

ГЛАВА 11. АППАРАТУРА ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ С ИКМ

11.1. ПЕРВИЧНЫЕ ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

На общегосударственной первичной сети применяются 30-канальные первичные ЦСП с ИКМ, отвечающие рекомендациям МККТТ для систем первой ступени европейской иерархии. К ним относятся системы ИКМ-30, предназначенная для создания пучков соединительных линий между городскими и пригородными АТС и между АТС и АМТС, и ИКМ-30с, используемая на сетях сельской связи. Общие принципы построения этих систем одинаковы, поэтому вначале относительно подробно рассмотрим ИКМ-30, а затем отметим особенности ИКМ-30с.

Система передачи ИКМ-30 позволяет организовать по парам низкочастотных кабелей с бумажной и полиэтиленовой изоляцией 30 каналов ТЧ с использованием одно- или двухкабельного варианта работы. При однокабельном варианте пары, предназначенные для организации встречных направлений передачи, должны иметь достаточно высокое переходное затухание, поэтому удается уплотнить не более 1/3 всех кабельных пар. При двухкабельном варианте могут быть задействованы почти все пары, что равноценно увеличению емкости кабе-

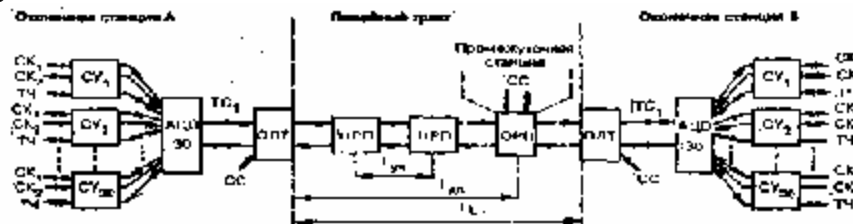


Рис. 11.1. Структура ЦСП ИКМ-30

ля примерно в 13—14 раз (некоторые пары используются для передачи служебной информации).

В системе ИКМ-30 для каждого канала ТЧ организуются по два выделенных сигнальных канала СК₁ и СК₂ для передачи сигналов взаимодействия и управления (СУВ), обеспечивающих функционирование устройств коммутации сети. В системе предусмотрена организация канала звукового вещания второго класса вместо четырех каналов ТЧ, а также восьми каналов передачи дискретной информации со скоростью 8 кбит/с вместо одного канала ТЧ. Девятый канал передачи дискретной информации, действующий постоянно, организуется непосредственно в групповом тракте.

На рис. 11.1 приведена структура системы ИКМ-30, а в табл. 11.1 указаны длины регенерационного участка (L¹), секции дистанционного питания (/дпшох) и переприемного участка по ТЧ (L тах) для разных типов кабелей.

Таблица 11.1

| Тип кабеля | /уч, КМ | 'дпшох' км | ^тох'КМ |
|------------|------------|------------|---------|
| Т-0,5 | 0,35...1,5 | 25 | 50 |
| Т-0,6 | 0,52...2,3 | 36 | 72 |
| Т-0,7 | 0,59...2,6 | 41 | 82 |
| ТПП-0,5 | 0,47...2,0 | 28 | 56 |
| ТПП-0,7 | 0,62...2,7 | 43 | 86 |

Примечание. Максимальное затухание участка на полутактовой частоте, перекрываемое регенератором, равно 36 дБ.

На рис. 11.1 приняты следующие обозначения: СУ - согласующие устройства, обеспечивающие подключение входов каналов ТЧ ЦСП к городским АТС; АДО - аналого-цифровое оборудование, формирующее из аналоговых сигналов ТЧ и сигналов СУВ типовой первичный цифровой поток со скоростью передачи 2048 кбит/с и преобразующее этот поток на приеме в соответствующие сигналы ТЧ и СУВ; ОЛТ - оборудование линейного тракта, обеспечивающее регенерацию принимаемых цифровых сигналов, ввод в кабель тока ДП необслуживаемых регенерационных пунктов (НРП), телеконтроль линейного тракта, контроль ошибок в линейном сигнале, защиту станционных устройств от опасных напряжений, возникающих в кабеле, и организацию служебной связи (СС); НРП - необслуживаемые {«генерационные пункты, восстанавливающие линейные сигналы после прохождения ими соответствующих кабельных участков и располагающиеся в кабельных колодцах; ОРП — обслуживаемый

регенерационный пункт, функции которого практически совпадают с ОЛТ оконечных станций. Телеконтроль линейного тракта и служебная связь осуществляются по отдельным парам кабеля. Аналого-цифровое оборудование подробно рассмотрено в § 8.2, 8.3. На передаче в АЦО осуществляется амплитудно-импульсная модуляция (АИМ) аналоговых сигналов ТЧ, после чего они объединяются в групповой АИМ сигнал. Последний кодируется групповым кодером с нелинейным квантованием (амплитудная характеристика кодера построена по квазилогарифмическому закону $A=86,7/13$) в восьмиразрядные кодовые комбинации, которые объединяются с СУВ и сервисными сигналами, обеспечивающими работоспособность данной ЦСП, в типовой первичный цифровой поток. Параметры этого потока в точке сетевого стыка (ТС,) отвечают рекомендациям МККТТ, что позволяет использовать ИКМ-30 не только для построения ЦСП следующих ступеней иерархии, но и для совместной работы с другим типовым оборудованием, например с оборудованием радиорелейных и волоконно-оптических линейных трактов.

К ТС, вместо АЦО может подключаться типовая аппаратура звукового вещания (АЦВ), которая позволяет организовывать четыре канала ЗВ высшего класса, или два стереоканала ЗВ, или восемь репортерских каналов на базе первичного цифрового группового тракта (ЦГТ1).

В ТС, предусматривается использование кода с чередованием полярности импульсов (ЧПИ). Линейный сигнал ИКМ-30 имеет такой же код, поэтому оборудование линейного тракта не содержит преобразователя кодов.

