

ГЛОБАЛЬНАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА

ГЛОНАСС



ИНТЕРФЕЙСНЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ДОКУМЕНТ

**Навигационный радиосигнал открытого доступа
с кодовым разделением в диапазоне L3**

**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 L3

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 L3OC.....	10
2.1 Формирование сигнала L3OC.....	10
3 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИ РАДИОСИГНАЛА L3OC.....	16
4 СТРУКТУРА СЛУЖЕБНЫХ ПОЛЕЙ ЦИ СИГНАЛА L3OCd.....	17
4.1 Общая структура строки сигнала L3OCd.....	17
4.2 Служебные поля строки сигнала L3OCd.....	18
4.3 Аномальные строки сигнала L3OCd.....	22
4.4 Циклический код (300,276).....	25
4.5 Циклический код (200,176) строки 1-го типа сигнала L3OCd.....	27
4.6 Циклический код (400,376) строки 2-го типа сигнала L3OCd.....	27
5 СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ ЦИ СИГНАЛА L3OCd.....	28
5.1 Информационные поля строки и типы строк сигнала L3OCd.....	28
5.2 Строки 10-го, 11-го и 12-го типа сигнала L3OCd.....	29
5.3 Строка 20-го типа сигнала L3OCd.....	37
5.4 Строка 25-го типа сигнала L3OCd.....	41
5.5 Строка 16-го типа сигнала L3OCd.....	44
5.6 Строка 60-го типа сигнала L3OCd.....	47
5.7 Строка 0-го типа сигнала L3OCd.....	49
5.8 Аномальные строки 1-го и 2-го типа сигнала L3OCd.....	50

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рисунок 2.1 – Структура сигнала L3OC.....	10
Рисунок 2.2 – Схема формирования сигнала L3OC.....	11
Рисунок 2.3 – Структура СК.....	15
Рисунок 4.1 – Общая структура строки ЦИ сигнала L3OCd.....	17
Рисунок 4.2 – Аномальная строка 1-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	22
Рисунок 4.3 – Аномальная строка 2-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	24
Рисунок 4.4 – Схема циклического кодирования (300,276).....	25
Рисунок 4.5 – Схема вычисления синдрома для кода (300,276).....	26
Рисунок 5.1 – Строка 10-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	29
Рисунок 5.2 – Строка 11-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	30
Рисунок 5.3 – Строка 12-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	31
Рисунок 5.4 – Строка 20-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	37
Рисунок 5.5 – Строка 25-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	41
Рисунок 5.6 – Строка 16-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	44
Рисунок 5.7 – Строка 60-го типа ЦИ сигнала L3OCd.....	47
Рисунок 5.8 – Структура полей строки 0-го типа.....	49

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

Таблица 2.1 – Первые и последние 32 символа дальномерных кодов ДК _{L3OCd}	13
Таблица 2.2 – Первые и последние 32 символа дальномерных кодов ДК _{L3OCp}	14
Таблица 4.1 – Параметры служебных полей сигнала L3OCd.....	19
Таблица 4.2 – Циклический код (300,276) в структуре трехсекундной строки L3OCd.....	25
Таблица 5.1 – Типы строк и их содержание сигнала L3OCd.....	28
Таблица 5.2 – Параметры информационных полей строк 10-го, 11-го и 12-го типа сигнала L3OCd.....	32
Таблица 5.3 – Эфемеридный и временной факторы точности.....	34
Таблица 5.4 – Параметры информационных полей строки 20-го типа сигнала L3OCd.....	38
Таблица 5.5 – Параметры информационных полей строки 25-го типа сигнала L3OCd.....	42
Таблица 5.6 – Параметры информационных полей строки 16-го типа сигнала L3OCd.....	45
Таблица 5.7 – Параметры информационных полей строки 60-го типа сигнала L3OCd.....	48
Таблица 5.8 – Параметры информационных полей строки 0-го типа сигнала L3OCd.....	50

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

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

ОК – оверлейный код

П – последовательность

ПМИ – параметры модели ионосферы

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

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

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 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 Определение интерфейсного контрольного документа

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;
- 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 L3OC

2.1 Формирование сигнала L3OC

2.1.1 Общая схема формирования сигнала L3OC

Сигнал L3OC излучается на несущей частоте (номинальное значение):

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

Сигнал L3OC содержит информационную L3OCd и пилотную L1OCp 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.

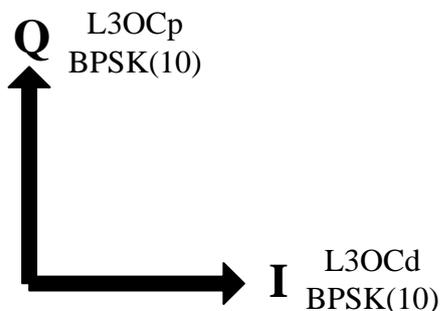


Рисунок 2.1 – Структура сигнала L3OC

Схема формирования сигнала L3OC представлена на рисунке 2.2.

