

ГЛАВА 12. ТИПОВЫЕ КАНАЛЫ И ТРАКТЫ

12.1. ОБРАЗОВАНИЕ СЕТЕВЫХ ТРАКТОВ И ШИРОКОПОЛОСНЫХ КАНАЛОВ МСП С ЧРК

Основой общегосударственной первичной сети связи являются сетевые тракты, которые организуются между двумя сетевыми станциями (узлами) и непосредственно используются на этих станциях или предоставляются во вторичные сети. Сетевые тракты являются типовыми и организуются по единым правилам.

Сетевые тракты образуются на базе групповых трактов МСП с ЧРК, которые, в свою очередь, создаются с помощью типового оборудования первичных, вторичных, третичных групп и групп более высокого порядка, а также оборудования сопряжения. Сетевые тракты могут быть получены из трактов более высоких порядков несколькими способами.

Один из способов связан с использованием типового преобразовательного оборудования. При этом тракт более высокого порядка разделяется на тракты данного порядка, часть из которых и предоставляется на этой станции потребителю, а оставшиеся включаются в транзитное оборудование станции для дальнейшей передачи по сети. Этот способ эффективен лишь при организации достаточно большого числа трактов, так как требует установки на станции относительно большого количества дополнительного оборудования преобразования и получения несущих частот, оборудования транзита, а также оборудования организации тракта более высокого порядка, который будет оканчиваться на этой станции.

Второй способ основан на том, что сетевой тракт любого вида может быть получен посредством оборудования выделения из линейных трактов. Чаще всего этот способ используется на ОУП при выделении вторичных групповых трактов из линейного тракта распределительной системы передачи К-300р, которое осуществляется без потерь спектра.

Третий способ состоит в получении сетевых трактов с помощью аппаратуры выделения из трактов высшего порядка. Данный способ используется на узлах, где потребность в каналах и трактах небольшая.

Организация сетевого тракта из группового достигается подключением к его окончаниям специального оконечного оборудования (комплектов образования трактов КОТ). В передающей части КОТ предусматриваются развязывающие устройства для ввода в тракт группового и вспомогательных контрольных сигналов, а также для подключения измерительных приборов. Кроме того, в передающую часть включены заграждающий фильтр, "подчищающий" участок спектра под групповой контрольный сигнал, и регулирующие аттенуаторы. В приемную часть КОТ входят развязывающие устройства для вывода группового и вспомогательных контрольных сигналов и подключения измерительных приборов, заграждающий фильтр, препятствующий попаданию группового контрольного сигнала на выход тракта, регулирующие аттенуаторы и, главное, амплитудный, а при необходимости и фазовый корректоры, совмещаемые обычно с усилителями.

Сетевой тракт, образованный между соседними станциями (узлами), называется простым. Если тракт проходит через узлы,

где осуществляется его ВЧ транзит без преобразования частот, то он называется составным, а с преобразованием частот - сложным. Сетевые тракты могут предоставляться непосредственно потребителям только при условии наличия у них типового канала-образующего оборудования. В общем случае потребителю предоставляются широкополосные каналы, оборудованные на базе соответствующих сетевых трактов.

Широкополосные каналы получаются подключением к окончаниям сетевых трактов каналоформирующего оборудования (КФО), в состав которого входят полосовые фильтры для формирования канала, заграждающие фильтры для подавления широкополосного сигнала в полосе частот приемников группового контрольного сигнала и частот сетевого контроля, устройства амплитудного ограничения и амплитудно-частотной коррекции, регулирующий аттенуатор. Каналоформирующее оборудование является единым при передаче по широкополосному каналу сигналов различных сообщений.

Широкополосные каналы формируются, как правило, из двух однотипных односторонних каналов противоположных направлений передачи, которые могут использоваться одновременно. В некоторых случаях, например при циркулярной передаче газетных полос, допускается формирование широкополосного канала из неоднотипных односторонних каналов противоположных направлений. При этом канал с фазовой коррекцией используется для передачи газетных полос, а канал без фазовой коррекции — для передачи сигналов телеуправления и телесигнализации. Для передачи информации по разветвляющимся направлениям в широкополосные каналы включаются специальные развязывающие устройства.

