены в таблице 4.1 (см. также рис. 4.1).

Таблица 4.1 – Параметры служебных полей сигнала L1OCd

Поле	Число разрядов	Цена младшего разряда	Диапазон значений	Единица измерения
СМВ	12	1	010111110001	безразмерная
Тип	6	1	0 – 63	безразмерная
j	6	1	0 – 63	безразмерная
Γ^j	1	1	0, 1	безразмерная
1^j	1	1	0, 1	безразмерная
П1	4	см. 4.2.2.6		
П2	1	см. 0		
КР	2	1	00, 01, 10, 11	безразмерная
А	1	1	0, 1	безразмерная
ОМВ	16	1	0 – 43199	2 с
ЦК	16	1	см. 4.2.2.11	безразмерная

4.2.2 Смысловое содержание служебных полей сигнала L1OCd

4.2.2.1 Поле СМВ

Сигнал метки времени. В данное поле записана константа: СМВ = 010111110001. Первые шесть бит этой последовательности при прохождении через сверточный кодер (133, 171) обеспечивают такое его начальное состояние, которое в сочетании с действием последних шести бит образует на выходе сверточного кодера (133, 171) постоянную 12-ти битную синхронизирующую последовательность 000111011010, обладающую хорошими автокорреляционными свойствами.

Поле СМВ предназначено для передачи метки времени (МВ). Под МВ понимается момент переднего фронта первого бита СМВ. МВ совпадает с моментом начала строки.

4.2.2.2 Поле Тип

Тип текущей строки. Определяет состав информации (набор и расположение информационных полей строки), передаваемой в строке содержащей данное поле. Например, если текущая строка имеет 1 тип, то Тип = 000001.

4.2.2.3 Поле j

Номер НКА, передающего данное навигационное сообщение. Смысловое содержание поля j постоянно для строк любого типа, за исключением строк содержащих альманах. В строках содержащих альманах, поле j имеет смысл номера НКА, к которому относится альманах. Чтобы подчеркнуть отличие в смысловом содержании, в строках содержащих альманах используется обозначение поля j_A , вместо j.

4.2.2.4 Поле G^j

Оперативный признак годности («0») или негодности («1») навигационного радиосигнала НКА с номером j (передающего данное навигационное сообщение).

4.2.2.5 Поле I^j

Признак достоверности («0») или недостоверности («1») ЦИ в данной строке НКА с номером j .

4.2.2.6 Поле $P1$

Признак вызова НКУ. Потребителем не используется.

4.2.2.7 Поле $P2$

Признак режима ориентации КА.

$P2 = 0$ – на длительности текущей строки по БШВ, КА находится в режиме ориентации на Солнце;

$P2 = 1$ – на длительности текущей строки по БШВ, КА находится в режиме упреждающего разворота, либо на этой длительности происходит смена режимов (ориентации на Солнце и упреждающего разворота).

4.2.2.8 Поле KP

Признак плановой коррекции БШВ (признак ожидаемой коррекции UTC(SU)), на плюс или минус 1 с в конце текущего квартала по гринвичскому времени (в 3 часа по МДВ). Коррекции БШВ приводят к соответствующим коррекциям ШВL1OCd.

$KP = 00$ – коррекции не будет;

$KP = 01$ – длительность суток по ШВL1OCd увеличивается на 1 с;

$KP = 10$ – решение о коррекции не принято;

$KP = 11$ – длительность суток по ШВL1OCd уменьшается на 1 с.

4.2.2.9 Поле A

Признак выполнения или невыполнения коррекции ШВL1OCd на плюс или минус 1 с в конце следующей строки.

$A = 0$ – коррекции не будет;

$A = 1$ – коррекция будет.

Сочетание признаков $A = 1$, $KP = 11$ в текущей строке означает, что следующей будет передаваться аномальная укороченная на 1 с строка 1-го типа, длительностью 1 с. Если же в текущей строке указано сочетание признаков $A = 1$, $KP = 01$, то следующей будет передаваться аномальная удлиненная на 1 с строка 2-го типа, длительностью 3 с.

4.2.2.10 Поле ОМВ

Оцифровка метки времени. Момент по ШВЛ1ОСd, соответствующий началу текущей строки, выраженный в 2-секундных интервалах внутри текущих суток (по ШВЛ1ОСd). На первом 2-секундном интервале внутри суток, ОМВ = 0.

4.2.2.11 Поле ЦК

Проверочные биты циклического кода. Поле ЦК заполняется с помощью схемы циклического кодирования приведенной в 4.4.

4.3 Аномальные строки сигнала L1OCd

4.3.1 Определение

Аномальными названы строки L1OCd имеющие длительность, отличную от 2 с. Аномальными являются строки 1-го и 2-го типа.

4.3.2 Строка 1-го типа сигнала L1OCd

На рисунке 4.2 приведена структура аномальной строки 1-го типа сигнала L1OCd. Этот тип строк используется при секундных коррекциях ШBL1OCd, при которых длительность суток уменьшается на 1 с. Строка имеет нестандартную длительность 1 с и содержит 125 бит.

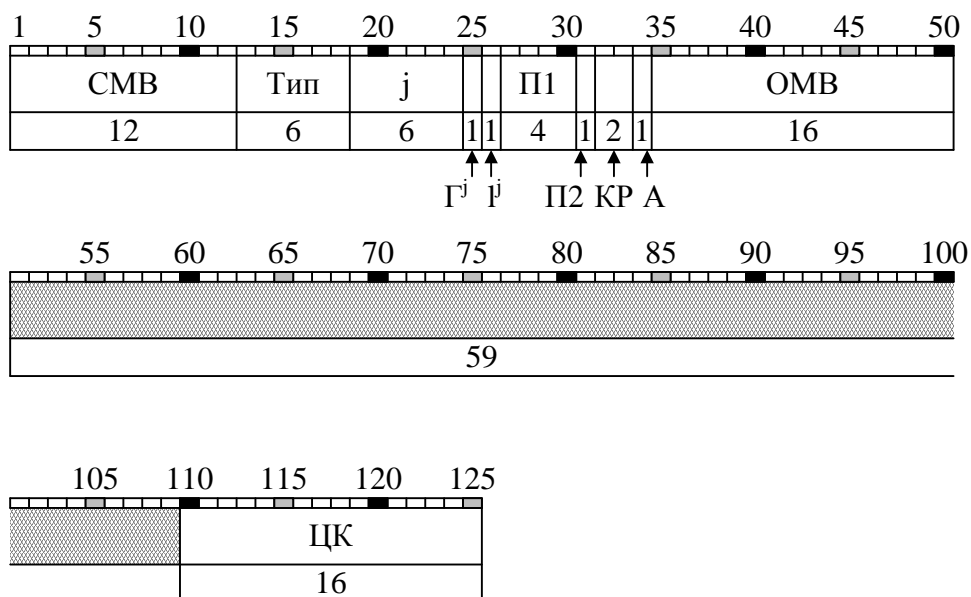


Рисунок 4.2 – Аномальная строка 1-го типа ЦИ сигнала L1OCd

В строке передаются служебные поля (см. 4.2), с единственным отличием, что поле ЦК формируется с помощью схемы циклического кодирования, описанной в 4.5.

4.3.3 Строка 2-го типа сигнала L1OCd

На рисунке 4.3 приведена структура аномальной строки 2-го типа сигнала L1OCd. Этот тип строк используется при секундных коррекциях ШВL1OCd, при которых длительность суток увеличивается на 1 с. Строка имеет нестандартную длительность 3 с и содержит 375 бит.

В строке передаются служебные поля (см. 4.2), с единственным отличием, что поле ЦК содержит 24, а не 16 бит, и формируется с помощью схемы циклического кодирования, описанной в 4.6.

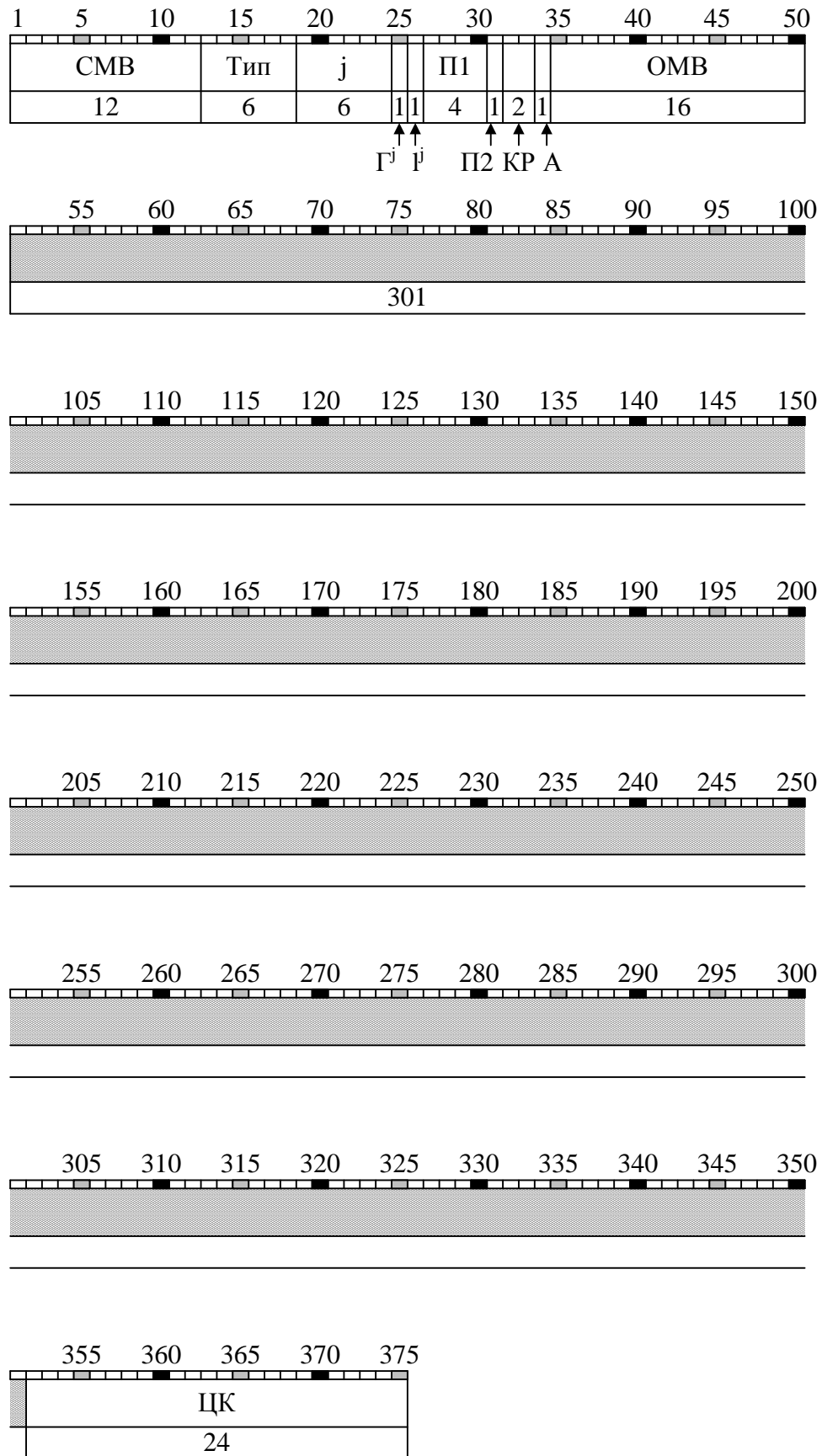


Рисунок 4.3 – Аномальная строка 2-го типа ЦИ сигнала L1OCd

4.4 Циклический код (250,234)

Циклический код (250,234) используется в сигнале L1OCd для заполнения поля ЦК в двухсекундных строках навигационного сообщения.