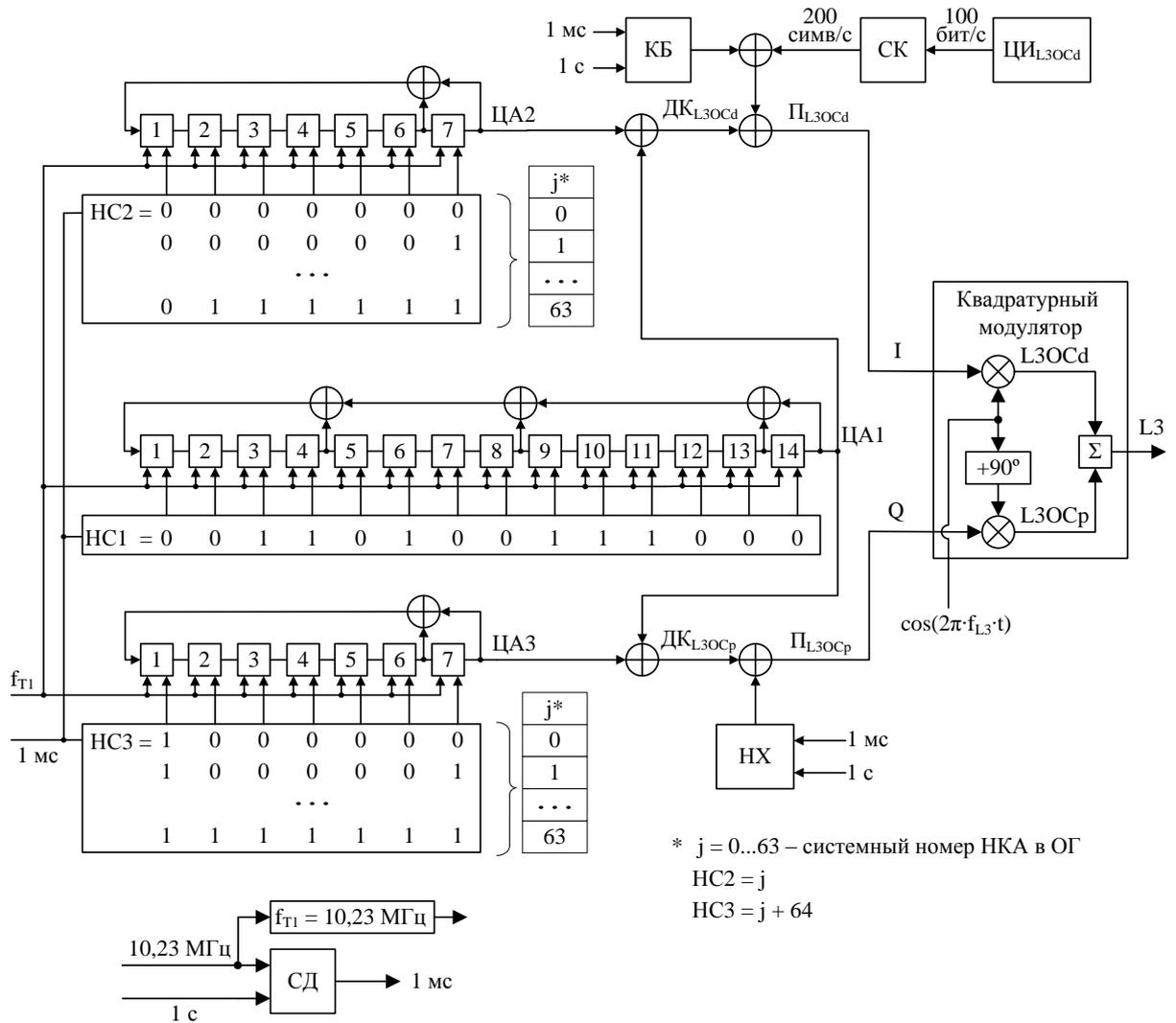


Рисунок 2.2 – Схема формирования сигнала L3OC

Модулирующая последовательность символов Π_{L3OCd} сигнала L3OCd формируется путем суммирования по модулю 2 символов дальномерного кода $ДК_{L3OCd}$, генерируемых с тактовой частотой $f_{T1} = 10,23$ МГц, символов сверточного кода (СК, см. 2.1.3) длительности 5 мс (200 симв/с) и символов кода КБ (см. 2.1.4) 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 $ДК_{L3OCp}$, генерируемых с тактовой частотой $f_{T1} = 10,23$ МГц, и символов кода НХ (см. 2.1.4) длительности 1 мс.

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

2.1.2 Структура генераторов дальномерных кодов сигнала L3OC

Структура генераторов $ДК_{L3OCd}$ и $ДК_{L3OCp}$, приведена на рисунке 2.2. Дальномерные коды $ДК_{L3OCd}$ и $ДК_{L3OCp}$ 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 $f_{Т1} = 10,23$ МГц от цифровых автоматов ЦА1, ЦА2 и ЦА3 в соответствии с рисунком 2.2:

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

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 $НС1 = 00110100111000$;
- в ЦА2 код $НС2 = j = 0000000, 0000001...0111111$, где j – системный номер НКА в ОГ;
- в ЦА3 код $НС3 = j + 64 = 1000000, 1000001...1111111$, где j – системный номер НКА в ОГ.

Коды $НС1$, $НС2$ и $НС3$ (ненулевые 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 $ДК_{L3OCd}$ и $ДК_{L3OCp}$ представленные для компактности в шестнадцатеричной системе счисления. Например, 9DB50169 означает 10011101101101010000000101101001. 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	FDF1B9D6
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	НС3 (рис. 2.2)	ДК _{L3OCp}		j	НС3 (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

Первые и последние 32 символа дальномерных кодов ДК_{L3OCd} и ДК_{L3OCp} в случае смены начального состояния НС1 определяются этим изменяемым начальным состоянием.

2.1.3 Структура СК

Структура сверточного кодера (СК) изображена на рисунке 2.3.

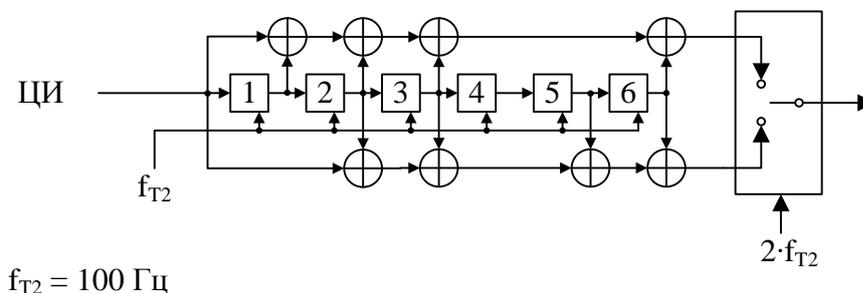


Рисунок 2.3 – Структура СК

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.

2.1.4 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»).

3 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИ РАДИОСИГНАЛА L3OC

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 L3OC осуществляется со скоростью 100 бит/с. Навигационное сообщение составляется из 3-секундных строк по 300 бит, а также из 2-секундных и 4-секундных аномальных строк, соответственно по 200 и 400 бит.

4 СТРУКТУРА СЛУЖЕБНЫХ ПОЛЕЙ ЦИ СИГНАЛА L3OCD

4.1 Общая структура строки сигнала L3OCD

4.1.1 Порядок передачи бит в строке

Общая структура строки сигнала L3OCD приведена на рисунке 4.1. Строка содержит 300 бит и имеет длительность 3 с. Строка подразделяется на поля – отдельные биты или группы бит, в которые записываются конкретные передаваемые параметры.

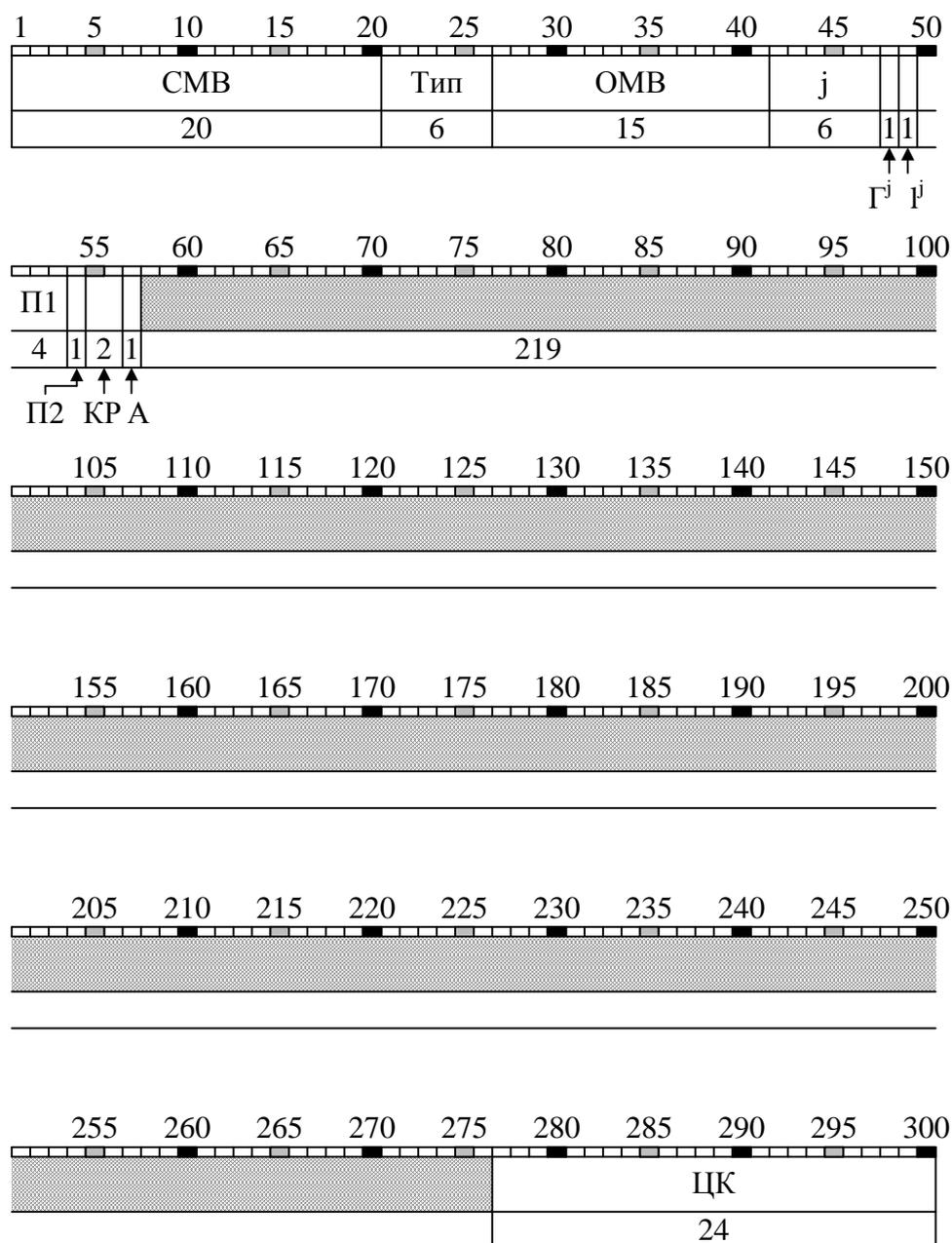


Рисунок 4.1 – Общая структура строки ЦИ сигнала L3OCD

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 300 (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. 4.2.2.4), то в 47-й бит строки (рис. 4.1) записывается «1», а в биты с номерами от 42 до 46 записывается «0».