Линейный сигнал системы построен на основе сверхциклов, циклов, канальных и тактовых интервалов (см. §8.1, 8.2). На рис. 11.2 показан полный временной спектр системы (обозначение 0/1 на рисунке соответствует передаче в данном тактовом интервале случайного сигнала). Сверхцикл передачи (СЦ) соответствует минимальному интервалу времени, за который передается по одному отсчету каждого из 60-сигнальных каналов (СК), используемых для передачи сигналов управления и взаимодействия (СУВ), и каналов передачи аварийной сигнализации (потери сверхцикловой или цикловой синхронизации). Длительность сверхцикла $T_{сц}=2$ мс. Сверхцикл состоит из 16 циклов передачи (с Ц0 по Ц5). Длительность цикла $T_{ц}=125$ мкс и соответствует интервалу дискретизации сигнала ТЧ с частотой 8 кГц. Каждый цикл подразделяется на 32 канальных интервала (КИ) длительностью $7^{\wedge}=3,906$ мкс, из которых 30 отводятся под передачу сигналов ТЧ (КИ1, ..., КИ5 и КИ-, ..., КИ31), а два — под передачу служебной информации (КИ0 и КИ,6). Каждый канальный интервал состоит из восьми разрядных интервалов (P, ..., P8), длительности которых $7^{\wedge}=488$ нс. Половина разрядного интервала может быть занята прямоугольным импульсом при передаче в данном разряде единицы (при передаче нуля импульс в разрядном интервале отсутствует). Интервалы КИ, в четных циклах предназначаются для передачи циклового синхросигнала (ЦСС), имеющего вид 0011011 и занимающего разряды P2, ..., P8. В интервале P, всех циклов передаются сигналы постоянно действующего канала передачи дискретной информации (ДИ). В нечетных циклах интервалы P3 и P6 КИ0 используются для передачи информации о потере цикловой синхронизации (Авар. ЦС) и о снижении остаточного затухания (ОЗ) каналов до значения, при котором в них может возникнуть самовозбуждение. Интервалы P4, P5, P7, P8 являются свободными, их занимают единичными сигналами для улучшения работы выделителей тактовой частоты регенераторов. В интервале КИ,^ нулевого цикла Ц0 передается сверхцикловой синхросигнал (СЦС) вида 0000 (P, ..., P4), а также сигнал о потере сверхцикловой синхронизации (P6 — Авар. СЦС). Остальные три разрядных интервала свободны. В КИ|6 остальных циклов (Ц1, ..., Ц5) организуются СК, и СК, причём в Ц, передаются СУВ для 1-го (интервалы P, и P2) и 16-го (интервалы P5 и P6) каналов ТЧ, в Ц2 - для 2-го и 17-го каналов ТЧ и т. д. Интервалы P3, P4, P7 и P8 свободны, но в системе ИКМ-30с, где для каждого канала ТЧ организуется большее число СК, они используются для организации дополнительных СК.

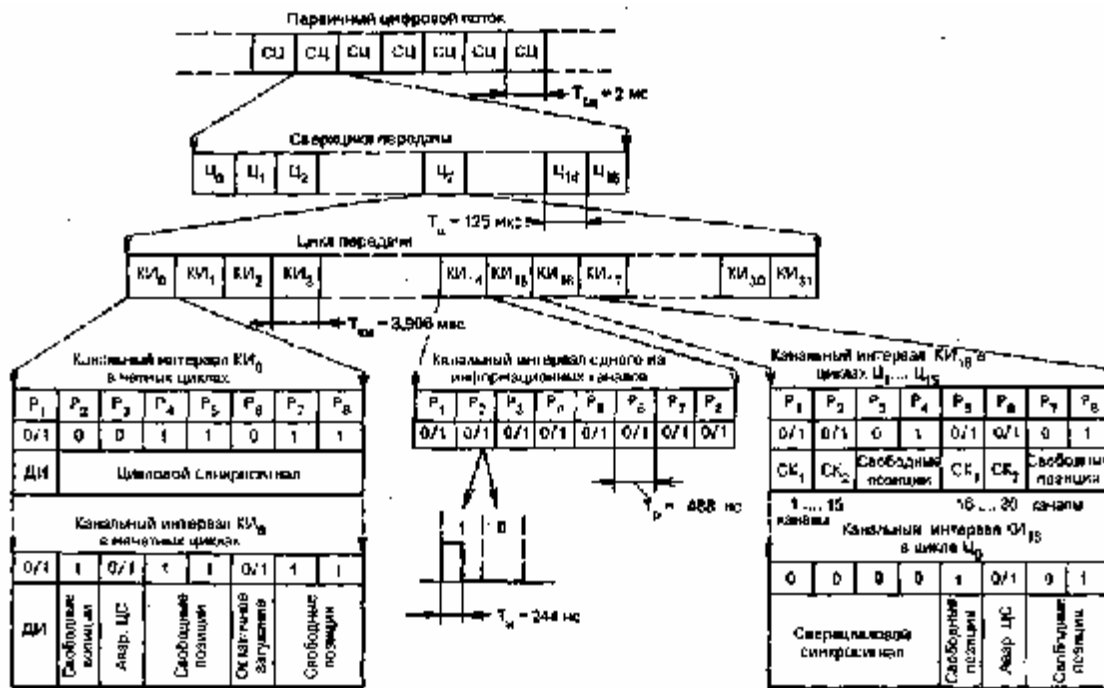


Рис. 11.2. Временной спектр ДСП ИКМ-30

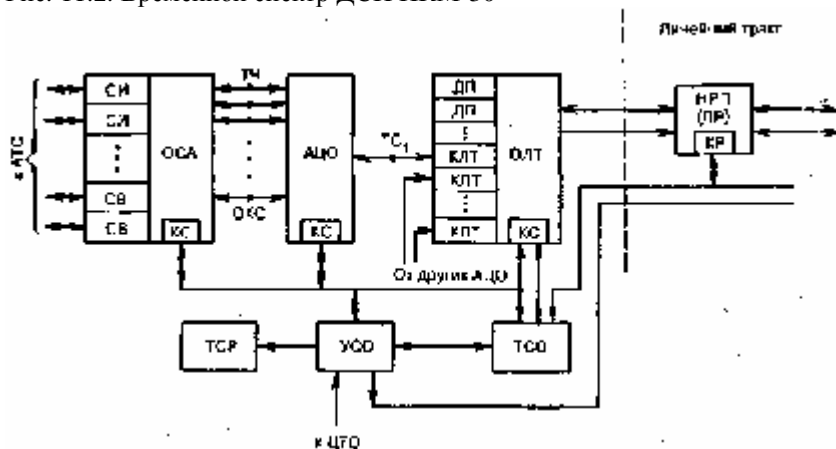


Рис. 11.3. Структура ДСП ИКМ-30-4:

СИ - согласующие устройства исходящие; СВ - согласующие устройства входящие; КЛТ - комплекты линейного тракта

В настоящее время серийно выпускается СП четвертого поколения ИКМ-30-4, которая должна постепенно заменить ИКМ-30. Эта система выполнена на современной элементной базе, а ее сервисные устройства соответствуют самому высокому мировому уровню. Системы ИКМ-30-4 и ИКМ-30 полностью совместимы. Основными особенностями ИКМ-30-4 являются следующие (рис. 11.3):

- 1.. В ИКМ-30-4 СУВ объединяются в оборудовании согласования межстанционных линий АТС (ОСА) в общий канал сигнализации (ОКС). Точка стыка этого канала между ОСА и АЦО соответствует типовому противонаправленному стыку основного цифрового канала ОЦК со скоростью передачи 64 кбит/с, что позволяет использовать ОКС самостоятельно.
2. За счет повышения КПД линейных регенераторов почти вдвое увеличены секция ДП и максимальная дальность связи. Так, для кабелей типа Т-0,5 эти величины составляют соответственно 40 и 80 км вместо 25 и 50 км для ИКМ-30.
3. Если линейный тракт организован по двухкабельной схеме на 10-парном кабеле ТПП-0,7, в ИКМ-30-4 предусмотрена возможность увеличения регенера-ционного участка на 44 % по сравнению с участком ИКМ-30.

Как уже отмечалось, система ИКМ-30-4 имеет современное сервисное оборудование (см. рис. 11.3). Блок унифицированного сервисного оборудования <УСО> осуществляет обмен информацией между входящим в его состав пультом оператора, платами контроля и сигнализации (КС), установленными в станционном оборудовании, и блоком телесигнализации и служебной связи (ТСО). К нему также подключен рядовой транспарант сигнализации (ТСР). Один комплект сервисного оборудования позволяет контролировать работу до 100 блоков аппаратуры как в дежурном режиме, так и по командам оператора. Количество различных команд - 15, на табло оператора может быть отображено до 12 различных состояний каналов, до 21 различных нарушений в их работе и до 20 различных неисправностей блоков аппаратуры. По командам

сервисное оборудование посредством плат контроля регенераторов (КР) может контролировать любой НРП, а в нем любой линейный регенератор (ЛР). Число контролируемых НРП может достигать 99, а число ЛР в каждом из них — 12.

Сервисное оборудование позволяет организовывать низкочастотную служебную связь в двух направлениях, стационарную служебную связь и служебную связь по цифровому каналу со скоростью передачи 32 кбит/с. Последний может использоваться и для передачи дискретной информации. Сервисное оборудование

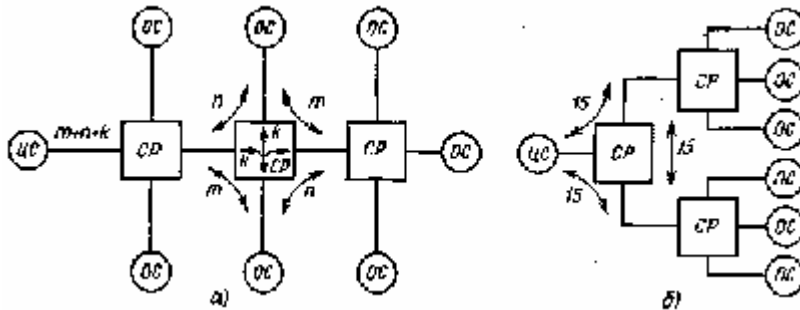


Рис. 11.4. Работа станций разветвления (СР) в режимах "квадрат" (а) и "треугольник" (б) надежно защищено от неисправностей; его функции по команде оператора могут быть переданы ЭВМ центра технического обслуживания (ЦТО) станции, которая в этом случае будет управлять системой передачи по заданной программе и фиксировать все состояния и неисправности аппаратуры. Система передачи ИКМ-30с предназначена для организации линий передачи на кабелях типа КСПП-1х4х1,2 или КСПП-1х4х0,9 по однокабельной схеме. Помимо возможностей системы ИКМ-30 здесь, как и в ИКМ-30-4, можно организовать дополнительно ОКС со скоростью передачи 64 кбит/с, а также произвести выделение части каналов ТЧ и разделение группового потока. Выделение каналов и разветвление группового потока осуществляются с использованием станций разветвления (СР). В одной системе возможно осуществить связь центральной станции (ЦС) не более чем с семью оконечными станциями (ОС) с помощью трех СР. При этом каждая СР может работать или в режиме "квадрат" (рис. 11.4, а), или в режиме "треугольник" (рис. 11.4, б).

В режиме "квадрат" возможно перераспределение каналов в количествах k, t, n , причем $k+t+n=30$. В режиме "треугольник" осуществляется перераспределение между направлениями групп по 15 каналов. Каждая из станций ЦС, СР и ОС может быть питающей. Расстояние между станциями может достигать 90 км (для кабеля с диаметром жил 0,9 мм) или 100 км (для кабеля с жилами 1,2 мм). Число НРП между станциями не должно быть более 28.