Место циклического кода в структуре строки приведено в таблице 4.2. Строка содержит 250 бит. На проверочные биты циклического кода (ЦК) отведено 16 бит, на сигнал метки времени (СМВ) – 12 бит, на цифровую информацию (ЦИ) – 222 бита. Передача строки начинается с поля СМВ.

Таблица 4.2 – Циклический код (250,234) в структуре двухсекундной строки сигнала L1OCd

СМВ	ЦИ	ЦК
12	222	16
Информационные биты циклического кода		Проверочные биты

Генераторный (порождающий) полином циклического кода (250,234) имеет вид:

$$g(X) = 1 + X + X^5 + X^6 + X^8 + X^9 + X^{10} + X^{11} + X^{13} + X^{14} + X^{16}$$

Поле ЦК заполняется с помощью схемы циклического кодирования, приведенной на рисунке 4.4. На вход кодера подается 234-битный информационный блок (начиная с 1-го бита СМВ и заканчивая последним 222-м битом ЦИ). На выходе кодера получается 250-битный кодовый блок, путем добавления 16 проверочных бит.

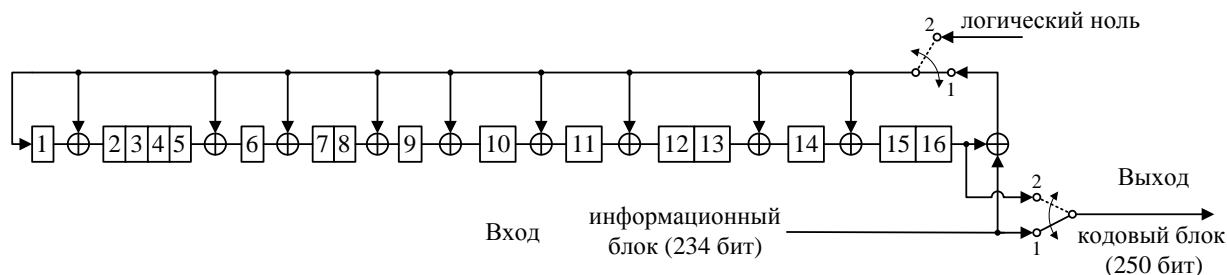


Рисунок 4.4 – Схема циклического кодирования (250,234)

Процедура кодирования с помощью устройства, изображенного на рисунке 4.4, описывается следующими шагами:

1. В исходном состоянии 16-разрядный регистр сдвига заполнен нулями.

2. При первых 234 сдвигах оба ключа находятся в положении 1. Информационный блок без изменений передается на выход кодера. Обратная связь регистра замкнута и происходит обновление его содержимого.

3. После передачи последнего 234-го информационного бита, оба ключа переключаются в положение 2. Обратная связь регистра размыкается и при последующих 16 сдвигах происходит очищение (заполнение нулями) регистра сдвига, проверочные биты передаются на выход кодера.

Обнаружение ошибок в строке осуществляется путем анализа синдрома, который последовательно вычисляется для каждой строки ЦИ с помощью схемы на рисунке 4.5.

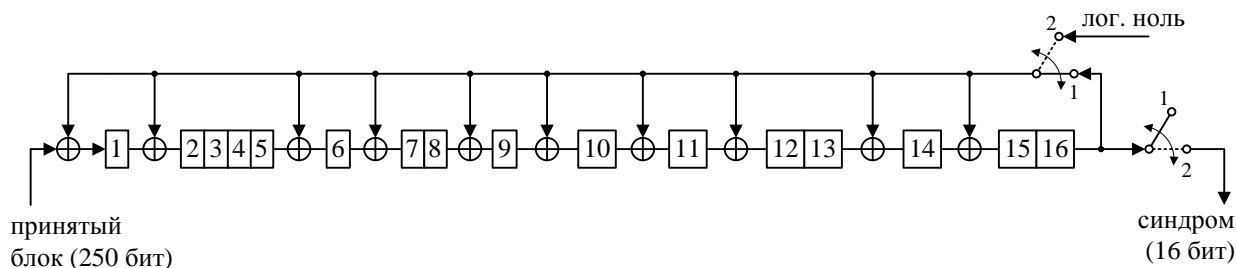


Рисунок 4.5 – Схема вычисления синдрома для кода (250,234)

Процедура обнаружения ошибок в принятом блоке (строке, начиная с 1-го бита СМВ и заканчивая последним 16-м битом ЦК) с помощью устройства, изображенного на рисунке 4.5, описывается следующими шагами:

1. В исходном состоянии 16-разрядный регистр сдвига заполнен некоторым образом (нулями и единицами).

2. На первых 16 сдвигах, ключи находятся в положении 2, принятый блок (первые 16 бит) подается в регистр.

3. После передачи 16-го бита принятого блока, ключи переводятся в положение 1, принятый блок (оставшиеся 234 бита) продолжает подаваться в регистр. Содержимое регистра в момент, когда в триггер 1 занесен последний 250-й бит принятого блока, называется синдромом.

4. После передачи 250-го бита принятого блока в регистр, на следующих 16-и сдвигах ключи переводятся в положение 2, для того чтобы синдром можно было извлечь из регистра (и одновременно загрузить в регистр первые 16 бит следующей строки). Если все 16 разрядов синдрома нулевые, то принимается решение об отсутствии ошибок. В противном случае принимается решение об ошибках в принятом блоке (строке).

4.5 Циклический код (125,109) строки 1-го типа сигнала L1OCd

Циклический код (125,109) используется в сигнале L1OCd для заполнения поля ЦК в строках 1-го типа. Формируется аналогично коду (250,234), с помощью схемы на рисунке 4.4, с тем отличием, что на вход подается не 234 информационных бита, а 109.

Обнаружение ошибок производится с помощью схемы на рисунке 4.5, с тем отличием, что на вход подается не 250 принятых бит, а 125.

4.6 Циклический код (375,351) строки 2-го типа сигнала L1OCd

Циклический код (375,351) используется в сигнале L1OCd для заполнения поля ЦК в строках 2-го типа. Место циклического кода в структуре строки 2-го типа приведено в таблице 4.3. Строка содержит 375 бит. На проверочные биты циклического кода (ЦК) отведено 24 бита, на сигнал метки времени (СМВ) – 20 бит, на цифровую информацию (ЦИ) – 331 бит. Передача строки начинается с поля СМВ.

Таблица 4.3 – Циклический код (375,351) в структуре строки 2-го типа сигнала L1OCd

СМВ	ЦИ	ЦК
20	331	24
Информационные биты циклического кода		Проверочные биты

Генераторный (порождающий) полином циклического кода (375,351) имеет вид:

$$g(X) = 1 + X + X^3 + X^4 + X^5 + X^6 + X^7 + X^{10} + X^{11} + X^{14} + X^{17} + X^{18} + X^{23} + X^{24}$$

Поле ЦК заполняется с помощью схемы циклического кодирования, приведенной на рисунке 4.6. На вход кодера подается 351-битный информационный блок (начиная с 1-го бита СМВ и заканчивая последним 331-м битом ЦИ). На выходе кодера получается 375-битный кодовый блок, путем добавления 24 проверочных бит.

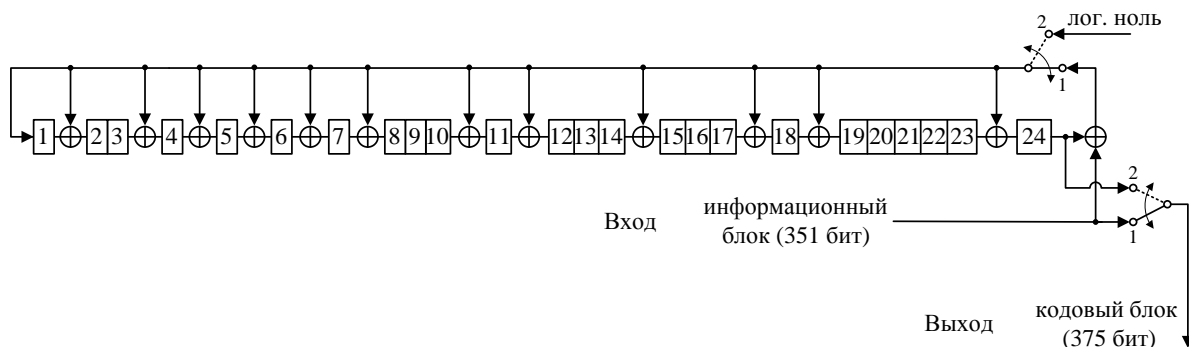


Рисунок 4.6 – Схема циклического кодирования (375,351)

Процедура кодирования с помощью устройства, изображенного на рисунке 4.6, описывается следующими шагами:

1. В исходном состоянии 24-разрядный регистр сдвига заполнен нулями.
2. При первых 351 сдвигах оба ключа находятся в положении 1. Информационный блок без изменений передается на выход кодера. Обратная связь регистра замкнута и происходит обновление его содержимого.
3. После передачи последнего 351-го информационного бита, оба ключа переключаются в положение 2. Обратная связь регистра размыкается и при последующих 24 сдвигах происходит очищение (заполнение нулями) регистра сдвига, проверочные биты передаются на выход кодера.