Широкополосные каналы с каждой стороны имеют четырех-проводное окончание. Измерительные уровни в данных точках должны быть равны измерительным уровням в точках переключений сетевых трактов, на основе которых эти каналы образованы. Номинальная цепь широкополосного канала тождественна номинальной цепи базового сетевого тракта. Транзит широкополосных каналов не допускается.

12.2. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЕТЕВЫХ ТРАКТОВ И КАНАЛОВ

Основные параметры сетевых трактов и широкополосных каналов МСП с ЧРК

Параметры, приведенные в этом разделе, относятся к каналам и трактам, организованным с помощью кабельных, радиорелейных и спутниковых СП. Как правило, приводимые числовые значения параметров соответствуют эксплуатационным нормам на СП, выпускаемым после 1980 г. Следует иметь в виду, что нормы на

параметры постоянно уточняются и изменяются, поэтому их следует воспринимать как ориентировочные. Рабочие полосы частот сетевых трактов и каналов приведены в табл. 12.1. Полосы частот широкополосных каналов несколько уже за счет полосовых фильтров КФО; внутри рабочих полос имеются области "всплесков" затухания и фазы из-за содержащихся в КОТ и КФО заграждающих фильтров на частотах контрольных сигналов.

Таблица 12.1

Вид канала или тракта	Рабочая полоса, кГц	Полоса "всплеска", кГц	
		затухания	фазы
Первичный тракт канал	60,6...107,7 65.. .103	83,7...84,6 83,7...84,6	S2...86
Вторичный тракт канал	312,3...551,4 330.. .530	411,7...412,3 411,7...412,3	405...419
Третичный тракт канал	812,6...2043,7 900... 1900	1547,7...1556,6 1547,7... 1556,6	1527...1577
Предгрупповой тракт	12,3...23,4	-	-

Измерительные уровни в точках переключения трактов должны быть -36 дБм на входах и -23 дБм на выходах (-14 дБм на выходе предгруппового тракта).

Первичные тракты и образованные на их базе каналы имеют симметричные вход и выход с номинальным сопротивлением 150 Ом. Затухание асимметрии по входу и выходу должно быть более 43 дБ. Вторичные и третичные тракты и соответствующие им каналы имеют несимметричные вход и выход с номинальным сопротивлением 75 Ом. Коэффициент несогласованности по входу и выходу для всех видов трактов и каналов (за исключением

полос "всплесков" затухания и фазы) должен быть менее 10 %. Предгрупповой тракт имеет симметричные вход и выход (затухание асимметрии более 43 дБ) с номинальным сопротивлением 600 Ом (коэффициент несогласованности менее 15 %). Номинальное значение остаточного усиления каналов и трактов 13 дБ (21 дБ у предгруппового тракта); погрешность его установки не должна превышать 0,1 дБ (0,5 дБ у предгруппового тракта). Разность между средним и номинальным значениями остаточного усиления для всех трактов, а также его среднеквадратическое отклонение во времени не должны превышать 0,5 дБ (0,7 дБ — среднеквадратическое отклонение для предгруппового тракта). Отметим, что установка и контроль остаточного усиления осуществляются соответственно в предгрупповом, первичном, вторичном и третичном трактах на частотах 18, 82, 420 и 1545 кГц. Отклонения АЧХ в рабочем диапазоне частот, за исключением полосы "всплеска" затухания по отношению к значениям, установленным на вышеуказанных частотах, не должны превышать: для предгруппового и первичного трактов $\pm 1,6$ дБ, а для вторичного и третичного $\pm 2,0$ дБ. Для широкополосных каналов всех видов названные отклонения должны быть не более $\pm 1,0$ дБ.

В настоящее время в простых сетевых трактах нормируется отклонение группового времени прохождения (ГВП) сигнала $A_{гвп}$ на краях рабочего диапазона от номинального значения ГВП в рабочем диапазоне частот, за исключением полосы "всплеска" фазы. Эти величины приведены в табл. 12.2. Там же даны значения $5 / \text{гвп}$, на которые увеличивается допустимое отклонение $A / \text{гвп}$ при включении в тракт транзитного фильтра. Эти нормы не распространяются на тракты, полученные посредством их выделения из линейного тракта фильтрами, а также на тракты, соседние по спектру с выделяемыми.