4.2 Служебные поля строки сигнала L3OCd

4.2.1 Перечень служебных полей сигнала L3OCd

Каждая строка сигнала L3OCd 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 L3OCd

Поле	Число разрядов	Цена младшего разряда	Диапазон значений	Единица измерения
СМВ	20	1	00000100100101001110	безразмерная
Тип	6	1	0 – 63	безразмерная
ОМВ	15	1	0 – 28799	3 с
j	6	1	0 – 63	безразмерная
Γ^j	1	1	0, 1	безразмерная
Γ^j	1	1	0, 1	безразмерная
П1	4	см. 4.2.2.7		
П2	1	см. 4.2.2.8		
КР	2	1	00, 01, 10, 11	безразмерная
А	1	1	0, 1	безразмерная
ЦК	24	1	см. 4.2.2.11	безразмерная

4.2.2 Смысловое содержание служебных полей.

4.2.2.1 Поле СМВ

Сигнал метки времени. В данное поле записана константа: СМВ = 00000100100101001110. 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-й тип, то Тип = 000001.

4.2.2.3 Поле ОМВ

Оцифровка метки времени. Момент по ШВL3OCd, соответствующий началу текущей строки, выраженный в 3-секундных интервалах внутри текущих суток (по шкале ШВL3OCd). На первом 3-секундном интервале внутри суток, ОМВ = 0.

4.2.2.4 Поле j

Номер НКА, передающего данное навигационное сообщение и одновременно номер ПСП. 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.

4.2.2.5 Поле Γ^j

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

4.2.2.6 Поле I^j

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

4.2.2.7 Поле $\Pi 1$

Признак вызова НКУ. Потребителем не используется.

4.2.2.8 Поле $\Pi 2$

Признак режима ориентации КА.

$\Pi 2 = 0$ – на длительности текущей строки по БШВ, КА находится в режиме ориентации на Солнце;

$\Pi 2 = 1$ – 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).

4.2.2.9 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 ШВЛЗОСd.

$KP = 00$ – коррекции не будет;

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

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

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

4.2.2.10 Поле A

Признак выполнения или невыполнения коррекции ШВЛЗОСd 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 2 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 4 с.

4.2.2.11 Поле ЦК

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

4.3 Аномальные строки сигнала L3OCd

4.3.1 Определение

Аномальными названы строки L3OC имеющие длительность, отличную от 3 с. Аномальными являются строки 1-го и 2-го типа.

4.3.2 Строка 1-го типа сигнала L3OCd

На рисунке 4.2 приведена структура аномальной строки 1-го типа сигнала L3OCd. Этот тип строк используется при секундных коррекциях ШBL3OCd, при которых длительность суток уменьшается на 1 с. Строка имеет нестандартную длительность 2 с и содержит 200 бит.

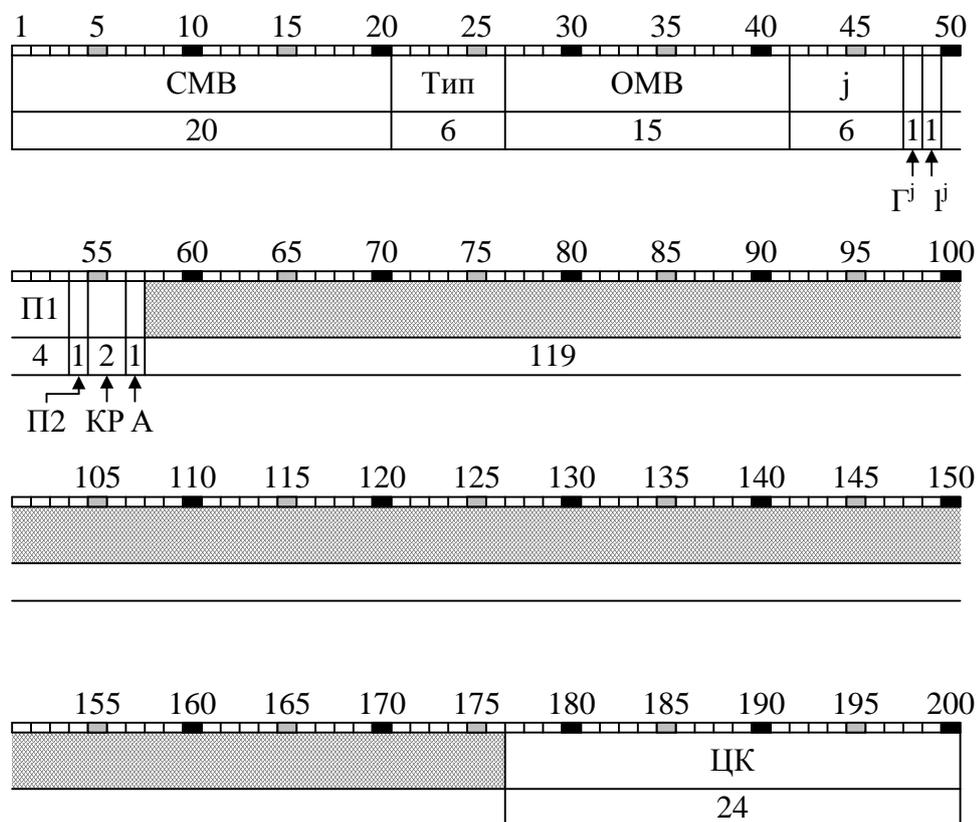


Рисунок 4.2 – Аномальная строка 1-го типа ЦИ сигнала L3OCd

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 L3OCd

На рисунке 4.3 приведена структура аномальной строки 2-го типа сигнала L3OCd. Этот тип строк используется при секундных коррекциях ШВL3OCd, при которых длительность суток увеличивается на 1 с. Строка имеет нестандартную длительность 4 с и содержит 400 бит.

В строке передаются служебные поля (см. 4.2), с единственным отличием, что поле ЦК формируется с помощью схемы циклического кодирования, описанной в 4.6.

Биты с номерами от 301 до 320 занимает поле СМВ (см. 4.2.2.1).