Обнаружение ошибок в строке осуществляется путем анализа синдрома, который последовательно вычисляется для каждой строки ЦИ с помощью схемы на рисунке 4.7.

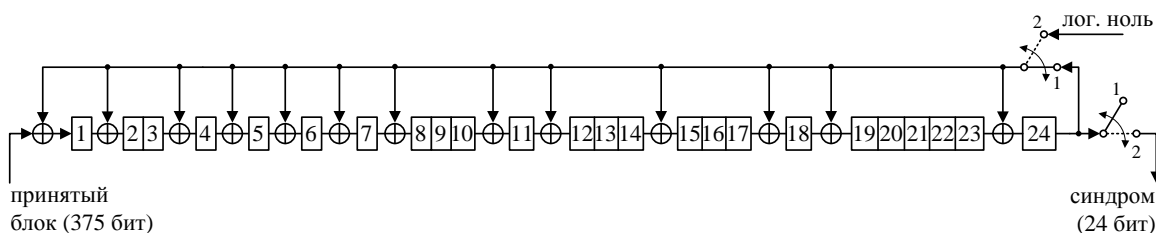


Рисунок 4.7 – Схема вычисления синдрома для кода (375,351)

Процедура обнаружения ошибок в принятом блоке (строке, начиная с 1-го бита СМВ и заканчивая последним 24-м битом ЦК) с помощью устройства, изображенного на рисунке 4.7, описывается следующими шагами:

1. В исходном состоянии 24-разрядный регистр сдвига заполнен некоторым образом (нулями и единицами).

2. На первых 24 сдвигах, ключи находятся в положении 2, принятый блок (первые 24 бит) подается в регистр.

3. После передачи 24-го бита принятого блока, ключи переводятся в положение 1, принятый блок (оставшиеся 351 бит) продолжает подаваться в регистр. Содержимое регистра в момент, когда в триггер 1 занесен последний 375-й бит принятого блока, называется синдромом.

4. После передачи 375-го бита принятого блока в регистр, на следующих 24-х сдвигах ключи переводятся в положение 2, для того чтобы синдром можно было извлечь из регистра (и одновременно загрузить в регистр первые 24 бита следующей строки). Если все 24 разряда синдрома нулевые, то принимается решение об отсутствии ошибок. В противном случае принимается решение об ошибках в принятом блоке (строке).

5 СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ ЦИ СИГНАЛА L1OCd

5.1 Информационные поля строки и типы строк сигнала L1OCd

Содержание информационных полей определяются типом строки, указанным в служебном поле Тип (см. 4.2.2.2).

Информационные поля в строке занимают биты с номерами:

- от 51 до 234 во всех строках, кроме строк 1-го и 2-го типа (см. рис. 4.1);
- от 51 до 109 в строках 1-го типа (см. рис. 4.2);
- от 51 до 351 в строках 2-го типа (см. рис. 4.3).

В таблице 5.1 приведены типы строк, используемые в сигнале L1OCd. В дальнейшем, при необходимости модернизации навигационного сообщения, будут вводиться новые типы строк, содержащие обновленные, либо совершенно новые типы данных.

Таблица 5.1 – Типы строк и их содержание в ЦИ сигнала L1OCd

Тип строки	Содержание
10, 11, 12*	Оперативная информация
20	Альманах
25	Параметры вращения Земли, параметры модели ионосферы, параметры модели расхождения шкал времени UTC(SU) и TAI.
16	Параметры ориентации НКА в режиме упреждающего разворота
50	Квитанции системы Коспас-Сарсат
60	Текстовые сообщения
0	Для решения технологических задач. Потребителем игнорируются
1	Аномальная строка, используемая в момент секундной коррекции, если длительность суток уменьшается на 1 с
2	Аномальная строка, используемая в момент секундной коррекции, если длительность суток увеличивается на 1 с

*Строки 10-го, 11-го и 12-го типа образуют пакет, т.е. строка 11-го типа всегда следует за строкой 10-го типа, а строка 12-го типа – за строкой 11-го типа.

Поля, выделенные одинарной штриховкой на рисунках ниже, являются резервными. Аппаратура потребителя в любых приложениях должна игнорировать содержимое резервных полей.

5.2 Строки 10-го, 11-го и 12-го типа сигнала L10Cd

5.2.1 Состав и структуры строк 10-го, 11-го и 12-го типа

Структуры строк 10-го, 11-го и 12-го типа приведены на рисунках 5.1 – 5.3. Строка 11-го типа всегда следует за строкой 10-го типа, а строка 12-го типа всегда следует за строкой 11-го типа. Эти строки предназначены для передачи оперативной информации.