Таблица 12-Г

Тракт	Контролируемый диапазон, кГц	Д (ГВП, ИКС)	8 (гвп, икс)
Предгрупповой	12...23	80	80

Первичный	65...103	60	100
Вторичный	330...530	30	20
Третичный	900...1900	24	8

В перспективе предполагается нормировать величину $m_{\text{о}}$ тонной и колебательной составляющих неравномерности ГВ. Сетевые тракты должны обеспечивать передачу однородных гк спектру сигналов со средними мощностями, приведенными в табл. 12.3.

Таблица 12.3

Мощность, мВтО	Тракт			
	Предгрупповой	Первичны й	Вторичны й	Третичны й
Среднечасовая	2,7	3	8	15
Среднеминутная	3,5	4	и	19

Амплитудная характеристика (АХ) простого сетевого тракта должна быть квазилинейной (с точностью до $\pm 0,3$ дБ) при превышении входным сигналом измерительного уровня на 18,2, 24, 26, 28 дБм для предгруппового, первичного, вторичного и третичного трактов соответственно. При дальнейшем увеличении уровня входного сигнала никаких требований к АХ не предъявляется. Амплитудная характеристика измеряется на частотах, являющихся установочными для остаточного усиления (18, 82, 420 и 1545 кГц для соответствующих трактов).

Классификация, нормирование и расчет помех подробно рассматриваются в соответствующих разделах. Здесь ограничимся лишь среднечасовыми значениями уровней невзвешенного шума в ТНОУ простых трактов (табл. 12.4).

Таблица 12.4

Тракт (2500 км)	Предгрупповой	Первичны й	Вторичны й	Третичный
рп, дБмО	-41	-35	-29	-21

Основные параметры цифровых трактов и каналов

В ЦСП не предусмотрено специальное оборудование для организации сетевых трактов. Групповой цифровой поток, сформированный на данной ступени иерархии, направляется либо на следующую ступень временного объединения потоков, либо на оборудование линейного тракта. Точки соединения оборудования двух смежных ступеней иерархии называют сетевыми стыками (СС). Параметры СС являются типовыми. В табл. 12.5 приведены основные из этих параметров.

Таблица 12.5

Цифровой тракт	Скорость передачи и относительная нестабильность, кбит/с	Номинальное сопротивление, Ом	Амплитуда импульса, В	Длительность импульса, не	Код	Затухание СП, дБ
Первичный	2048х(1±5- 10 ~6)	120*	±3	244	чпи	0...6
Вторичный	8448х(1±30- 10 ~6)	** 75	±2,37	59	ЧПИ или КВП-3	0...6
Третичный	34368х(1±20-10~6)	** 75	±1	14,55	КВП-3 или КВП-2	0...12
Четверичный	139264х(1 ±15- 10 ~6)	** 75	1	7,18 или 3,59	СМІ	-

*

Вход симметричный. Вход несимметричный.

Следует отметить, что рекомендации МККТТ существуют только для СС первичных, вторичных и третичных цифровых групповых трактов (ЦГТ). Значения затуханий соединительных линий, приведенные в таблице, определяются на полутактовой частоте. Предполагается, что они зависят от частоты пропорционально корню квадратному из частоты.

Форма номинальных импульсов в СС прямоугольная. Форма действительного сигнала должна укладываться в шаблон МККТТ, приведенный на рис. 12.1, где T — номинальная длительность импульса, а U — его номинальная амплитуда.

На базе указанных ЦГТ образуются типовые цифровые каналы передачи: основной (ОЦК) со скоростью передачи $64(1+50 \cdot 10)$ кбит/с, субпервичный (СЦК) со скоростью передачи $480(1+50 \cdot 10)$ кбит/с, а также первичный, вторичный, третичный и четверичный каналы с соответствующими скоростями. Кроме того, на базе данных цифровых каналов и трактов должны образовываться следующие типовые аналоговые каналы и тракты: канал ТЧ (на базе ОЦК), канал ЗВ (на базе СЦК), вторичный групповой тракт (на базе трех первичных ЦГТ) и, наконец, канал ТВ со звуковым сопровождением (наказе трех третичных ЦГТ).