Система ИКМ-30с может работать совместно с ИКМ-30 и ИКМ-30-4, поскольку в этих системах унифицированы параметры точки сетевого стыка СС, устройств АЦО и ОЛТ, принята единая структура временного спектра и выбран одинаковый код линейных сигналов.

11.2. ВТОРИЧНЫЕ ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Вторичной ДСП с ИКМ, отвечающей рекомендациям МККТТ по европейской иерархии, является серийная система ИКМ-120у. Она предназначена для организации каналов на местных и зональных участках первичной сети по кабелям типов ЗКПАП и МКС. Основным узлом системы ИКМ-120у является устройство образования типового вторичного цифрового потока со скоростью передачи 844* кбит/с из четырех первичных со скоростями передачи 2048 кбит/с (рис. 11.5). При использовании четырех комплектов АЦО-30 первичной ЦСП можно получить 120 каналов ТЧ, при этом, как и в первичных ЦСП, сохраняются все варианты организации вместо каналов ТЧ каналов ПДИ, ЗВ и т. д.

С помощью вторичной ЦСП можно организовать аналоговый вторичный сетевой тракт (60-канальный). Для этого используется АЦО преобразования вторичной группы каналов, сформированной методом ЧРК (АЦО ЧРКВ), в котором

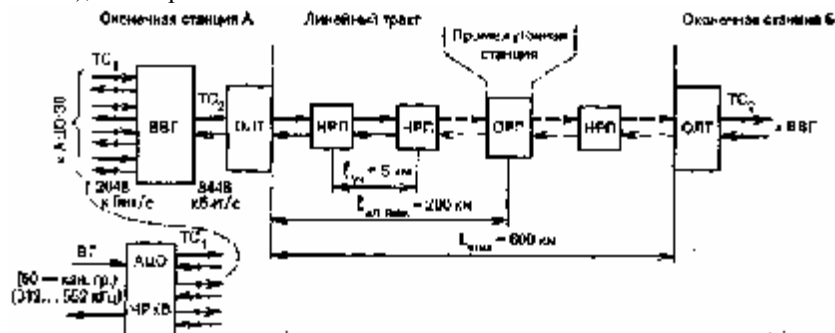


Рис. 11.5. Структура ДСП ИКМ-120 аналоговый групповой сигнал со спектром 312...552 кГц преобразуется в три типовых первичных цифровых потока, которые и подаются на оборудование образования вторичной временной группы (ВВГ). При этом

четвертый поток по-прежнему поступает от АЦО-30. Очевидно, что в данном случае емкость организуемого пучка каналов ТЧ снижается со 120 до 90. В АЦО ЧРКВ спектр группового сигнала 312...552 кГц вначале перемещается в диапазон 12...252 кГц, затем

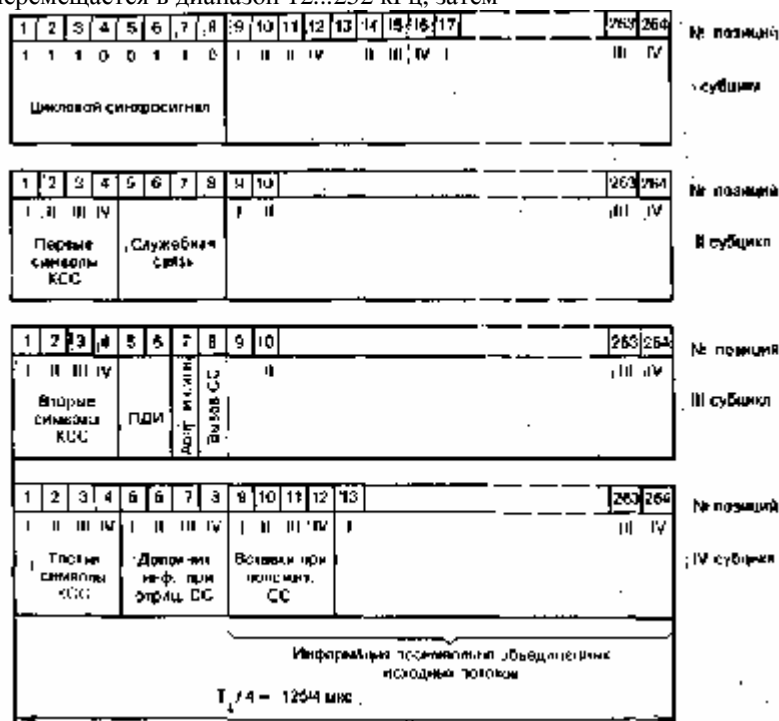


Рис. 11.6. Временной спектр ДСП ИКМ-120

сигнал дискретизируется с частотой 512 кГц и кодируется 11-разрядным кодом. Кодер имеет квазилогарифмическую характеристику, соответствующую закону $A 5,4/5$. Полученные цифровые потоки синфазно-синхронны, в них введены служебные символы (синхронизации, служебной связи, аварийных сигналов) - по одному на каждую 11-разрядную информационную комбинацию.

Линейный тракт организуется по двухкабельной схеме, но на местных участках сети допускается и однокабельная. Номинальная схема кабельного участка $L = 5$ км, максимальная длина секции дистанционного питания $L_{птх} = 200$ км. Максимальная длина переприемного участка ТЧ $L_{max} = d(X) >$ км, что соответствует максимальной протяженности зонového участка первичной сети.

Цифровой поток в точке сетевого стыка СС2 между ВВГ и ОЛГ системы ИКМ-120у имеет параметры, соответствующие рекомендациям МККТТ, и потому может использоваться для организации связи посредством типовой аппаратуры по РРЛ и ВОЛС.