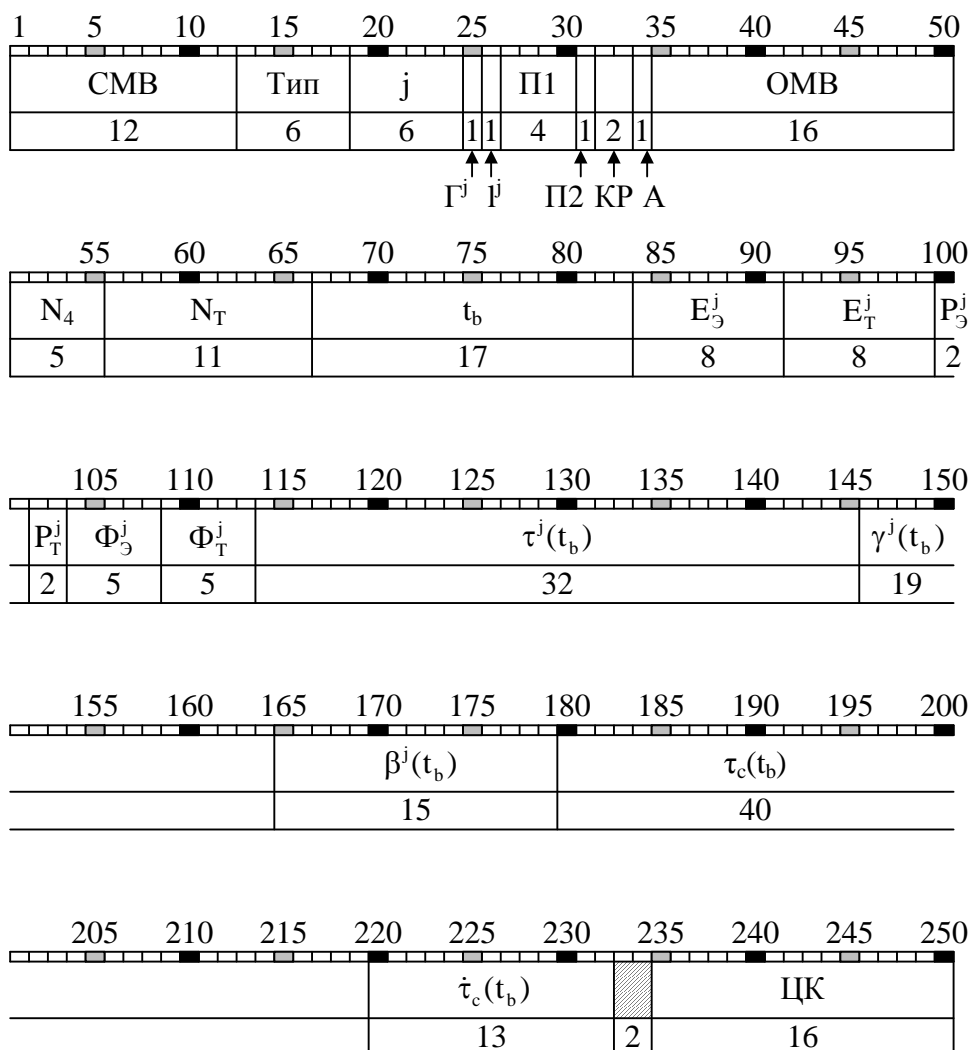


Рисунок 5.1 – Строка 10-го типа ЦИ сигнала L10Cd

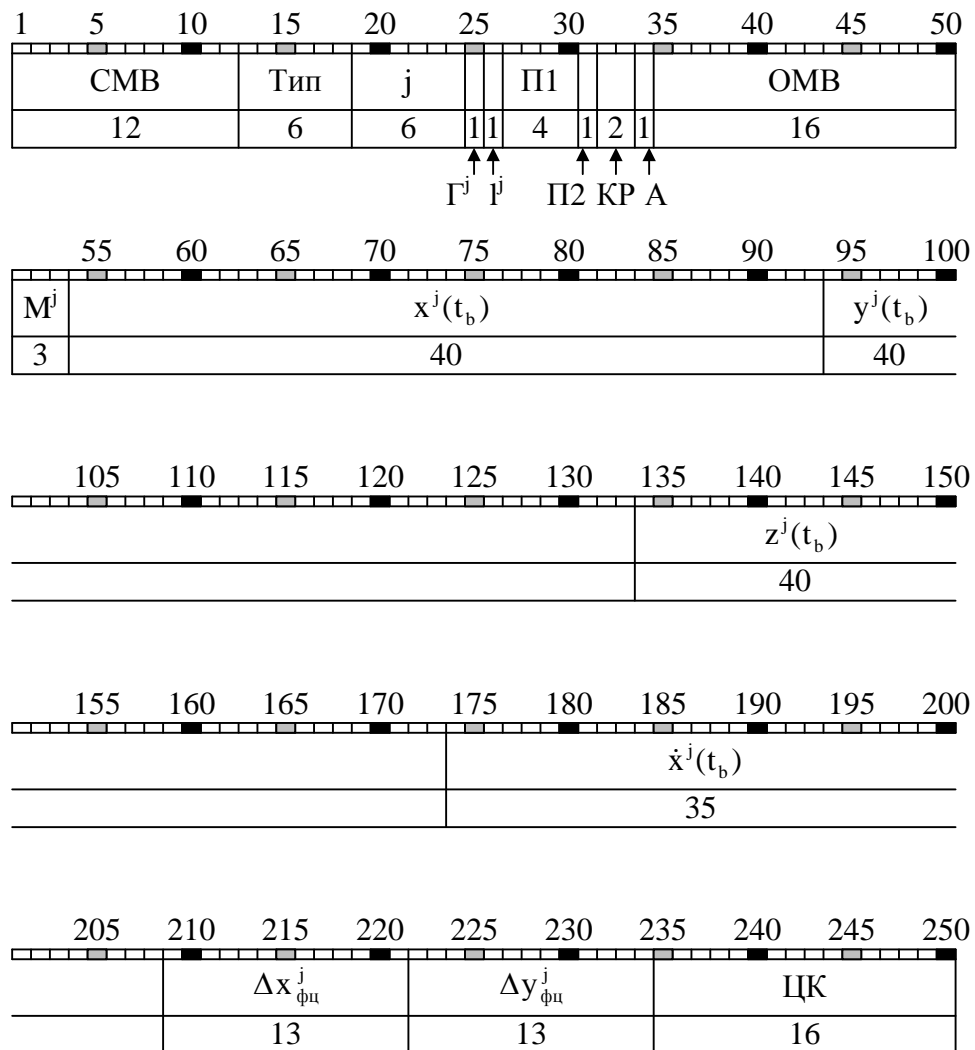


Рисунок 5.2 – Строка 11-го типа ЦИ сигнала L1OCd

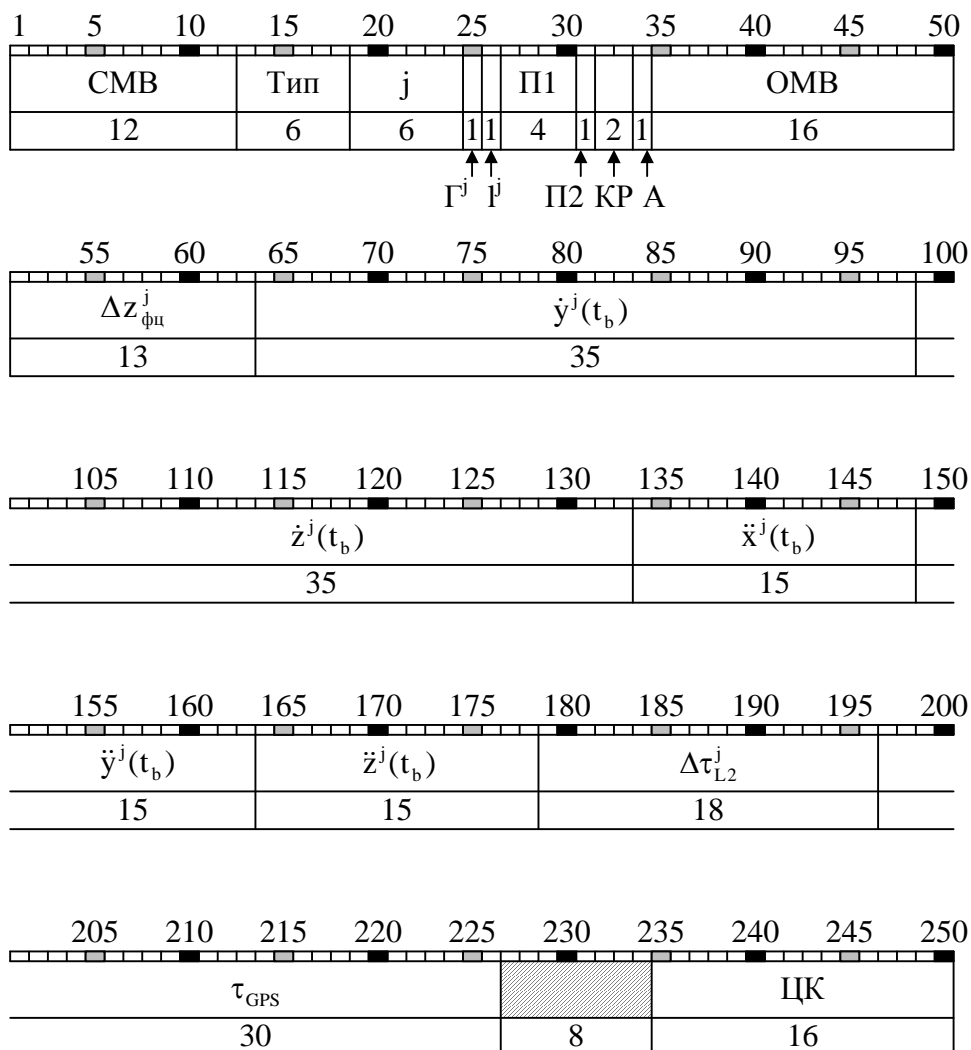


Рисунок 5.3 – Строка 12-го типа ЦИ сигнала L1OCd

Параметры полей строк 10-го, 11-го и 12-го типа приведены в таблице 5.2. В этой таблице поля, относящиеся к различным строкам, разделены горизонтальными двойными линиями.

Таблица 5.2 – Параметры информационных полей строк 10-го, 11-го и 12-го типа сигнала L1OCd

Поле	Число разрядов	Цена младшего разряда	Диапазон значений	Единица измерения
N_4	5	1	1 – 31	4-летний интервал
N_T	11	1	1 – 1461	сутки
t_b	17	1	0 – 86399	с
E_{\ominus}^j, E_T^j	8	1	1 – 255	6 часов
P_{\ominus}^j, P_T^j	2	1	см. 5.2.2.6	безразмерная
$\Phi_{\ominus}^j, \Phi_T^j$	5	1	см. 5.2.2.7	безразмерная
$\tau^j(t_b)$	32	2^{-38}	$\pm 7,8 \cdot 10^{-3}$	с
$\gamma^j(t_b)$	19	2^{-48}	$\pm 0,9 \cdot 10^{-9}$	безразмерная
$\beta^j(t_b)$	15	2^{-57}	$\pm 1,1 \cdot 10^{-13}$	c^{-1}
$\tau_c(t_b)$	40	2^{-31}	± 256	с
$\dot{\tau}_c(t_b)$	13	2^{-49}	$\pm 0,7 \cdot 10^{-11}$	безразмерная
Резерв	2	–	–	–
M^j	3	1	см. 5.2.2.13	безразмерная
$x^j(t_b), y^j(t_b), z^j(t_b)$	40	2^{-20}	$\pm 5,2 \cdot 10^5$	км
$\dot{x}^j(t_b)$	35	2^{-30}	± 16	км/с
$\Delta x_{\phi\psi}^j, \Delta y_{\phi\psi}^j$	13	2^{-10}	± 4	м
$\Delta z_{\phi\psi}^j$	13	2^{-10}	± 4	м
$\dot{y}^j(t_b), \dot{z}^j(t_b)$	35	2^{-30}	± 16	км/с
$\ddot{x}^j(t_b), \ddot{y}^j(t_b), \ddot{z}^j(t_b)$	15	2^{-39}	$\pm 2,9 \cdot 10^{-8}$	км/с ²
$\Delta \tau_{L2}^j$	18	2^{-38}	$\pm 4,8 \cdot 10^{-7}$	с
τ_{GPS}	30	2^{-38}	$\pm 2 \cdot 10^{-3}$	с
Резерв	8	–	–	–
Примечание – Для поля $\tau_c(t_b)$ диапазон ± 256 выбран на случай возможной отмены в будущем коррекций ШВС ГЛОНАСС на плюс или минус 1 с.				

5.2.2 Смысловое содержание полей строк 10-го, 11-го и 12-го типа

5.2.2.1 Поля СМВ, Тип, j, Γ^j , I^j , П1, П2, КР, А, ОМВ, ЦК

Служебные поля. Описаны в 4.2.

5.2.2.2 Поле N_4

Номер текущего четырехлетнего интервала по ШBL1OCd. Первый год первого четырехлетия соответствует 1996 году. Например, в интервал времени с 1996 по 1999 год (по ШBL1OCd), $N_4 = 1$.

5.2.2.3 Поле N_T

Календарный номер текущих суток по ШBL1OCd внутри четырехлетнего интервала. Суткам 1 января високосного года соответствует $N_T = 1$. Суткам 1 января 2100 года, который согласно григорианскому календарю не является високосным, так же соответствует $N_T = 1$.

5.2.2.4 Поле t_b

Момент, по МДВ, к которому относится оперативная ЦИ (ЭИ и ЧВИ), выраженный в секундах внутри текущих суток (N_T) по МДВ. Момент t_b по МДВ, для краткости, будет называться моментом t_b (указание шкалы опускается, но всегда подразумевается, что это шкала МДВ).

Любая смена оперативной ЦИ сопровождается обязательным изменением поля t_b . В случае смены ЦИ с частотой один раз в 30 мин, первый и последний моменты t_b отстоят от границ суток на 15 мин. При необходимости, смена ЦИ может осуществляться до одного раза в секунду. В этом случае, t_b будет принимать значения, кратные 1 с.

5.2.2.5 Поля $E_{\text{Э}}^j$, $E_{\text{Т}}^j$

Соответственно, возраст ЭИ и ЧВИ НКА с номером j (передающего данное навигационное сообщение), выраженный в количестве шестичасовых интервалов, прошедших до момента t_b от момента поступления ЭИ и ЧВИ на борт НКА в режиме ретрансляции, либо исходных данных в режиме размножения.

5.2.2.6 Поля $P_{\text{Э}}^j$, $P_{\text{Т}}^j$

Режим формирования, соответственно, ЭИ и ЧВИ.

$P_{\text{Э,Т}}^j = 01$ – ретрансляция;

$P_{\text{Э,Т}}^j = 10$ – размножение;

$P_{\text{Э,Т}}^j = 11$ – использование межспутниковых измерений.

5.2.2.7 Поля $\Phi_{\text{Э}}^j, \Phi_{\text{T}}^j$

Соответственно, факторы точности, обусловленные погрешностями ЭИ и ЧВИ. Эти поля содержат эквивалентные погрешности (σ) измерений в АП псевдодальности до НКА с номером j (который передает данные поля) на момент t_b . В таблице 5.3 приведены значения полей $\Phi_{\text{Э}}^j, \Phi_{\text{T}}^j$ (в десятичной системе счисления) и соответствующие им погрешности σ .

Таблица 5.3 – Эфемеридный и временной факторы точности

$\Phi_{\text{Э}}^j, \Phi_{\text{T}}^j$	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4
$\sigma, \text{м}$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,6
$\Phi_{\text{Э}}^j, \Phi_{\text{T}}^j$	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$\sigma, \text{м}$	0,7	0,8	0,9	1	2	2,5	4	5	7	10	12	14
$\Phi_{\text{Э}}^j, \Phi_{\text{T}}^j$	9	10	11	12	13	14	15					
$\sigma, \text{м}$	16	32	64	128	256	512	не определен					

5.2.2.8 Поле $\tau^j(t_b)$

Поправка к ШВЛ10Сd НКА с номером j (передающего данное навигационное сообщение) для перехода к ШВС ГЛОНАСС на момент t_b . Значение поля $\tau^j(t_b)$ связано со шкалами ШВЛ10Сd ($T_{\text{ШВЛ10Сd}}$) и ШВС ГЛОНАСС ($T_{\text{ГЛ}}$) на момент t_b следующим образом: $T_{\text{ГЛ}}(t_b) = T_{\text{ШВЛ10Сd}}(t_b) + \tau^j(t_b)$.