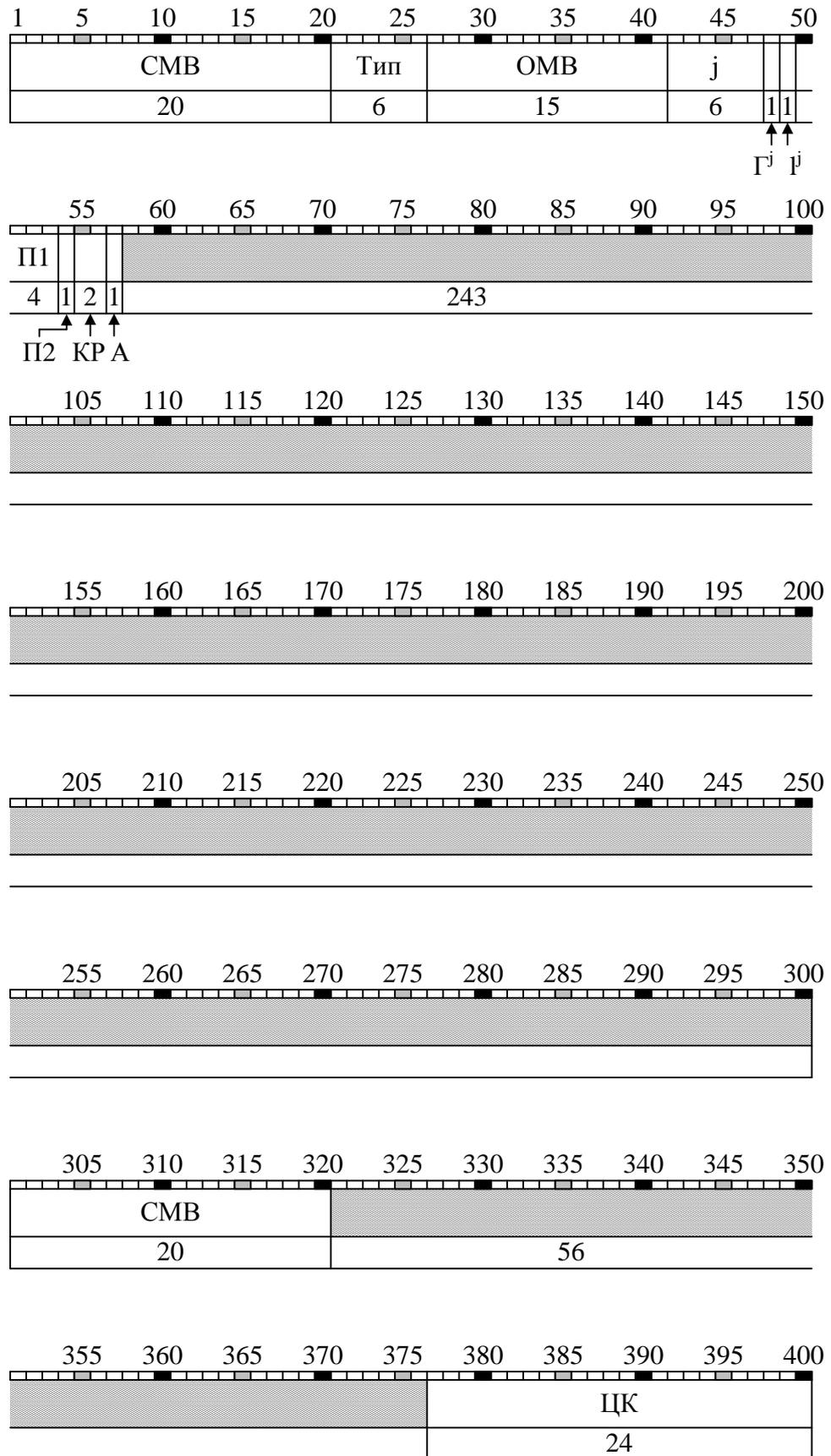


Рисунок 4.3 – Аномальная строка 2-го типа ЦИ сигнала L3OCd

4.4 Циклический код (300,276)

Циклический код (300,276) используется в сигнале L3OCd, для заполнения поля ЦК в трехсекундных строках навигационного сообщения. Место циклического кода в структуре строки приведено в таблице 4.2. Строка содержит 300 бит. На проверочные биты циклического кода (ЦК) отведено 24 бита, на сигнал метки времени (СМВ) – 20 бит, на цифровую информацию (ЦИ) – 256 бит. Передача строки начинается с поля СМВ.

Таблица 4.2 – Циклический код (300,276) в структуре трехсекундной строки L3OCd

СМВ	ЦИ	ЦК
20	256	24
Информационные биты циклического кода		Провер. биты

Генераторный (порождающий) полином циклического кода (300, 276) 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 4.4. На вход кодера подается 276-битный информационный блок (начиная с 1-го бита СМВ и заканчивая последним 256-м битом ЦИ). На выходе кодера получается 300-битный кодовый блок, путем добавления 24 проверочных бит.

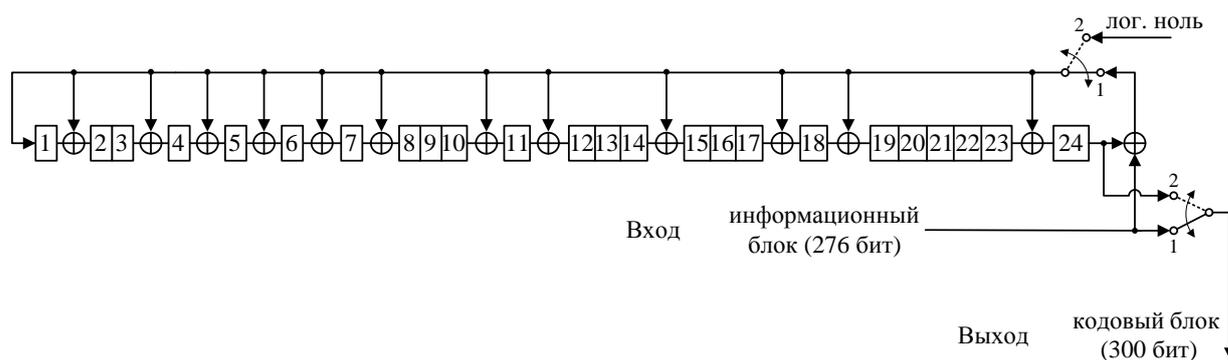


Рисунок 4.4 – Схема циклического кодирования (300,276)

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

1. В исходном состоянии 24-разрядный регистр сдвига заполнен нулями.

4.5 Циклический код (200,176) строки 1-го типа сигнала L3OCd

Циклический код (200,176) формируется аналогично коду (300,276), с помощью схемы, изображенной на рисунке 4.4, с тем отличием, что на вход подается не 276 информационных бита, а 176.

Обнаружение ошибок производится с помощью схемы, изображенной на рисунке 4.5, с тем отличием, что на вход подается не 300 принятых бит, а 200.

4.6 Циклический код (400,376) строки 2-го типа сигнала L3OCd

Циклический код (400,376) формируется аналогично коду (300,276), с помощью схемы, изображенной на рисунке 4.4, с тем отличием, что на вход подается не 276 информационных бита, а 376.

Обнаружение ошибок производится с помощью схемы, изображенной на рисунке 4.5, с тем отличием, что на вход подается не 300 принятых бит, а 400.

5 СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ ЦИ СИГНАЛА L3OCd

5.1 Информационные поля строки и типы строк сигнала L3OCd

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 58 до 276 во всех строках, кроме строк 1-го и 2-го типа;
- от 58 до 176 в строках 1-го типа (см. рис. 4.2);
- от 58 до 300 и от 321 до 376 в строках 2-го типа (см. рис. 4.3).

В таблице 5.1 приведены типы строк, используемые в сигнале L3OCd. 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 сигнала L3OCd

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
60	Текстовые сообщения
0	Для решения технологических задач. Потребителем игнорируется
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

*Строка 11-го типа всегда следует за строкой 10-го типа, а строка 12-го типа всегда следует за строкой 11-го типа.