Вторичный цифровой поток разделяется на циклы длительностью $T_{ц} = 125$ мкс, состоящие из 1056 разрядных интервалов. Цикл подразделяется на четыре одинаковых по длительности субцикла (рис. 11.6). Первые восемь позиций I субцикла заняты синхросигналом объединенного потока (111001100), а остальные 256 позиций (с 9-й по 264-ю включительно) - информацией посимвольно объединенных исходных (четырёх) потоков. На рисунке на соответствующих позициях отмечены номера символов исходных потоков. Первые четыре позиции II субцикла заняты первыми символами команд согласования скоростей (КСС), а следующие четыре позиции — сигналами СС. Вторые и третьи символы КСС (команда положительного согласования имеет вид 111, а отрицательного - 000) занимают первые четыре позиции III и IV субциклов. Распределение символов КСС позволяет защитить команды от воздействия пакетов импульсных помех. Позиции 5, ..., 8 субцикла III используются для передачи сигналов ДИ (две позиции), аварийных сигналов (одна позиция) и вызова служебной связи (одна позиция). В IV субцикле на позициях 5, ..., 8 передается информация объединяемых потоков при отрицательном согласовании скоростей. При положительном согласовании скоростей исключается передача информации на позициях 9, ..., 12 IV субцикла. Таким образом, общее число информационных символов в цикле $1024 + 4$. Поскольку операция согласования скоростей производится не чаще чем через 78 циклов, позиции 5, ..., 8 субцикла IV занимают очень редко, и поэтому их используют для передачи информации о промежуточных значениях и характере изменения скоростей объединяемых потоков.

11.3. ТРЕТИЧНЫЕ ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Рекомендациями МККТТ на третичные ЦСП европейской иерархии отвечают 480-канальные системы (ИКМ-480), которые предназначаются для использо-

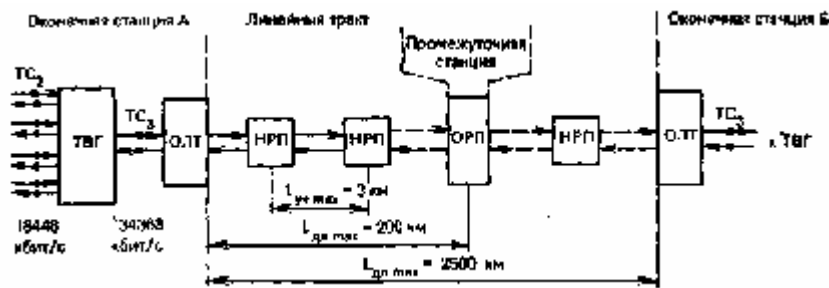


Рис. 11.7. Структура ЦСП ИКМ-480

вания на внутризональных и магистральных участках первичной сети. С помощью комплекса аппаратуры ИКМ-480 организуются пучки каналов по кабелям типа МКТ-4 с коаксиальными парами малого диаметра (1,2/4,6 мм).

Структурная схема ДСП типа ИКМ-480 показана на рис. 11.7. На входы оборудования третичной временной группы (ТВГ) - точки сетевых стыков СС2 - поступают четыре типовых вторичных потока со скоростями передачи 8448 кбит/с, которые объединяются в типовой третичный поток со скоростью передачи 34368 кбит/с. В точке СС3 оборудования ТВГ и ОЛТ параметры третичного цифрового потока соответствуют рекомендациям МККТТ, что позволяет использовать оборудование ТВГ для образования как ДСП следующей ступени иерархии (четверичной), так и линейных трактов на ВОЛС.

Временной спектр линейного сигнала системы ИКМ-480 показан на рис. 11.8. Он разделен на циклы длительностью $T_c = 62,5$ мкс, что в 2 раза меньше периода дискретизации сигналов ТЧ. Цикл состоит из трех равных по времени субциклов (а не четырех, как в других ДСП с временным группообразованием), в каждом из которых содержится по 716 разрядных интервала, причем первые 12 из них занимаются служебными сигналами (цикловым синхросигналом, сигналами КСС и т. д.), а остальные - информацией посимвольно объединенных четырех вторичных потоков. Общее число позиций в цикле равно 2148, из них информационные - 2112+4. Такая структура цикла и его длительность предопределены необходимостью относительно частого повторения циклового синхросигнала.

Система ИКМ-480 может устанавливаться не только на вновь прокладываемых магистральных, но и заменять аналоговую аппаратуру К-300 на существующих. Однако замена требует большого объема работ по установке НРП: регенерационный участок ИКМ-480 равен 3 км, что вдвое короче усилительного участка К-300, а увеличение пучка каналов относительно невелико (с 600 до 960 на кабеле КМБ-4). Кроме того, укороченная секция дистанционного питания (200 км у

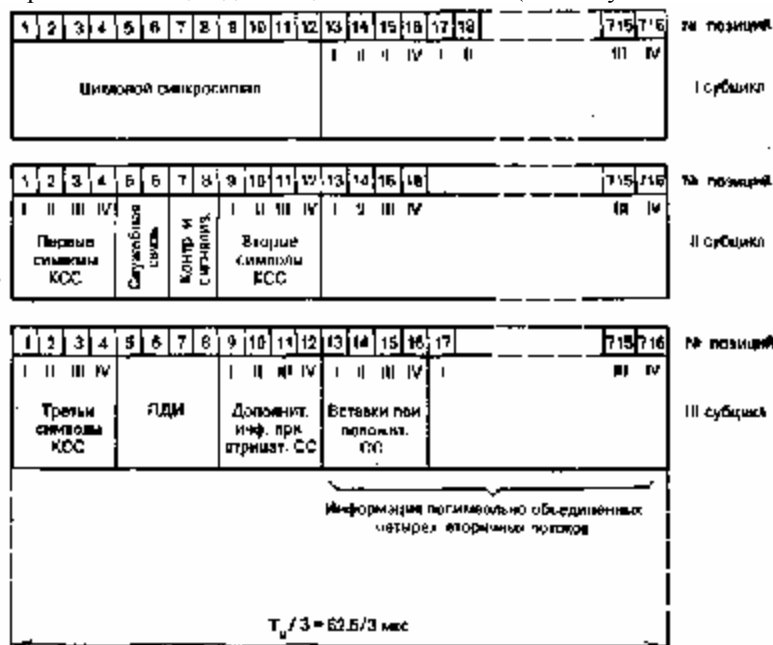


Рис. 11.8. Временной спектр ДСП ИКМ-480

ИКМ-480 против 246 км у К-300) может потребовать при замене смещения обслуживаемых пунктов. Для повышения эффективности аппаратуры был разработан вариант системы ИКМ-480x2, в котором два третичных цифровых потока (34368 кбит/с) объединяются, а затем кодируются кодом FOMOT. Последний относится к блочным кодам типа 4537", в которых исходный цифровой поток, состоящий из бинарных импульсов (+1, 0), разбивается на группы по четыре символа, каждая из которых заменяется трехсимвольной группой троичного кода (+1, — 1, 0). При этом тактовая частота снижается в 4/3 раза. Поскольку при объединении двух потоков тактовая частота удваивается, то в данном случае имеет место увеличение лишь в 1,5 раза, что в сочетании с некоторым усовершенствованием регенераторов позволяет

сохранить длину регенерационного участка 3 км.