В сетевых стыках должна осуществляться передача не только информационных (ИС), но и тактовых (ТС) сигналов, обеспечивающих тактовую синхронизацию регенераторов и приемного генераторного оборудования оконечных станций. Имеющиеся в составе цифровых потоков служебные символы (цикловой и сверхцикловой синхронизации) обеспечивают доступ к составля-

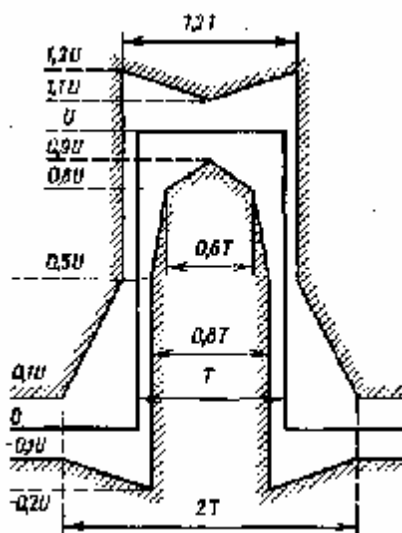


Рис. 12.1. Шаблон, в который должна укладываться форма сигнала ющим цифровых потоков низших ступеней иерархии. Исключение составляет ОЦК, в котором таких символов нет. По этой причине в него вводят октетный сигнал (ОС), позволяющий разделять восьмиразрядные кодовые группы. Таким образом, в СС ОЦК осуществляется обмен не только ИС и ТС, но и ОС. При этом СС ОЦК должен обеспечивать соединение в режимах сона-правленного стыка, при котором ТС и ОС всегда вводятся в одном направлении с ИС, и противонаправленного стыка, при котором ТС и ОС поступают на передаче в разных направлениях с ИС, а на приеме - в одном.

12. 3. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ КАНАЛА ТЧ

Канал ТЧ является основным на первичной сети. Он служит единицей при определении емкости СП и предназначен для передачи телефонных, телеграфных, фототелеграфных сигналов и сигналов передачи данных между станциями и узлами первичной сети связи. Каналы ТЧ образуются с помощью как СП с ЧРК, так и ЦСП с ИКМ. В соответствии со специфическими особенностями этих систем некоторые параметры образуемых ими каналов ТЧ также различны, что ниже будет специально отмечаться.

Канал ТЧ имеет двухпроводное окончание с измерительными уровнями на передаче 0 дБм и на приеме —7 дБм на частоте 800 Гц (1020 Гц для каналов, образованных ЦСП). В четырехпроводной части канала измерительные уровни равны —13 дБм на передаче и +4 дБм на приеме. Эффективно передаваемая полоса частот канала 0,3...3,4 кГц. В этой полосе коэффициент несогласованности по входу и выходу канала должен быть не более 10 Sg по отношению к номинальному сопротивлению 600 Ом, а затухание асимметрии — не менее 43 дБ. Средняя длительная мощность сигналов, передаваемых по каналу ТЧ, должна быть не более 32 мкВтО, а максимальная, определенная с вероятностью превыше- 1 ния 10 , —1250 мкВтО. Интервал времени, на котором определя- 1 ется указанная мощность, равен 1 с, но эта величина подлежит уточнению. I

Максимальная протяженность канала ТЧ на первичной сети со- I ставляет 13 900 км, при этом допускается до I транзитов по ТЧ. I т. е. канал максимальной протяженности может состоять из 12 про- I стых каналов. Магистральный участок канала ТЧ может достигать I протяженности 12 500 км при четырех транзитах по ТЧ. I

Номинальное значение остаточного затухания канала $A_{оп} \approx 17$ дБ при двухпроводном и $A_{ЖТ} = 17$ дБ при