5.2.2.9 Поле $\gamma^j(t_b)$

Относительное отклонение от номинала f_H несущей частоты $f^j(t_b)$ НКА с номером j (передающего данное навигационное сообщение) в момент t_b :

$$\gamma^j(t_b) = \frac{f^j(t_b) - f_H}{f_H}$$

5.2.2.10 Поле $\beta^j(t_b)$

Половинная скорость относительного отклонения ($\gamma^j(t_b)$) от номинала f_H несущей частоты $f^j(t_b)$ на НКА с номером j (передающего данное навигационное сообщение) в момент времени t_b . Значение, записанное в поле $\beta^j(t_b)$, определяется следующим образом:

$$\beta^j(t_b) = \frac{1}{2} \cdot \left. \frac{d\gamma^j(t)}{dt} \right|_{\text{момент } t_b}$$

5.2.2.11 Поле $\tau_c(t_b)$

Поправка на момент времени t_b для перехода от ШВС ГЛОНАСС к МДВ. Поле $\tau_c(t_b)$ связано со шкалами ШВС ГЛОНАСС ($T_{\text{ГЛ}}$) и МДВ ($T_{\text{МДВ}}$) в момент t_b , следующим соотношением: $T_{\text{МДВ}}(t_b) = T_{\text{ГЛ}}(t_b) + \tau_c(t_b)$.

5.2.2.12 Поле $\dot{\tau}_c(t_b)$

Скорость изменения поправки $\tau_c(t_b)$, в момент t_b . Значение, записанное в поле $\dot{\tau}_c(t_b)$, определяется следующим образом:

$$\dot{\tau}_c(t_b) = \left. \frac{d\tau_c(t)}{dt} \right|_{\text{момент } t_b}$$

5.2.2.13 Поле M^j

Модификация НКА с номером j (передающего данное навигационное сообщение).

$M^j = 000$ – «Глонасс-М» с БИНС-L3, излучает сигнал L3 с кодовым разделением;

$M^j = 001$ – «Глонасс-K1», излучает сигнал L3 с кодовым разделением;

$M^j = 010$ – «Глонасс-K2», излучает сигналы L1, L2, L3 с кодовым разделением.

5.2.2.14 Поля $x^j(t_b)$, $y^j(t_b)$, $z^j(t_b)$

Координаты центра масс НКА с номером j (передающего данное навигационное сообщение), на момент t_b в прямоугольной геоцентрической гринвичской системе координат, принятой для использования в системе ГЛОНАСС.

5.2.2.15 Поля $\dot{x}^j(t_b)$, $\dot{y}^j(t_b)$, $\dot{z}^j(t_b)$

Составляющие вектора скорости центра масс НКА с номером j (передающего данные поля), на момент t_b в прямоугольной геоцентрической гринвичской системе координат, принятой для использования в ГЛОНАСС.

5.2.2.16 Поля $\ddot{x}^j(t_b)$, $\ddot{y}^j(t_b)$, $\ddot{z}^j(t_b)$

Составляющие вектора возмущающих ускорений центра масс НКА с номером j (передающего данное навигационное сообщение) на момент t_b , в прямоугольной геоцентрической гринвичской системе координат, принятой для использования в системе ГЛОНАСС.

5.2.2.17 Поля $\Delta x_{\text{фц}}^j$, $\Delta y_{\text{фц}}^j$, $\Delta z_{\text{фц}}^j$

Координаты фазового центра антенны, излучающей сигнал L1OC, в системе координат, оси которой параллельны осям бортовой системы, а начало смещено в центр масс НКА. Описание бортовой системы координат приведено в ИКД.

5.2.2.18 Поле $\Delta\tau_{L2}^j$

Смещение ШВЛ2ОСр ($T_{\text{ШВЛ2ОСр}}$) относительно ШВЛ1ОСd ($T_{\text{ШВЛ1ОСd}}$) $\Delta\tau_{L2}^j = T_{\text{ШВЛ2ОСр}} - T_{\text{ШВЛ1ОСd}}$. Параметр $\Delta\tau_{L2}^j$ необходим для перехода от ШВЛ2ОСр на ШВЛ1ОСd и затем на ШВС ГЛОНАСС.

5.2.2.19 Поле τ_{GPS}

Дробная часть секунды в смещении шкал времени системы GPS (T_{GPS}) относительно ШВС ГЛОНАСС ($T_{\text{ГЛ}}$) на момент t_b :

$$\tau_{\text{GPS}} = T_{\text{GPS}} - T_{\text{ГЛ}} + 10800 - \Delta T$$

где ΔT – целая часть смещения, выраженная в целых секундах, и определяемая потребителями из принимаемых навигационных сообщений системы GPS.

5.3 Строка 20-го типа сигнала L1OCd

5.3.1 Состав и структура строки 20-го типа

На рисунке 5.4 приведена структура строки 20-го типа. Этот тип строк предназначен для передачи данных альманаха для одного НКА, который имеет номер j_A и излучает один или более сигналов с кодовым разделением.

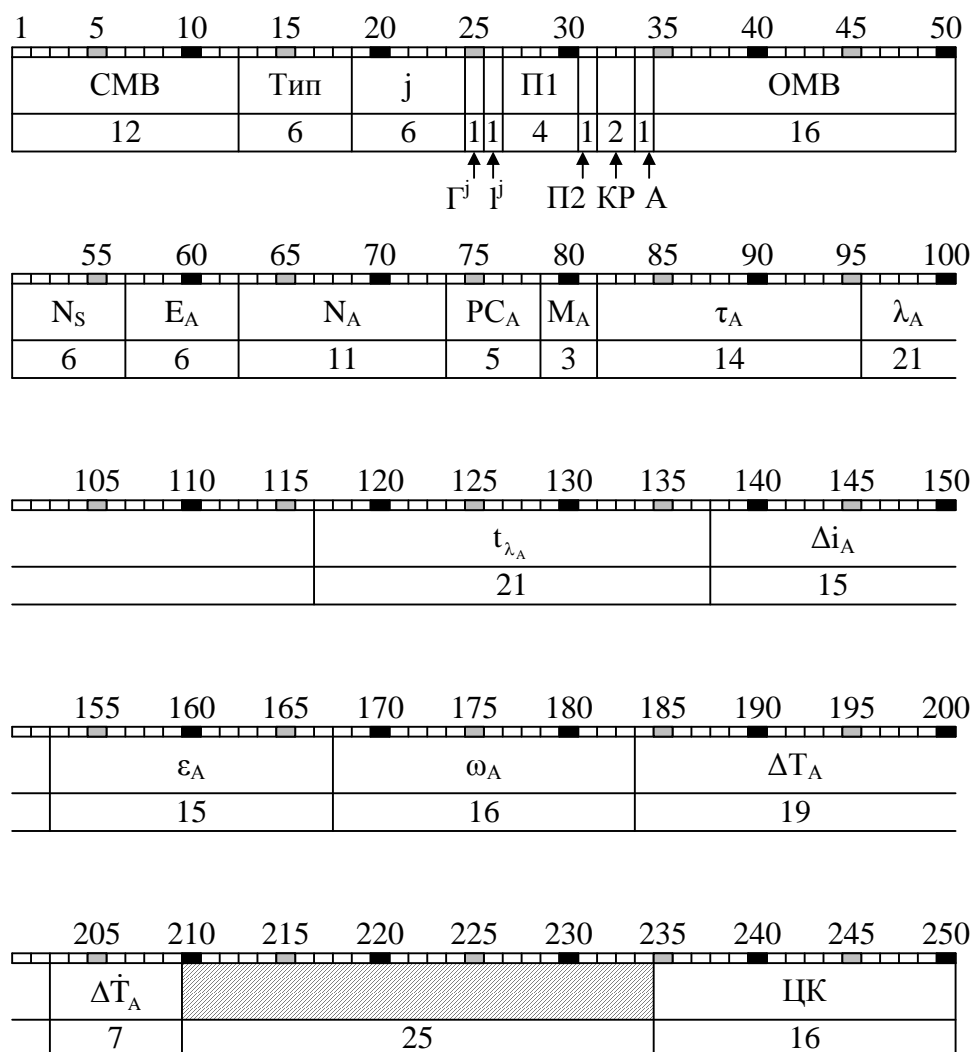


Рисунок 5.4 – Строка 20-го типа ЦИ сигнала L1OCd

Параметры полей строки 20-го типа приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Параметры информационных полей строки 20-го типа сигнала L1OCd

Поле	Число разрядов	Цена младшего разряда	Диапазон значений	Единица измерения
j_A	6	1	0 – 63	безразмерная
N_S	6	1	0 – 63	безразмерная
E_A	6	1	0 – 63	сутки
N_A	11	1	1 – 1461	сутки
PC_A	5	1	см. 5.3.2.6	безразмерная
M_A	3	1	см. 5.3.2.7	безразмерная
τ_A	14	2^{-20}	$\pm 7,8 \cdot 10^{-3}$	с
λ_A	21	2^{-20}	± 1	полуцикл
t_{λ_A}	21	2^{-5}	0 – 44100	с
Δi_A	15	2^{-20}	$\pm 0,0156$	полуцикл
ε_A	15	2^{-20}	0 – 0,03	безразмерная
ω_A	16	2^{-15}	± 1	полуцикл
ΔT_A	19	2^{-9}	± 512	с
$\Delta \dot{T}_A$	7	2^{-14}	$\pm 3,9 \cdot 10^{-3}$	с/виток
Резерв	25	–	–	–

5.3.2 Смысловое содержание полей строки 20-го типа

5.3.2.1 Поля CMB, Тип, Γ^j , I^j , П1, П2, КР, А, ОМВ, ЦК

Служебные поля. Описаны в 4.2.

5.3.2.2 Поле j_A

Номер НКА, альманах которого передается в текущей строке.

5.3.2.3 Поле N_S

Число НКА в орбитальной группировке, излучающих один или более сигналов с кодовым разделением, для которых передается альманах.