Создание линейных трактов на одномодовых оптических волокнах с малым километрическим затуханием существенно повышает эффективность третичных ЦСП. В частности, применение волоконно-оптических вставок в линии передачи на кабелях с металлическими парами позволяет уже сейчас увеличить длину секции ДП третичной ЦСП до 246 км и, следовательно, осуществлять замену действующих систем К-300 на ИКМ-480 и ИКМ-480x2 при сохранении мест расположения обслуживаемых промежуточных пунктов. Помимо указанных вариантов третичных ЦСП была разработана аппаратура ИКМ-480с и ИКМ-480р. Первая из них предназначена для использования на симметричных кабелях с целью замены действующей аналоговой аппаратуры К-60п. Второй в настоящее время заменяется распределительная аппаратура К-300р на комбинированном кабеле типа КМ-8/6.

11.4. ЧЕТВЕРИЧНЫЕ ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Четверичные ЦСП — это системы, в которых четыре третичных потока со скоростями передачи 34368 кбит/с объединяются в четверичный - 139264 кбит/с. т. е. создаются пучки каналов ТЧ емкостью $480 \times 4 = 1920$. Разработанная система передачи ИКМ-1920 предполагает использование коаксиальных пар среднего диаметра (2,6/9,5 мм) кабелей типов КМ-4 и КМ-8/6. Номинальная длина регенерационного участка такой системы составляет 3 км, а максимальная протяженность секции ДП - 240 км. Система позволяет получить простой канал ТЧ протяженностью 2500 км, а при наличии четырех переключателей по ТЧ — 12 500 км, что соответствует протяженности магистрального участка канала ТЧ первичной сети В ИКМ-1920 предусмотрено использование оборудования АЦО-ТВ, позволяющего преобразовывать сигналы телевизионного вещания (ТВ) и сигналы двух ка; звукового сопровождения (или одного стерео) в три типовых третичных цифровых потока.

Линейный сигнал системы ИКМ-1920 разделяется на циклы, следующие частотой 64 кГц ($T_c = 15,625 \text{ мкс}$).

Цикл, в свою очередь, подразделяется на чет., ре субцикла, структура которых ясна из рис. 11.9. Общее число позиций в цикле равно 2176, из них информационных - 2148 ± 4 .

Сравнение параметров линейного тракта ИКМ-1920 с параметрами линейных трактов широко используемой МСП с ЧРК К-3600 и разработанной К-5400. Первые имеют ту же длину номинального кабельного участка 3 км, но позволяя организовать по тому же кабелю пучки каналов ТЧ в 2 и 3 раза больше, говоря о неэффективности внедрения ЦСП ИКМ-1920.

Поэтому в настоящее время не выпускается модифицированной системы ИКМ-1920x2, в которой удвоение числ. каналов ТЧ достигается объединением двух четверичных цифровых потоков. Скорость передачи объединенного потока понижается в 2 раза благодаря использованию специального (дубинарного) кода. Это позволяет для данной СНСТСВ хранить прежнюю длину кабельного участка, равную 3 км, резко повысить рентабельность и конкурентоспособность с системами МСП с ЧРК. Оборачивание четверичной временной группы системы ИКМ-1920 используется в со-
слал-

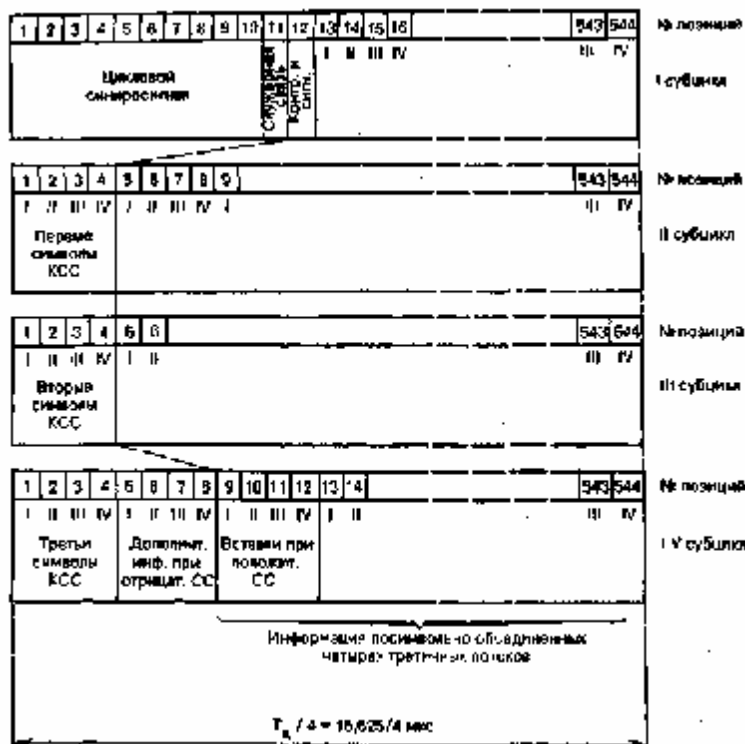


Рис. 11.9. Временной спектр ЦСП ИКМ-1920

четверичной ЦСП "Сопка-4", предназначенной для работы по волоконно-оптическому кабелю.