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

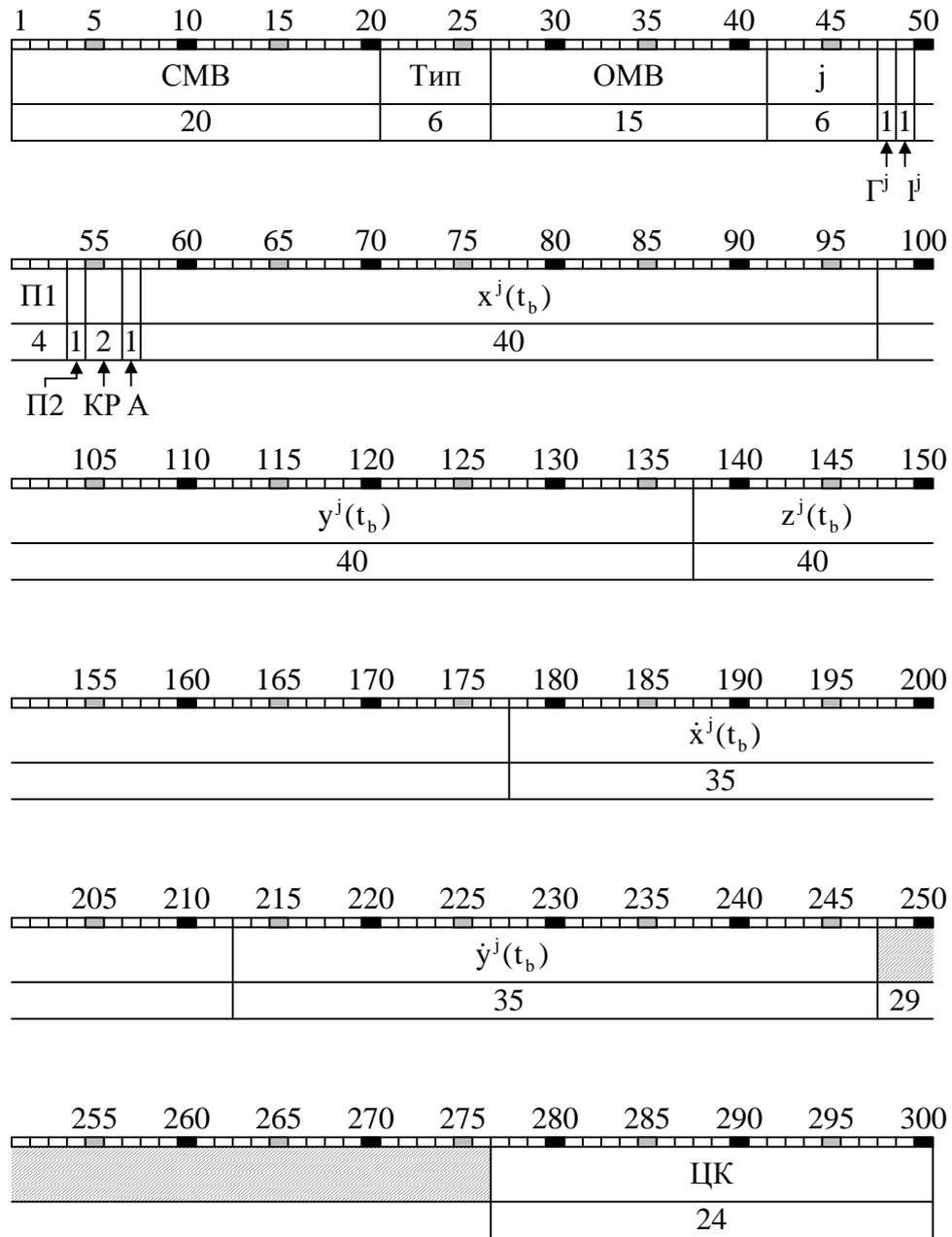


Рисунок 5.2 – Строка 11-го типа ЦИ сигнала L3OCd

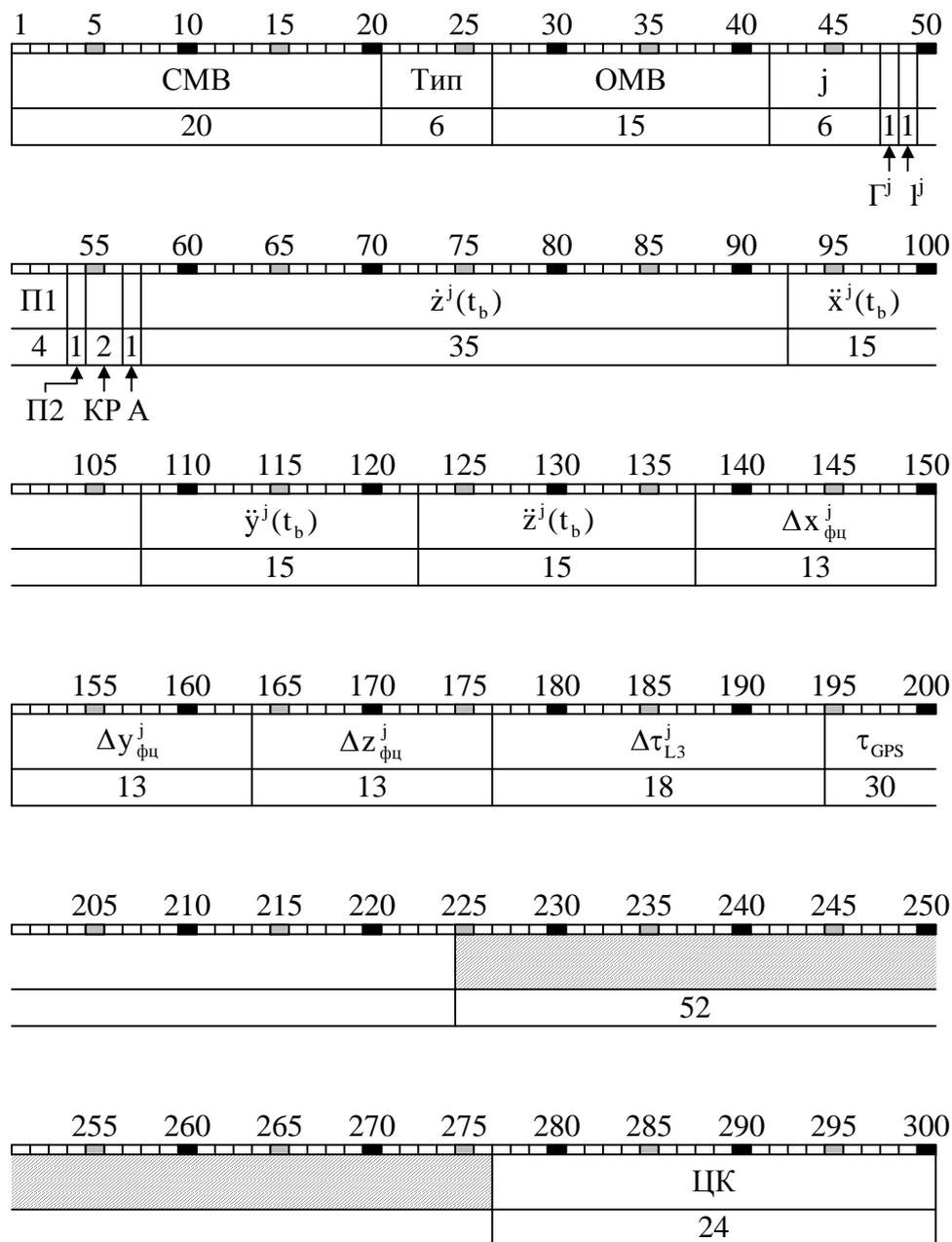


Рисунок 5.3 – Строка 12-го типа ЦИ сигнала L3OCd

Параметры информационных 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 L3OCd

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
M^j	3	1	см. 5.2.2.4	безразмерная
t_b	17	1	0 – 86399	с
E_{Θ}^j, E_T^j	8	1	1 – 255	6 часов
P_{Θ}^j, P_T^j	2	1	см. 5.2.2.7	безразмерная
$\Phi_{\Theta}^j, \Phi_T^j$	5	1	см. 5.2.2.8	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	34	–	–	–
$x^j(t_b), y^j(t_b), z^j(t_b)$	40	2^{-20}	$\pm 5,2 \cdot 10^5$	км
$\dot{x}^j(t_b), \dot{y}^j(t_b)$	35	2^{-30}	± 16	км/с
Резерв	29	–	–	–
$\dot{z}^j(t_b)$	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
$\Delta x_{\phi\psi}^j, \Delta y_{\phi\psi}^j, \Delta z_{\phi\psi}^j$	13	2^{-10}	± 4	м
$\Delta \tau_{L3}^j$	18	2^{-38}	$\pm 4,8 \cdot 10^{-7}$	с
τ_{GPS}	30	2^{-38}	$\pm 2 \cdot 10^{-3}$	с
Резерв	52	–	–	–
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, ОМВ, j, Γ^j , I^j , П1, П2, КР, А, ЦК

Служебные поля. Описаны в 4.2.