5.3.2.4 Поле E_A

Возраст альманаха НКА от момента закладки параметров альманаха (ЭИ, ЧВИ, PC_A) на борт НКА.

5.3.2.5 Поле N_A

Календарный номер суток по МДВ внутри четырехлетнего интервала, к которому относится альманах. Суткам 1 января високосного года соответствует $N_A = 1$. Суткам 1 января 2100 года, который согласно григорианскому календарю не является високосным, так же соответствует $N_A = 1$.

5.3.2.6 Поле PC_A

Регистр состояния навигационных радиосигналов L1, L2, L3. Содержит 5 разрядов. Первый (старший) разряд содержит состояние сигнала L1, второй – L2, третий – L3. Значение разряда «1» означает излучение соответствующего сигнала; «0» – означает отсутствие сигнала. Пригодность или непригодность данного навигационного сигнала и его ЦИ определяются признаками Γ^j и 1^j (см. 4.2.2.4 и 4.2.2.5). Четвертый и пятый разряды поля PC_A являются резервными.

5.3.2.7 Поле M_A

Модификация НКА с номером j_A .

$M_A = 000$ – «Глонасс-М» с БИНС L3, излучает сигнал L3 с кодовым разделением;

$M_A = 001$ – «Глонасс-K1», излучает сигнал L3 с кодовым разделением;

$M_A = 010$ – «Глонасс-K2», излучает сигналы L1, L2, L3 с кодовым разделением.

5.3.2.8 Поле τ_A

Грубое значение поправки для перехода от ШВЛ1ОСd НКА с номером j_A к ШВС ГЛОНАСС на момент начала суток $(N_A + 1)$ по МДВ.

$$\tau_A = T_{ГЛ, N_A + 1} - T_{ШВЛ1ОСd, N_A + 1} - \left\langle \frac{T_{ГЛ, N_A + 1} - T_{ШВЛ1ОСd, N_A + 1}}{86400} \right\rangle \cdot 86400$$

где $T_{ГЛ, N_A + 1}$ – момент по ШВС ГЛОНАСС соответствующий моменту начала суток $(N_A + 1)$ по МДВ;

$T_{ШВЛ1ОСd, N_A + 1}$ – момент по ШВЛ1ОСd НКА с номером j_A соответствующий моменту начала суток $(N_A + 1)$ по МДВ.

Оператор $\langle \cdot \rangle$ – означает взятие ближайшего целого числа.

5.3.2.9 Поле λ_A

Геодезическая долгота первого восходящего узла орбиты НКА с номером j_A внутри суток N_A , в геоцентрической системе, принятой для использования в ГЛОНАСС.

5.3.2.10 Поле t_{λ_A}

Момент, по МДВ, прохождения НКА с номером j_A первого восходящего узла орбиты внутри суток N_A .

5.3.2.11 Поле Δi_A

Поправка к номинальному значению ($64,8^\circ$) наклона орбиты НКА с номером j_A в момент t_{λ_A} (по МДВ).

5.3.2.12 Поле ε_A

Эксцентриситет орбиты НКА с номером j_A в момент t_{λ_A} (по МДВ).

5.3.2.13 Поле ω_A

Аргумент перигея орбиты НКА с номером j_A в момент t_{λ_A} (по МДВ).

5.3.2.14 Поле ΔT_A

Поправка к номинальному значению (40544 с) драконического периода обращения НКА с номером j_A на орбите в момент t_{λ_A} (по МДВ).

5.3.2.15 Поле $\Delta \dot{T}_A$

Скорость изменения периода обращения НКА с номером j_A на орбите в момент t_{λ_A} по МДВ.

5.4 Строка 25-го типа сигнала L1OCd

5.4.1 Состав и структура строки 25-го типа

На рисунке 5.5 приведена структура строки 25-го типа. Этот тип строк предназначен для передачи параметров вращения Земли, параметров модели ионосферы, параметров модели расхождения шкал времени UTC(SU) и TAI, а также некоторых других параметров.

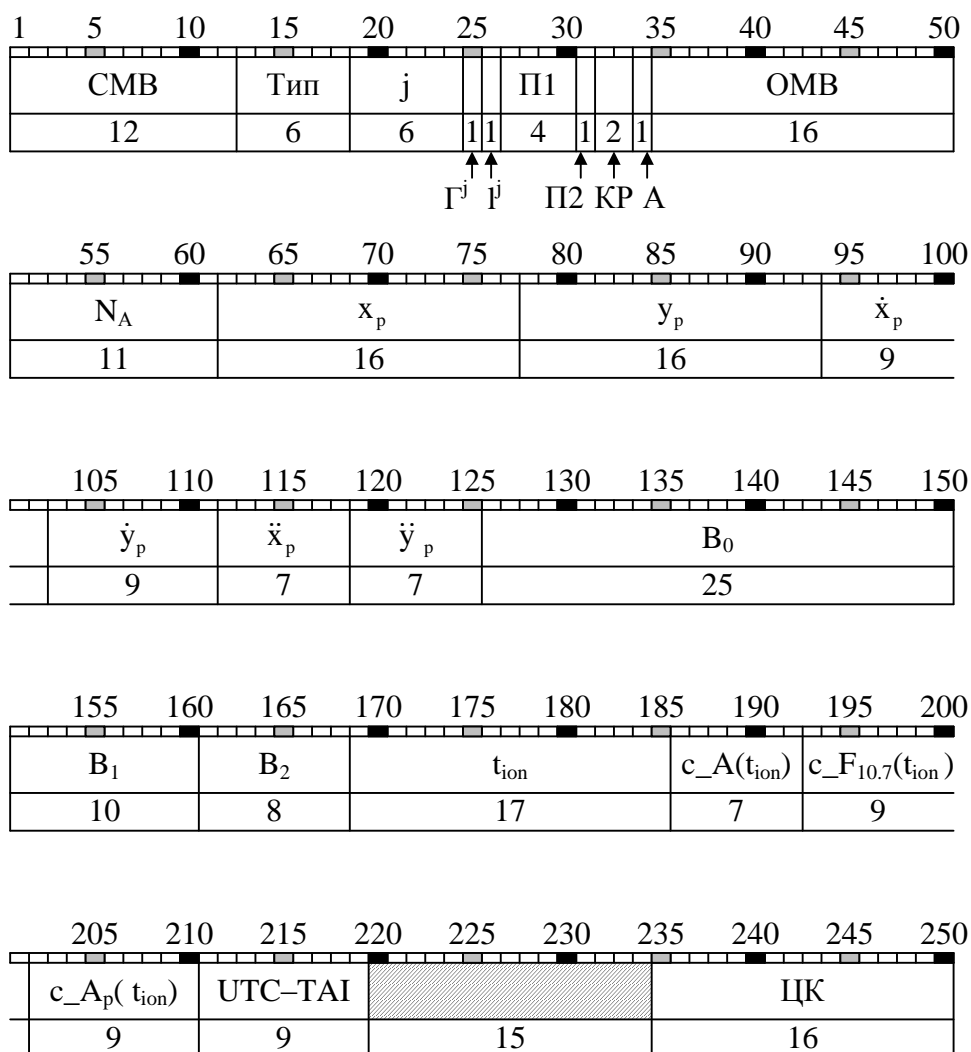


Рисунок 5.5 – Строка 25-го типа ЦИ сигнала L1OCd

Параметры полей строки 25-го типа приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Параметры информационных полей строки 25-го типа сигнала L1OCd

Поле	Число разрядов	Цена младшего разряда	Диапазон значений	Единица измерения
N_A	11	1	1 – 1461	сутки
x_p, y_p	16	2^{-14}	± 1	угл.с
\dot{x}_p, \dot{y}_p	9	2^{-14}	$\pm 8 \cdot 10^{-3}$	угл.с/сутки
\ddot{x}_p, \ddot{y}_p	7	2^{-14}	$\pm 2 \cdot 10^{-3}$	углс/сутки ²
B_0	25	2^{-16}	± 256	с
B_1	10	2^{-16}	$\pm 7,8 \cdot 10^{-3}$	с/ссс
B_2	8	2^{-16}	$\pm 1,9 \cdot 10^{-3}$	с/ссс ²
$t_{\text{ион}}$	17	1	0 – 86399	с
$c - A(t_{\text{ион}})$	7	2^{-4}	0 – 4	безразмерная
$c - F_{10.7}(t_{\text{ион}})$	9	2^0	0 – $250 \cdot 10^{-22}$	Вт/(м ² · Гц)
$c - A_p(t_{\text{ион}})$	9	2^0	0 – 250	нТл
UTC – TAI	9	1	± 255	с
Резерв	15	–	–	–

Примечание – Для поля B_0 диапазон ± 256 выбран на случай возможной отмены в будущем коррекций шкалы UTC(SU) на плюс или минус 1 с.

5.4.2 Смысловое содержание полей строки 25-го типа

5.4.2.1 Поля СМВ, Тип, j, Γ^j , 1^j , П1, П2, КР, А, ОМВ, ЦК

Служебные поля. Описаны в 4.2.

5.4.2.2 Поле N_A

См. 5.3.2.5.

5.4.2.3 Поля $x_p, y_p, \dot{x}_p, \dot{y}_p, \ddot{x}_p, \ddot{y}_p$

Параметры полинома второй степени для определения положения мгновенного полюса Земли. Эти параметры заданы на момент начала суток N_A по МДВ ($T_{\text{МДВ}}$).

5.4.2.4 Поля B_0, B_1, B_2

Параметры полинома второй степени для определения расхождения:

$$\tau_{\text{УТИ}} = T_{\text{УТИ}} - T_{\text{UTC}}$$

где: $T_{\text{УТИ}}$ – всемирное время на среднем гринвичском меридиане, рассчитанное с учетом движения полюса;

T_{UTC} – координированное время Госэталоны РФ, определяемое атомными часами, показания которых периодически корректируются на плюс или минус 1 с, чтобы расхождение τ_{UT1} не превышало 0,9 с.

Параметры B_0 , B_1 , B_2 , даются на момент начала суток N_T , по шкале МДВ:

B_0 – величина расхождения T_{UT1} ;

B_1 – величина суточного изменения расхождения за средние солнечные сутки (ССС);

B_2 – скорость изменения расхождения.

5.4.2.5 Поле t_{ion}

Момент МДВ, к которому относятся поля параметров модели ионосферы (ПМИ) Земли (см. 5.4.2.6).