11.5. СУБПЕРВИЧНЫЕ ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

К субпервичным ЦСП принадлежат широко используемые в настоящее время системы передачи ИКМ-15 и

ЗОНА-15. Система передачи ИКМ-15 предназначена для организации соединительных линий между сельскими АТС по кабелям типа КСПП и ВТСП и позволяет получить 15 каналов ТЧ. Для каждого канала ТЧ предусматривается до трех выделенных СК, вместо двух каналов ТЧ может быть организован один канал ЗВ второго класса, а вместо одного канала ТЧ - канал ПДИ со скоростью 64 кбит/с. Помимо каналов ТЧ могут быть организованы четыре канала ПДИ со скоростью 100 бит/с или два — со скоростью 200 бит/с.

Групповой сигнал ИКМ-15 передается со скоростью 1024 кбит/с, что дает возможность объединить цифровые потоки от двух систем и получить типовой первичный цифровой поток со скоростью $1024 \times 2 = 2048$ кбит/с. Это обеспечивает совместимость системы ИКМ-15 с системами, образующими рекомендованную МККТТ европейскую иерархию ЦСП.

На рис. 11.10 приведена структурная схема системы передачи ИКМ-15. Длина участка регенерации /уч выбирается в пределах 4...7,2 км для кабелей с диа-

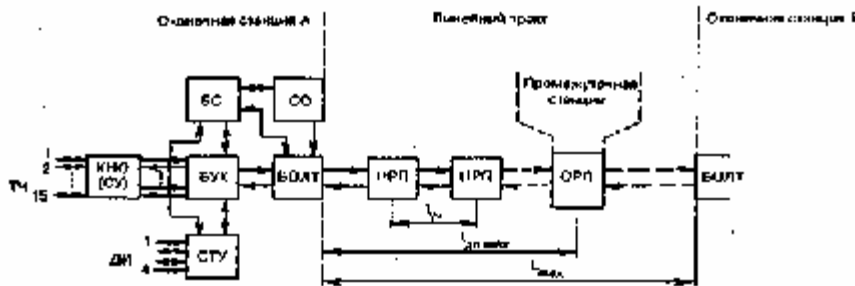


Рис. 11.10. Структура ДСП ИКМ-15

метром жил 0,9 мм и 4,4...7,4 км — с диаметром жил 1,2 мм, что соответствует пределам затухания участка на полутактовой частоте 512 кГц от 26 до 46 дБ. Максимальная протяженность линейного тракта $L_{max} = 50$ км; возможно использование одной промежуточной станции, что позволяет увеличить L_m (а до 100 км. На секции ДП длиной /Д|ШЩ| возможна установка до семи НРП. Иногда с целью повышения защищенности регенераторов участков, примыкающих к АТС, их укорачивают до 1 км, что требует применения искусственных линий, дополняющих длину укороченного участка до минимально корректируемой длины. Комплекты искусственных линий входят в состав оконечных и обслуживаемых станций.

В состав оконечной станции входят следующие функциональные блоки:

БУК - блок уплотнения и кодирования, предназначенный для аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов, временного объединения и разделения каналов, входящих в 15-канальную группу, а также организации СК и канала ЗВ.

В зависимости от потребного числа СК и наличия канала ЗВ блок выпускается в различных модификациях (15 каналов ТЧ и 15 СК, 13 каналов ТЧ, 13 СК и один ЗВ и т. д.). В блоке применен кодер с квазилогарифмической амплитудной характеристикой А-87,6/13, осуществляющий кодирование мгновенных значений сигналов в каналах ТЧ восьмиразрядным кодом. Это также обеспечивает совместимость системы передачи ИКМ-15 с системой ИКМ-30, поскольку в последней используется кодер с такими же параметрами;

КНО - блок, состоящий из 15 комплектов низкочастотных окончаний, обеспечивающих сопряжение каналов ТЧ с АТС (переключение канала ТЧ при необходимости с четырехпроводного окончания на двухпроводное и т. д.);

БС - блок сигнализации, посредством которого вводится питающее напряжение на все блоки станции и осуществляется формирование аварийных сигналов при повреждении любого блока оконечной станции;

СО - блок сервисного оборудования, предназначенный для организации служебной связи и испытания каналов;

СТУ - блок согласующих телеграфных устройств, обеспечивающих ввод низкоскоростных телеграфных сигналов в групповой сигнал системы ИКМ-15;

БОЛТ — блок окончания линейного тракта, содержащий регенератор принимаемых сигналов, устройства ДП, кабельный ввод и устройства защиты станционных устройств от опасных напряжений на линии. В нем также содержится приемник тонального вызова служебной связи.

Групповой сигнал системы ИКМ-15 (рис. 11.11) построен аналогично групповому сигналу ИКМ-30. Он состоит из сверхциклов длительностью $T_{сч} = 2$ мс. Каждый СЦ содержит 16 циклов длительностью $U_{ц} = 125$ мс, что соответствует частоте дискретизации исходных сигналов 8 кГц, поскольку в цикле передается одна кодовая комбинация, соответствующая одному мгновенному значению сигнала в каждом из 15 каналов ТЧ (канальные интервалы КИ₁,..., КИ₆). Нулевой канальный