5.2.2.2 Поле N_4

Номер текущего четырехлетнего интервала по ШВL3OCd. Первый год первого четырехлетия соответствует 1996 году. Например, в интервал времени с 1996 по 1999 год (по ШВL3OCd), $N_4 = 1$.

5.2.2.3 Поле N_T

Календарный номер текущих суток по ШВЛ30Сd 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 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.

5.2.2.5 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.

5.2.2.6 Поля $E_{Э}^j, E_T^j$

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.

5.2.2.7 Поле $P_{Э,T}^j, P_T^j$

Режим формирования, соответственно, ЭИ и ЧВИ.

$P_{Э,T}^j = 01$ – ретрансляция;

$P_{Э,T}^j = 10$ – размножение;

$P_{Э,T}^j = 11$ – использование межспутниковых измерений.

5.2.2.8 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					

5.2.2.9 Поле $\tau^j(t_b)$

Поправка к ШВЛ3ОСd НКА с номером j (передающего данное навигационное сообщение) для перехода к ШВС ГЛОНАСС на момент t_b . Поле $\tau^j(t_b)$ связано со шкалами ШВЛ3ОСd ($T_{\text{ШВЛ3ОСd}}$) и ШВС ГЛОНАСС ($T_{\text{ГЛ}}$) на момент t_b следующим образом: $T_{\text{ГЛ}}(t_b) = T_{\text{ШВЛ3ОСd}}(t_b) + \tau^j(t_b)$.

5.2.2.10 Поле $\gamma^j(t_b)$

Относительное отклонение от номинала $f_{\text{Н}}$ несущей частоты $f^j(t_b)$ НКА с номером j (передающего данное навигационное сообщение) в момент t_b :

$$\gamma^j(t_b) = \frac{f^j(t_b) - f_{\text{Н}}}{f_{\text{Н}}}$$

5.2.2.11 Поле $\beta^j(t_b)$

Половинная скорость изменения относительного отклонения ($\gamma^j(t_b)$) от номинала $f_{\text{Н}}$ 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:

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

5.2.2.12 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 ($T_{ГЛ}$) и МДВ ($T_{МДВ}$) в момент t_b , следующим соотношением: $T_{МДВ}(t_b) = T_{ГЛ}(t_b) + \tau_c(t_b)$.

5.2.2.13 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:

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

5.2.2.14 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 ЛЗОС, 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 $\Delta\tau_{L3}^j$

Смещение ШВЛ3ОСр ($T_{\text{ШВЛ3ОСр}}$) относительно ШВЛ3ОСd ($T_{\text{ШВЛ3ОСd}}$)
 $\Delta\tau_{L3}^j = T_{\text{ШВЛ3ОСр}} - T_{\text{ШВЛ3ОСd}}$. Параметр $\Delta\tau_{L3}^j$ необходим для перехода от ШВЛ3ОСр на ШВЛ3ОСd 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.

Таблица 5.4 – Параметры информационных полей строки 20-го типа сигнала L3OCd

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	60	–	–	–

5.3.2 Смысловое содержание полей строки 20-го типа

5.3.2.1 Поля СМВ, Тип, ОМВ, j , Γ^j , l^j , П1, П2, КР, А, ЦК

Служебные поля. Описаны в 4.2.

5.3.2.2 Поле j_A

Номер НКА, к которому передается альманах 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, также 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. 4.2.2.5 и 4.2.2.6). 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 ШВЛ3ОСd НКА с номером j_A к ШВС ГЛОНАСС на момент начала суток ($N_A + 1$) по МДВ.

$$\tau_A = T_{ГЛ, N_A+1} - T_{ШВЛ3ОСd N_A+1} - \left\langle \frac{T_{ГЛ, N_A+1} - T_{ШВЛ3ОСd N_A+1}}{86400} \right\rangle \cdot 86400$$

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

$T_{ШВЛ3ОСd N_A+1}$ – момент по ШВЛ3ОСd 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 L3OCd

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 и параметров модели расхождения шкал времени UTC(SU) и TAI, а также некоторых других параметров.