четырёхпроводно* I окончаниях. Погрешность установки остаточного затухания H_i I частоте 800 Гц (1020 Гц для каналов ЦСП) не должна быть более; I

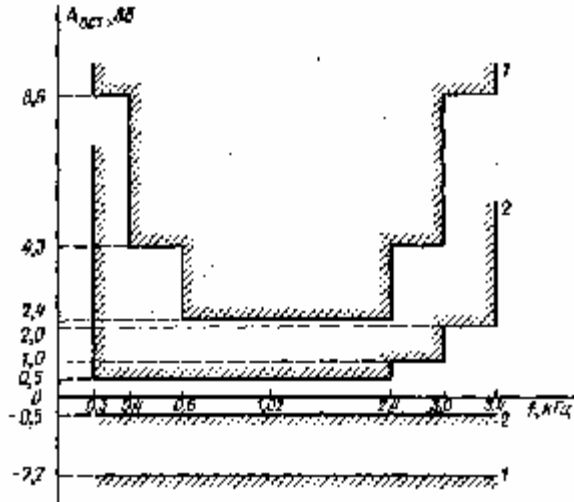


Рис. 12.2. Пределы допустимой неравномерности частотной характеристики остаточного затухания каналов ТЧ МСП с ЧРК (кривая 1) и ДСП с ИКМ (кривая 2) $\pm 0,5$ дБ для каналов МСП с ЧРК и $\pm 0,2$ дБ для каналов ДСП. Максимальное отклонение установленного остаточного затухания в простом канале ТЧ МСП с ЧРК составляет $\pm 2,2$ дБ (с вероятностью 0,95), ДСП с ИКМ $\pm 0,2$ дБ за любые 10 мин, $\pm 0,5$ дБ за один год и $\pm 1,0$ дБ за весь срок службы. Для сложных каналов эти нормы увеличиваются в \sqrt{p} раз, где p - число простых каналов.

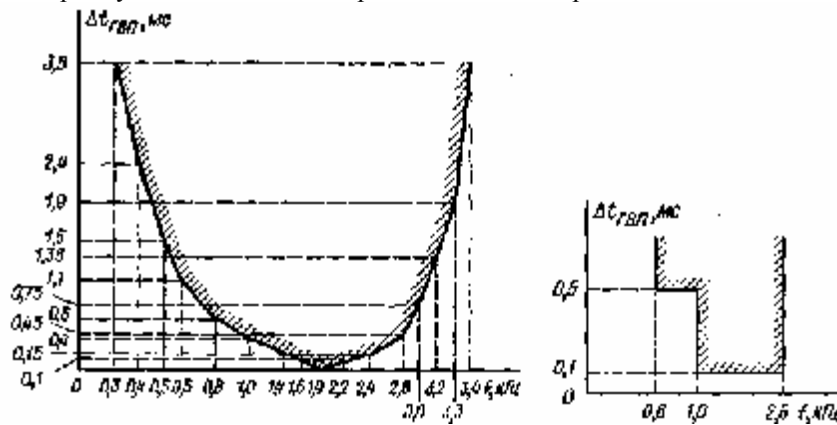


Рис. 12.3. Допустимая неравномерность частотной характеристики ГВП для каналов ТЧ МСП с ЧРК (а) и ЦСП с ИКМ (б)

Неравномерность частотной характеристики остаточного затухания $\Delta D_{\text{дх}}$,.. можно нормировать с помощью шаблона, показанного на рис. 12.2 (кривые 1 относятся к каналу ТЧ МСП с ЧРК, кривые 2 - к каналу ТЧ ЦСП с ИКМ). Измеренная частотная характеристика должна укладываться в пространство между верхней и нижней линиями соответствующего шаблона. Шаблоны даны для каналов максимальной протяженности. Максимальное абсолютное значение ГВП сигнала в каналах ТЧ между наиболее удаленными узлами магистральной сети не должно превышать 90 мс, а на связях через искусственные спутники земли - 390 мс. Допустимая неравномерность частотной характеристики ГВП определяется для простых каналов шаблонами, показанными на рис. 12.3.