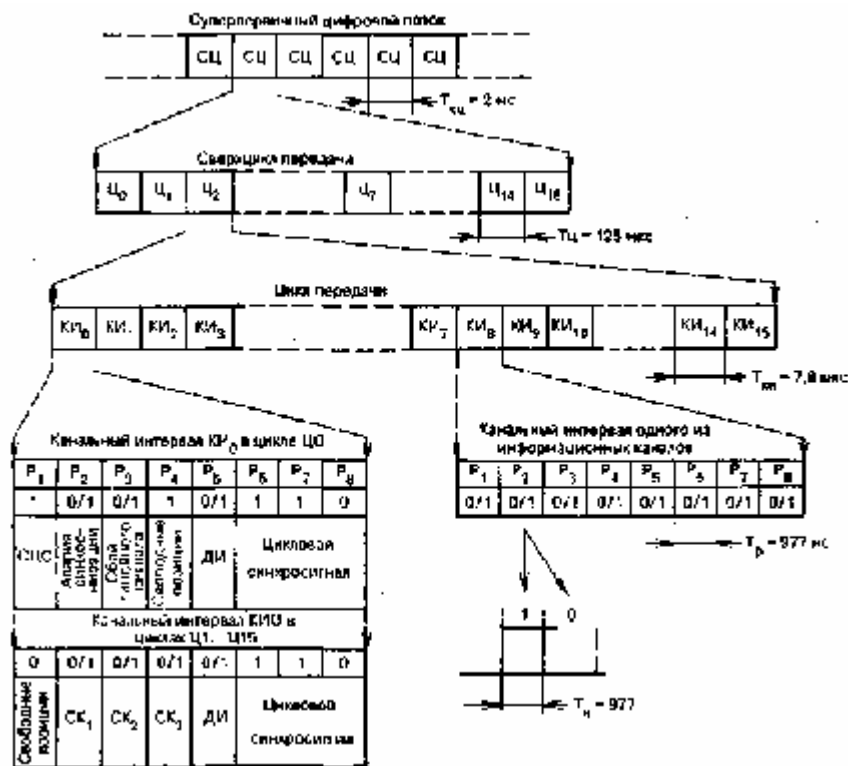


Рис. 11.11. Временной спектр ЦСП ИКМ-15

интервал (КИ0) занят под передачу сигналов синхронизации, сигналов аварийной информации и сигналов ДИ. Структура интервала КИ0 ясна из рисунка.

Линейный сигнал представляет собой последовательность униполярных импульсов длительностью в полный разрядный интервал $\Gamma = 980$ нс, соответствующих единицам, и пауз, соответствующих нулям, т. е. код БВН (см. § 10.2). По сравнению с кодом ЧПИ, используемым в первичных системах, он обеспечивает более высокую помехозащищенность регенераторов, но содержит постоянную составляющую, которая подавляется линейными трансформаторами, а потому должна восстанавливаться на входах регенераторов. Следует отметить, что устройство восстановления постоянной составляющей относительно несложно. Система передачи ИКМ-15 совместно с системой ЗОНА-15, о которой будет сказано ниже, и ИКМ-30с позволяет создавать сети, отвечающие всем современным требованиям, предъявляемым к сетям сельской связи.

Система ЗОНА-15 так же, как и ИКМ-15, предназначена для организации пучков соединительных линий между сельскими АТС по кабелям типов КСПП и ВТСП и строится с использованием ряда функциональных блоков ИКМ-15. На рис. 11.12 приведена упрощенная структурная схема оконечной станции ЗОНА-15, из которой видно, что станция содержит оборудование КНО и БУК, аналогичное оборудованию ИКМ-15.

После БУК два цифровых потока, имеющие скорости передачи 1024 кбит/с и соответствующие 15 каналам ТЧ, направляются на

блок временного группообразования ВГ 15x2. Объединение потоков синфазно-синхронное, структура объединенного потока соответствует структуре потока пер-

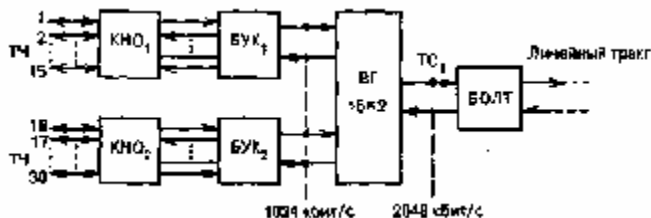


Рис. 11.12. Структурная схема оконечной станции ЗОНА-15

винной ДСП. Следовательно, система ЗОНА-15 может быть совмещена с системой ИКМ-30с. Точка стыка СС между блоками ВГ 15x2 и БОЛТ (оборудования линейного тракта) отвечает рекомендациям МККТТ, что увеличивает гибкость сети, позволяя подсоединять данное оборудование к соответствующему СС любого другого типового оборудования.

В линейном тракте системы ЗОНА-15 используется ЧПИ, а длины регенерационных участков устанавливаются исходя из типа применяемого кабеля и возможности регенераторов перекрывать затухание на полутактовой частоте (1024 кГц) от 9 до 36 дБ и равны 1...4,3 км.

В состав аппаратуры ЗОНА-15 может входить также блок цифрового транзита каналов, который используется на сетевых узлах в качестве оборудования транзита как отдельных каналов ТЧ, так и 15-

канальных временных групп. При этом из-за отсутствия ПАП не происходит ухудшения параметров каналов, и прежде всего в них не снижается защищенность сигналов от шумов квантования.

К субпервичным ЦСП относятся серийно выпускаемые в настоящее время двух- и четырехканальные системы четвертого поколения ИКМ-2-4 и ИКМ-4-4, которые используются на абонентских линиях АТС. Так, ИКМ-4-4 позволяет организовать по абонентскому тракту четыре типовых канала ТЧ с двух- или четырехпроводным окончанием. Передача СУВ осуществляется по выделенным С К (по два на каждый канал ТЧ). Вместо канала ТЧ абоненту может быть предоставлен канал передачи данных со скоростью 64 кбит/с при работе в синхронном режиме или до 19 кбит/с при работе в асинхронном. Эта ЦСП может применяться на абонентских линиях практически с любыми используемыми на них типами кабелей. Максимальная длина линии может достигать 3 км при диаметре жил кабеля 0,4 мм и 8 км при диаметре 0,7 мм. Комплект аппаратуры ИКМ-4-4, устанавливаемый на станции, питается от первичного источника -60В, а комплект, размещаемый на абонентском конце, - дистанционно по фантомным цепям.

В настоящее время разрабатывается 15-канальная ЦСП для абонентских линий, с помощью которой предполагается решать проблему телефонизации на базе уже сложившихся кабельных сетей крупных городов.