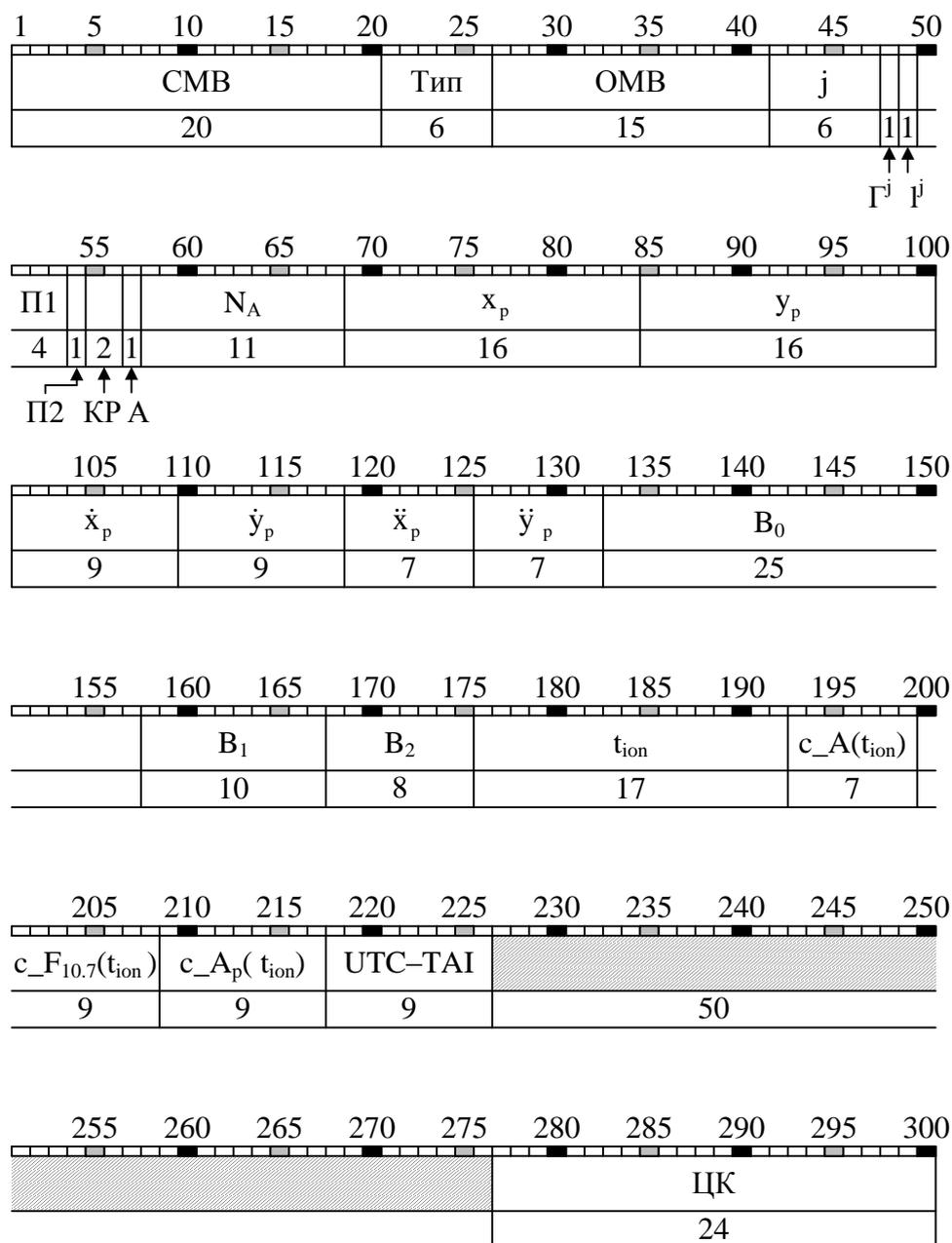


Рисунок 5.5 – Строка 25-го типа ЦИ сигнала L3OCd

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

Таблица 5.5 – Параметры информационных полей строки 25-го типа сигнала L3OCd

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_{ion}	17	1	0 – 86399	с
$c - A(t_{\text{ion}})$	7	2^{-4}	0 – 4	безразмерная
$c - F_{10.7}(t_{\text{ion}})$	9	2^0	$0 - 250 \cdot 10^{-22}$	Вт/(м ² · Гц)
$c - A_p(t_{\text{ion}})$	9	2^0	0 – 250	нТл
UTC – TAI	9	1	± 255	с
Резерв	50	–	–	–

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, ОМВ, j, Γ^j , I^j , П1, П2, КР, А, 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 L3OCd

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 L3OCd, в режиме упреждающего разворота.

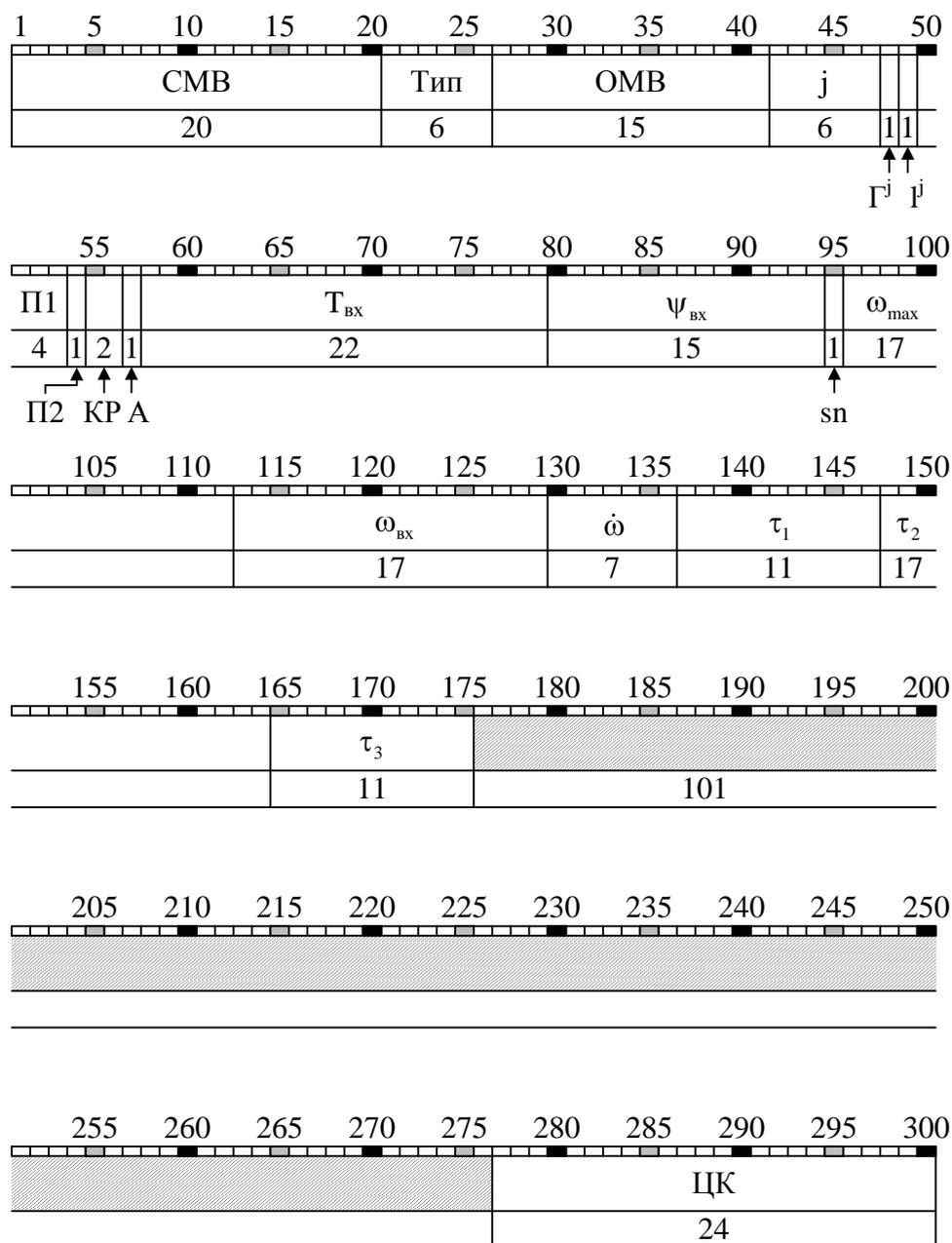


Рисунок 5.6 – Строка 16-го типа ЦИ сигнала L3OCd

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

Таблица 5.6 – Параметры информационных полей строки 16-го типа сигнала L3OCd

Поле	Число разрядов	Цена младшего разряда	Диапазон значений	Единица измерения
$T_{\text{вх}}$	22	2^{-5}	0 – 86399	с
$\psi_{\text{вх}}$	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
$\omega_{\text{вх}}$	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	101	–	–	–

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 $T_{\text{вх}}$

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

5.5.2.3 Поле $\psi_{\text{вх}}$

Угол рыскания в момент $T_{\text{вх}}$.

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 $\omega_{\text{вх}}$

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

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 60-го типа сигнала L3OCd

На рисунке 5.7 приведена структура строки 60-го типа, предназначенная для передачи текстовых сообщений. Для этого в строке 60-го типа выделено 219 бит.