5.4.2.6 Поля $c_A(t_{ion})$, $c_{F_{10.7}}(t_{ion})$, $c_{A_p}(t_{ion})$

ПМИ Земли на момент t_{ion} шкалы МДВ

$c_A(t_{ion})$ – численный множитель максимальной концентрации электронов F2-слоя ионосферы;

$c_{F_{10.7}}(t_{ion})$ – скорректированное значение индекса солнечной активности;

$c_{A_p}(t_{ion})$ – среднесуточный индекс геомагнитной активности.

5.4.2.7 Поле UTC–TAI

Расхождение шкалы UTC(SU) и шкалы TAI в момент начала суток N_A по МДВ:

$$UTC-TAI = T_{UTC} - T_{TAI}$$

5.5 Строка 16-го типа сигнала L1OCd

5.5.1 Состав и структуры строки 16-го типа

На рисунке 5.6 приведена структура строки 16-го типа. Этот тип строк предназначен для передачи параметров, позволяющих осуществлять пересчет координат центра масс НКА в координаты фазового центра антенны, излучающей сигнал L1OC, в режиме упреждающего разворота.

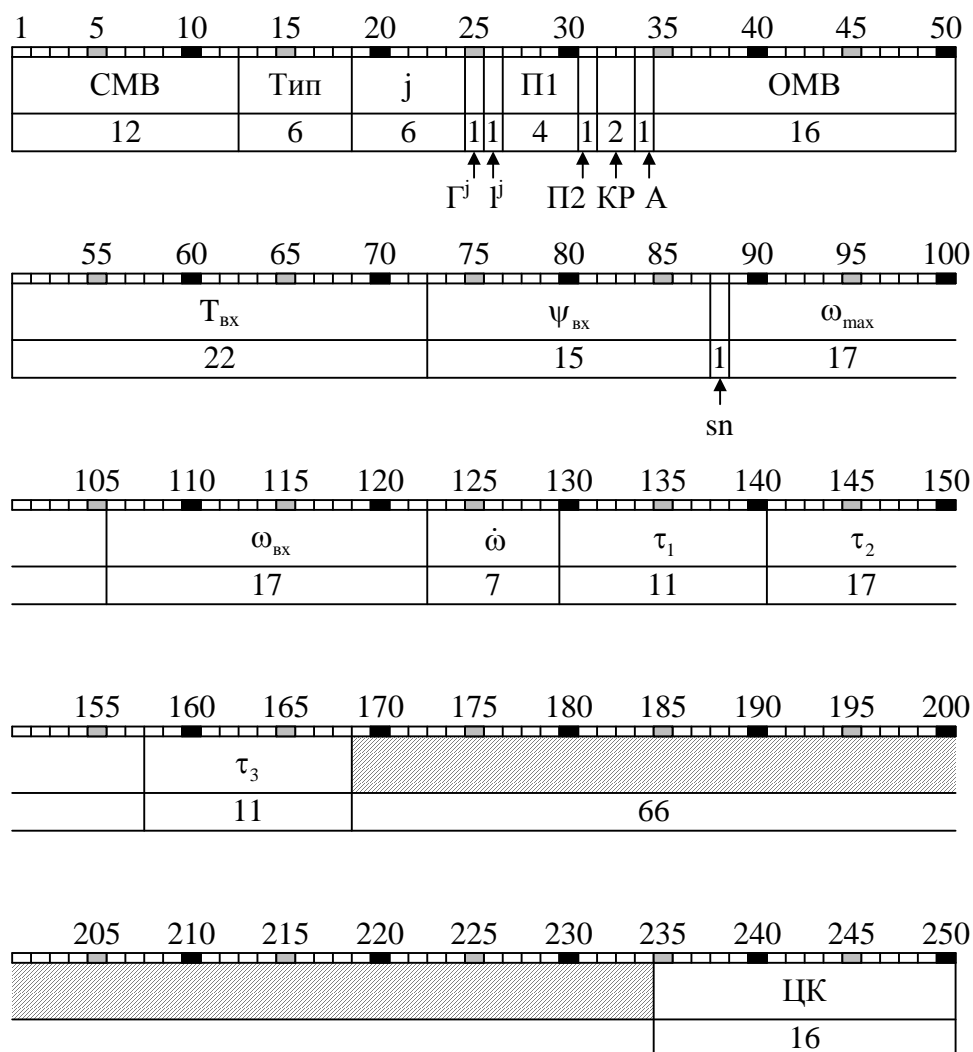


Рисунок 5.6 – Строка 16-го типа ЦИ сигнала L1OCd

Параметры полей строки 16-го типа приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Параметры информационных полей строки 16-го типа сигнала L1OCd

Поле	Число разрядов	Цена младшего разряда	Диапазон значений	Единица измерения
$T_{вх}$	22	2^{-5}	0 – 86399	с
$\psi_{вх}$	15	2^{-14}	0 – 2	полуцикл
sn	1	1	0, 1	безразмерная
ω_{max}	17	2^{-26}	$11 \cdot 10^{-4} - 16 \cdot 10^{-4}$	полуцикл/с
$\omega_{вх}$	17	2^{-26}	$11 \cdot 10^{-4} - 16 \cdot 10^{-4}$	полуцикл/с
$\dot{\omega}$	7	2^{-22}	$2,9 \cdot 10^{-5} - 2,96 \cdot 10^{-5}$	полуцикл/с ²
τ_1	11	2^{-5}	0 – 60	с
τ_2	17	2^{-5}	0 – 3480	с
τ_3	11	2^{-5}	0 – 60	с
Резерв	66	–	–	–

Ниже приведено краткое описание информационных полей строки 16-го типа. Подробное описание параметров ориентации и алгоритм их использования приведен в документе «ИКД ГЛОНАСС. Общее описание системы».

5.5.2 Смысловое содержание полей строки 16-го типа

5.5.2.1 Поля СМВ, Тип, j, Γ^j , 1^j , П1, П2, КР, А, ОМВ, ЦК

Служебные поля. Описаны в 4.2.

5.5.2.2 Поле $T_{вх}$

Момент времени по бортовой шкале входа НКА в режим упреждающего разворота.

5.5.2.3 Поле $\psi_{вх}$

Угол рыскания в момент $T_{вх}$.

5.5.2.4 Поле sn

Знак угла α_c между плоскостью орбиты НКА и вектором Земля-Солнце, принимающий значение 0 если $\text{sign}(\alpha_c) > 0$, и 1 если $\text{sign}(\alpha_c) < 0$.

5.5.2.5 Поле ω_{max}

Максимальная скорость разворота НКА.

5.5.2.6 Поле $\omega_{вх}$

Угловая скорость разворота НКА в момент $T_{вх}$.

5.5.2.7 Поле $\dot{\omega}$

Постоянное угловое ускорение (замедление) НКА.

5.5.2.8 Поле τ_1

Длительность интервала времени от момента $T_{\text{вх}}$ до момента окончания наращивания угловой скорости с постоянным угловым ускорением $\dot{\omega}$.

5.5.2.9 Поле τ_2

Длительность интервала времени разворота НКА с постоянной максимальной угловой скоростью ω_{max} .

5.5.2.10 Поле τ_3

Длительность интервала времени уменьшения с постоянным угловым ускорением $\dot{\omega}$ угловой скорости разворота НКА до значения $\omega_{\text{вых}}$ в момент выхода НКА из режима упреждающего разворота.

5.6 Строка 50-го типа сигнала L1OCd

На рисунке 5.7 приведена структура строки 50-го типа, предназначенная для передачи квитанций Коспас-Сарсат. В строке содержатся две квитанции, по 92 бита каждая.

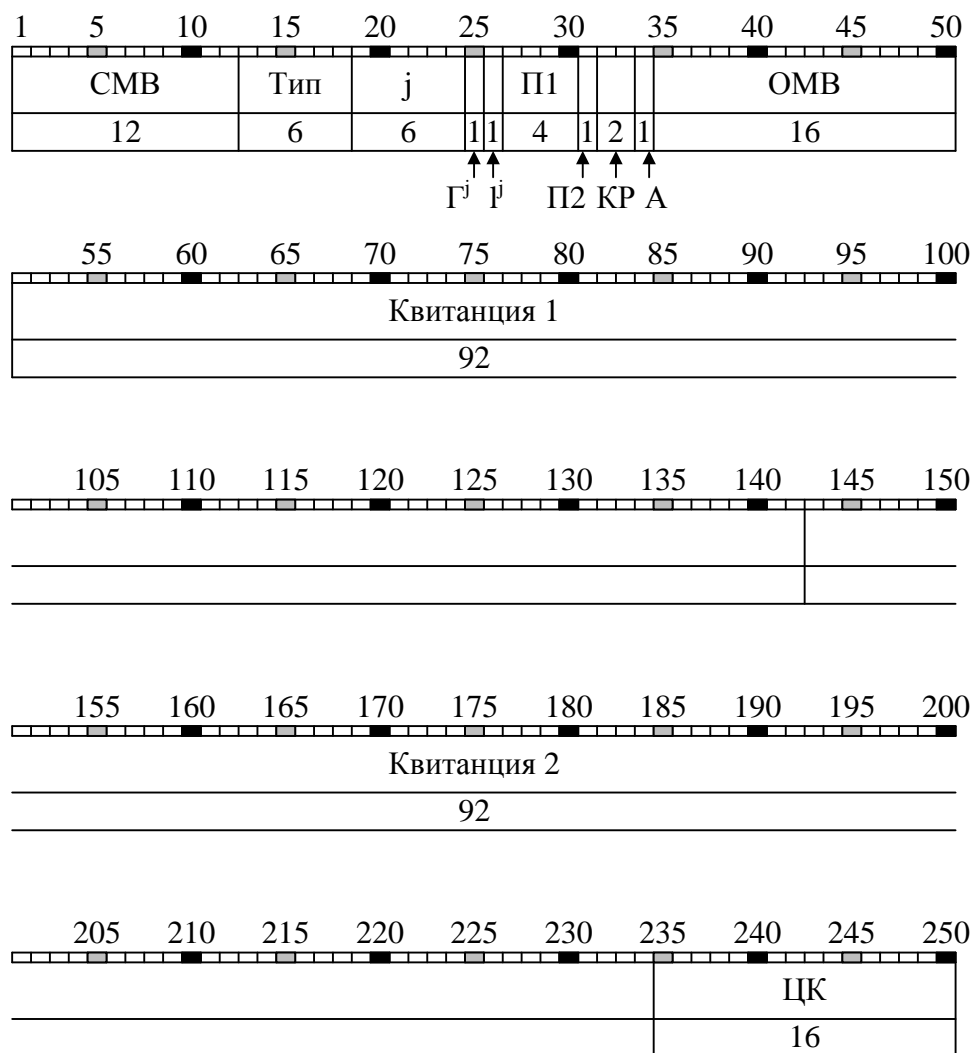


Рисунок 5.7 – Строка 50-го типа ЦИ сигнала L1OCd

Структура квитанции Коспас-Сарсат приведена в таблице 5.7. Описание отдельных полей приведено ниже.