На рис. 12.4, а и б приведены шаблоны, нормирующие АХ простого канала ТЧ соответственно МСП с ЧРК и ЦСП с ИКМ. Шаблон на рис. 12.4, б относится к случаю измерения характе-

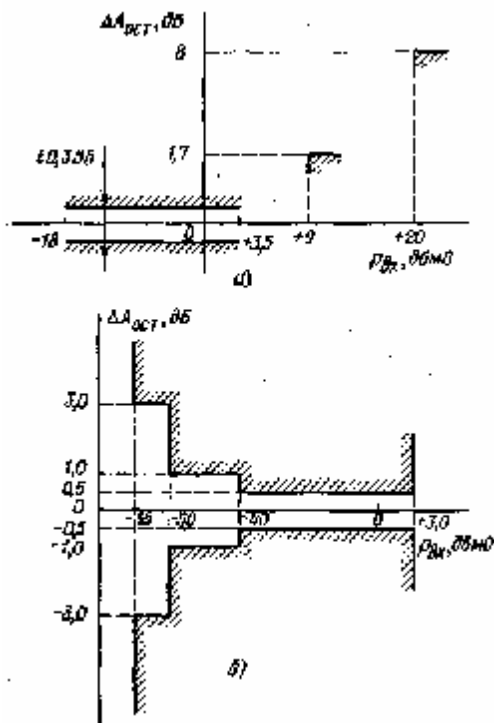


Рис. 12.4. Пределы допустимых отклонений амплитудной характеристики каналов ТЧ МСП с ЧРК (а) и ЦСП с ИКМ (б)

ристки гармоническим сигналом. Во входной части каналов ТЧ МСП с ЧРК устанавливается ограничитель амплитуд, защищающий групповой тракт от аварийных перегрузок. В связи с этим для них нормируется достаточно быстрое нарастание остаточного затухания при превышении входным сигналом уровня +3,5 дБмВ. Для каналов ДСП в левой части АХ допускается существенная неравномерность из-за ошибок квантования. При входных уровнях свыше +3 дБм имеет место перегрузка кодера, поэтому АХ для этих уровней не нормируется.

Помехи в каналах ТЧ подробно рассмотрены в соответствующих разделах. В табл. 12.6 приводятся только нормы средней (за длительный период) мощности невзвешенной помехи на выходе канала ТЧ МСП с ЧРК той или иной протяженности.

Таблица 12.6

Длина канала, км	200...250	2500...500	5000...750	7500...1000	10000...12500
Мощность помехи, пВтО	17800	35600	44500	50600	56400

В каналах ТЧ ЦСП с ИКМ основными помехами являются помехи от квантования уровней сигнала. На рис. 12.5 приведены рекомендованные МККТТ шаблоны для зависимости защищен-

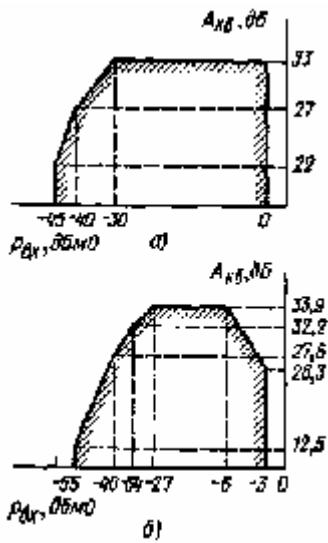


Рис. 12.5. Рекомендованные шаблоны для зависимостей защищенности от шумов квантования для различных значений $P_{дк}$ при измерениях:

а - гармоническим сигналом; б - шумоподобным сигналом

ности сигнала от уровня шумов квантования $A^$ при различных значениях входных уровней.

В этом разделе не был указан ряд параметров, нормируемых в каналах и трактах, например взаимные влияния между каналами и трактами, нормы на гармонические и импульсные помехи, изменение частоты передаваемого сигнала и ряд других, которые приводятся в специальной литературе и документах (см., например, ГОСТ 21655-87, Рекомендации МККТТ (7-221, (7-222, (7-226, G-232, (7-241, (7-242, M410, M460, G-711, (7-712, G-732 и др.).