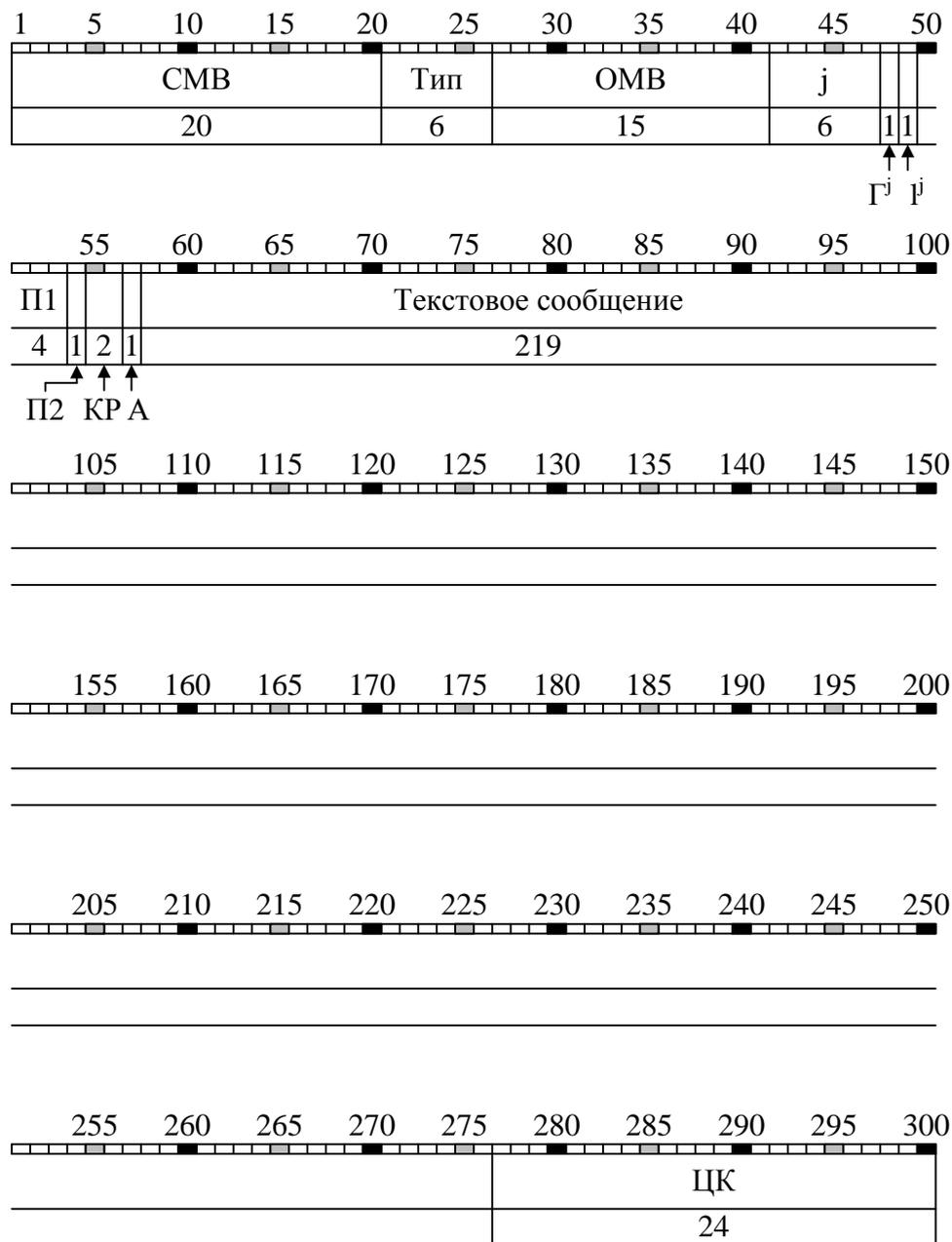


Рисунок 5.7 – Строка 60-го типа ЦИ сигнала L3OCd

Параметры информационных полей строки 60-го типа приведены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Параметры информационных полей строки 60-го типа сигнала L3OCd

Поле	Число разрядов	Цена младшего разряда	Диапазон значений	Единица измерения
текстовое сообщение	219	–	–	–

5.6.1 Смысловое содержание полей строки 60-го типа

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

Служебные поля. Описаны в 4.2.

5.6.1.2 Поле текстового сообщения

Содержит текстовую информацию, структура которой описана в отдельном документе.

5.7 Строка 0-го типа сигнала Л3ОСd

5.7.1 Состав и структура строки 0-го типа

На рисунке 5.8 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.

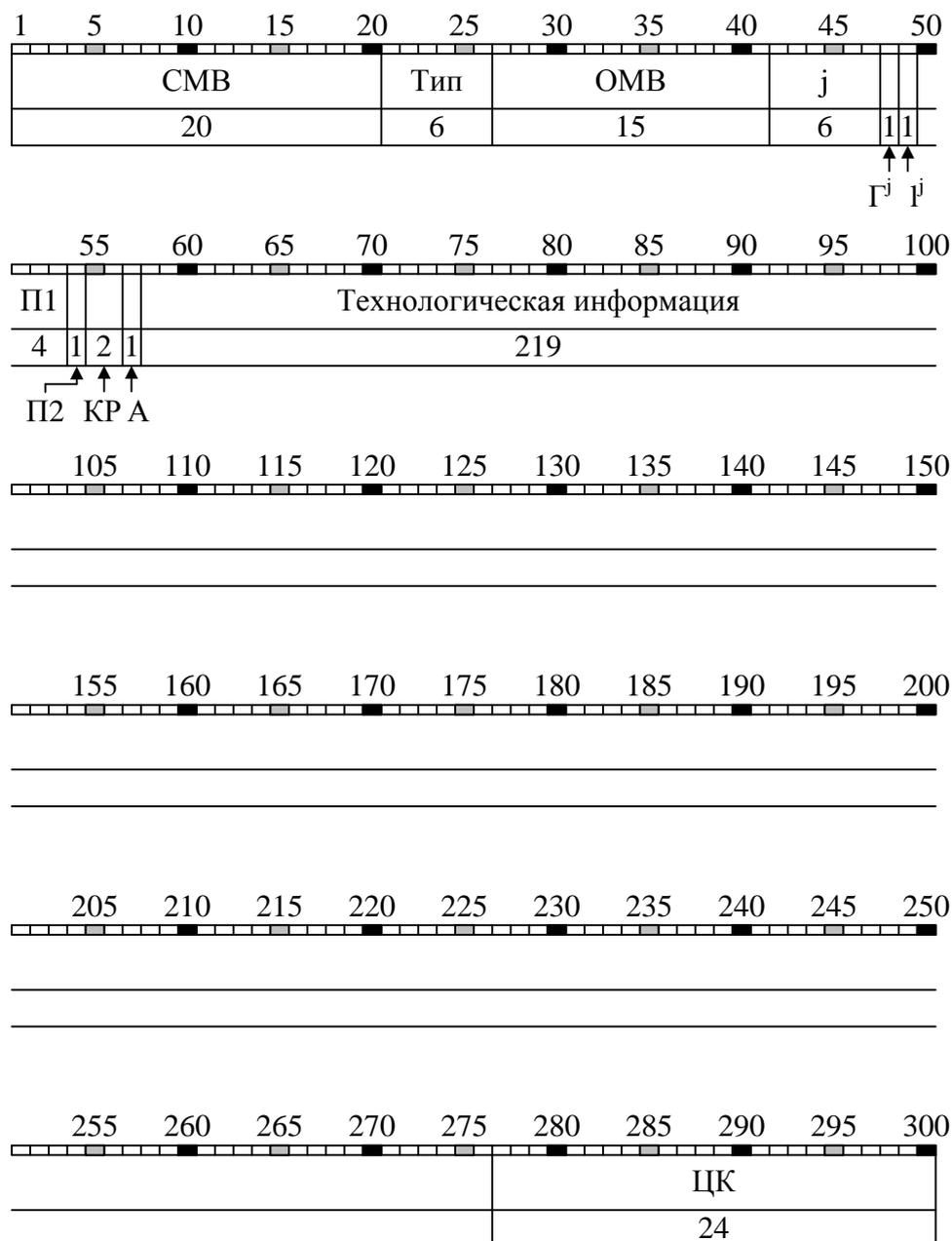


Рисунок 5.8 – Структура полей строки 0-го типа

Параметры информационных полей строки 0-го типа приведены в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Параметры информационных полей строки 0-го типа сигнала L3OCd

Поле	Число разрядов	Цена младшего разряда	Диапазон значений	Единица измерения
технологическая информация	219	–	–	–

5.7.2 Смысловое содержание полей строки 0-го типа

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

Служебные поля. Описаны в 4.2.

5.7.2.2 Поле технологической информации

Содержит технологическую информацию.

5.8 Аномальные строки 1-го и 2-го типа сигнала L3OCd

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					
					52				

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»)