Таблица 5.7 – Структура квитанции Коспас-Сарсат

Поле	Beacon ID	КС	Инф. от ПСС	Резерв ГК
Число бит	60	4	16	12

Beacon ID – идентификационный номер аварийного буя (АРБ-406).

КС – контрольная сумма.

Информация от ПСС – информация от поисково-спасательных служб (ПСС) для АРБ (в настоящее время находится на этапе согласования).

Резерв ГК – резерв Главного конструктора для передачи обобщенной телеметрической информации о прохождении квитанций в бортовом радиокomплексе.

5.7 Строка 60-го типа сигнала L1OCd

На рисунке 5.8 приведена структура строки 60-го типа, предназначенная для передачи текстовых сообщений. Для этого в строке 60-го типа выделено 184 бита.

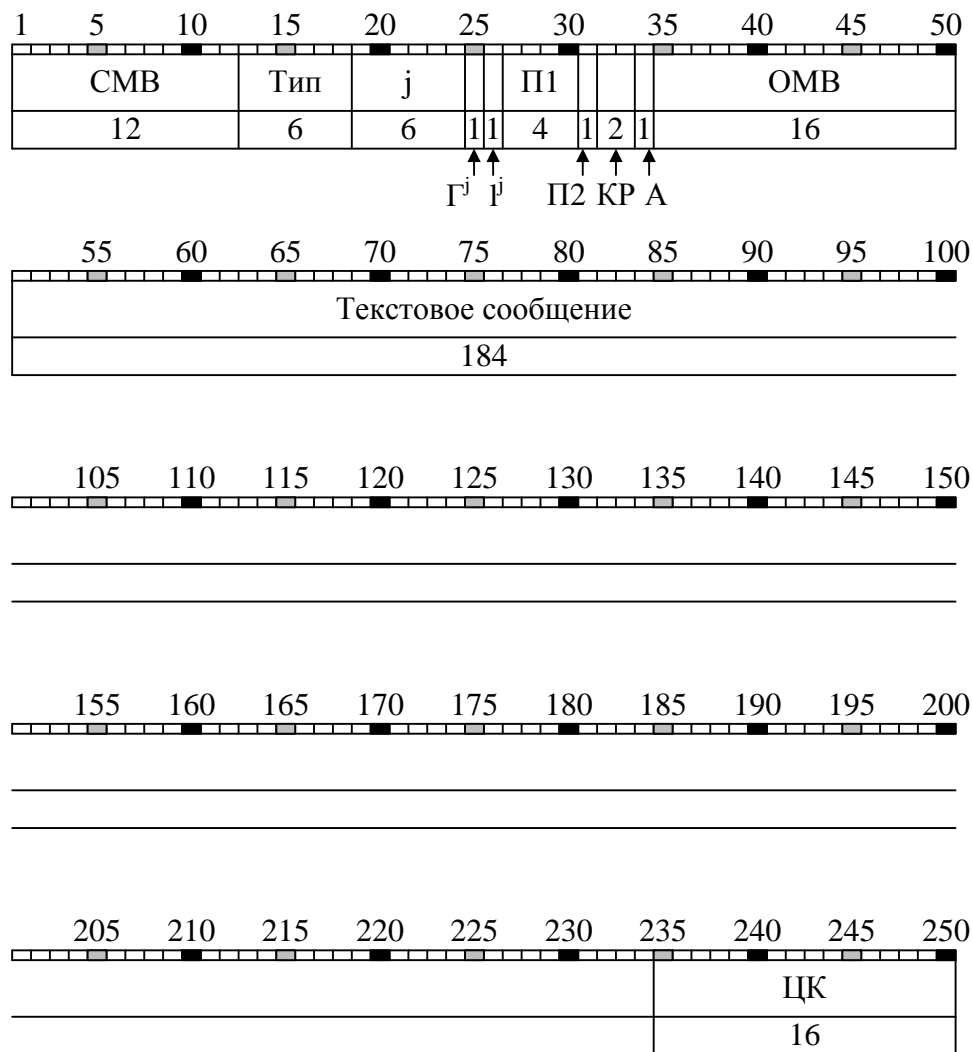


Рисунок 5.8 – Строка 60-го типа ЦИ сигнала L1OCd

Параметры информационных полей строки 60-го типа приведены в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Параметры информационных полей строки 60-го типа сигнала L1OCd

Поле	Число разрядов	Цена младшего разряда	Диапазон значений	Единица измерения
текстовое сообщение	184	–	–	–

5.7.1 Смысловое содержание полей строки 60-го типа

5.7.1.1 Поля СМВ, Тип, j, Γ^j , 1^j , П1, П2, КР, А, ОМВ, ЦК

Служебные поля. Описаны в 4.2.

5.7.1.2 Поле текстового сообщения

Содержит текстовую информацию, структура которой описана в отдельном документе.

5.8 Строка 0-го типа сигнала L1OCd

5.8.1 Состав и структура строки 0-го типа

На рисунке 5.9 приведена структура строки 0-го типа. Этот тип строки предназначен для решения технологических задач введения НКА в состав орбитальной группировки. Аппаратура потребителя должна игнорировать строки 0-го типа.

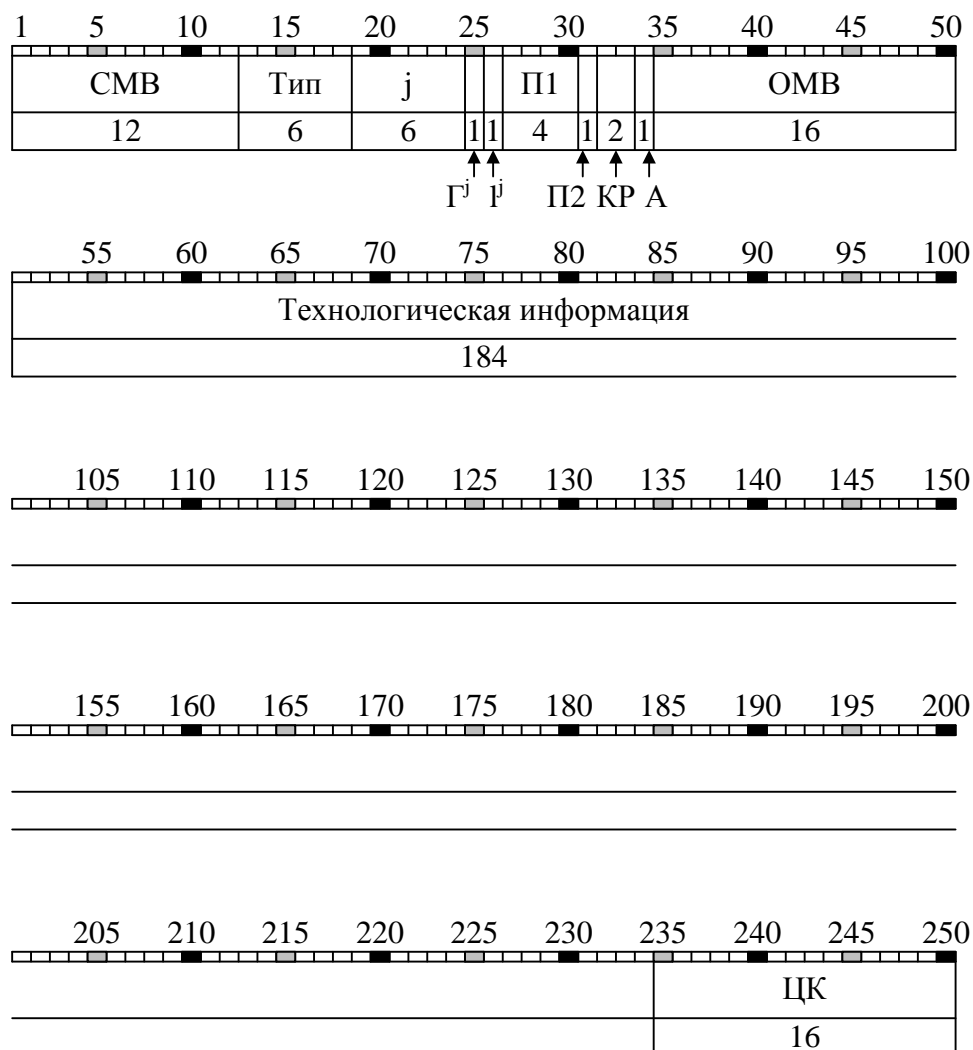


Рисунок 5.9 – Строка 0-го типа ЦИ сигнала L1OCd

Параметры информационных полей строки 0-го типа приведены в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Параметры информационных полей строки 0-го типа сигнала L1OCd

Поле	Число разрядов	Цена младшего разряда	Диапазон значений	Единица измерения
технологическая информация	184	–	–	–

5.8.2 Смысловое содержание полей строки 0-го типа

5.8.2.1 Поля СМВ, Тип, j, Γ^j , 1^j , П1, П2, КР, А, ОМВ, ЦК

Служебные поля. Описаны в 4.2.

5.8.2.2 Поле технологической информации

Содержит технологическую информацию.

5.9 Аномальные строки 1-го и 2-го типа сигнала L1OCd

Строка 1-го типа описана в 4.3.2.

Строка 2-го типа описана в 4.3.3.

Номера битов, отведенных на информационные поля, приведены в 5.1. Эти биты образуют резервные поля.

Лист регистрации изменений									
Изм	Номера листов				Всего листов в докум.	Номер документа	Входящий № сопроводит. докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	изъятых					
					58				

По всем вопросам, связанным с ИКД системы ГЛОНАСС, вы можете обращаться в открытое акционерное общество «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (ОАО «Российские космические системы»).

e-mail: contact@spacecorp.ru, contact@rniikp.ru

Internet: www.spacecorp.ru, www.rniikp.ru

© 2013 Открытое акционерное общество «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (ОАО «Российские космические системы»)