Глава 19

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СЕТЕВЫХ ТРАКТОВ И ШИРОКОПОЛОСНЫХ КАНАЛОВ

19.1. Организация сетевых трактов и широкополосных каналов

Сетевые тракты (СТ) организуются на базе типовых (основных) групповых трактов (ГТ) аналоговых систем передачи с использованием соответствующей аппаратуры (стоек) образования трактов АОТ (СОТ).

Широкополосные каналы (ШК) организуются на основе сетевых трактов путем подключения соответствующей аппаратуры (стоек) канального формирования АКФ (СКФ).

В общем случае сетевой тракт представляет собой групповой тракт (простой или составной) с включенной на входе и выходе АОТ. Широкополосный канал – это сетевой тракт с включенной на входе и выходе АКФ.

На первичных сетях ЕСЭ организуются следующие сетевые тракты (СТ) и соответствующие им широкополосные каналы (ШК):

предгрупповой сетевой тракт (ПрСТ) в диапазоне частот 12,3…23,4 кГц и на его базе предгрупповой широкий канал ПрШК или ШК-12 (широкополосный канал с шириной полосы 12 кГц);

первичный сетевой тракт (ПСТ) в диапазоне частот 60…108 кГц и первичный широкий канал ПШК (ШК-48);

вторичный сетевой тракт (ВСТ) в диапазоне 312…552 кГц и вторичный широкий канал ВШК (ШК-240);

третичный сетевой тракт (ТСТ) в диапазоне частот 812…2044 кГц и третичный широкий канал ТШК (ШК-1200).

На рис.19.1 приведен вариант схемы первичного сетевого тракта (ПСТ) и первичного широкополосного канала (ПШК).

Аппаратура образования первичного сетевого тракта (АОТ) включает следующие основные элементы в тракте передачи: заграждающий фильтр ЗФ-84,14 – для защиты от помех вводимой далее контрольной частоте 84,14 кГц; развязывающее устройство – дифференциальная система (ДС) – для обеспечения ввода в тракт передачи контрольной частоты 84,14 кГц; в тракте приема: амплитудный корректор (АК) – для коррекции амплитудно-частотных искажений; заграждающий фильтр ЗФ-84,14 – не пропускает сигналы контрольной частоты к устройствам аппаратуры каналоформирования.

Аппаратура формирования широкого канала (АФШК) включает в тракте передачи: ограничитель амплитуды (ОА) – для ограничения пиковых значений передаваемого широкополосного сигнала; полосовой фильтр 60…108 кГц – для ограничения полосы частот передаваемого сигнала; в тракте приема: фазовый корректор (ФК) – для корректирования неравномерности группового времени

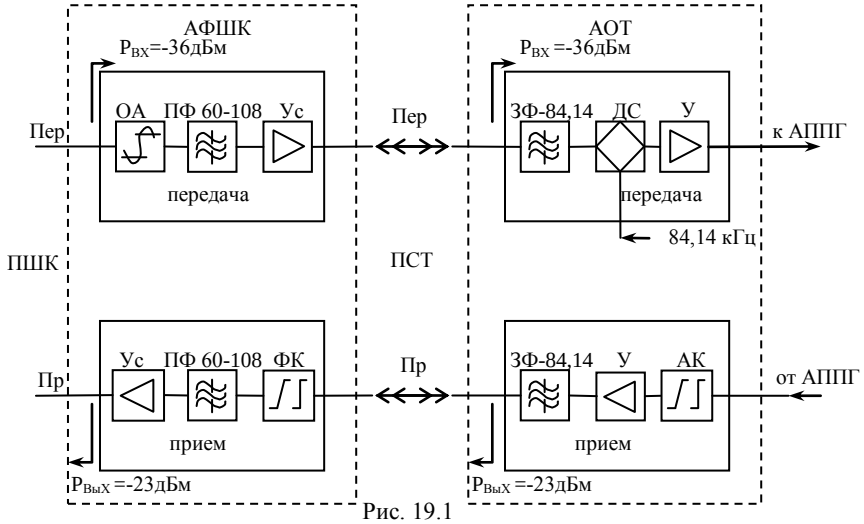

Рис. 19.1

прохождения широкополосного сигнала (фазо-частотных искажений); полосовой фильтр 60…108 кГц – для защиты последующего тракта от внеполосных помех.

Усилители в трактах АОТ и АФШК предназначены для компенсации затухания пассивных элементов и поддержания номинальной диаграммы уровней. В аппаратуре образования других СТ и ШК элементы АОТ и АКФ должны соответствовать соответствующему диапазону частот, а также могут включаться и иные элементы.

Электрические параметры сетевых трактов и широкополосных каналов в принципе аналогичны каналу ТЧ и разделяются на две группы: бщие параметры СТ и ШК (настройке и эксплуатационному контролю не подлежат); основные параметры СТ и ШК (подлежащие настройке и эксплуатационному контролю).

19.2. Общие параметры сетевых трактов и широкополосных каналов

Общие параметры предгруппового, первичного и вторичного СТ и ШК приведены в таблице 19.1

Указанные в таблице 19.1 нормы должны выполняться во всей полосе канала (тракта), за исключением узких полос вблизи групповых контрольных частот ПГ и ВГ, на которых имеются всплески затухания и фазовые искажения.

В общие параметры СТ и ШК входят также предельно допустимые мощности загрузки (средняя в ЧНН, среднеминутная и пиковая), а также варианты загрузки, рассмотренные в главе 8.

Максимальные протяженности номинальных цепей сетевых трактов, а также максимально возможное число транзитов по сетевым трактам более высокого порядка соответствуют требованиям, рассмотренным в главе 17.

Нормы на общие параметры сетевых трактов и широкополосных каналов

Таблица 19.1

Наименование параметров	Нормы на параметры СТ и ШК					
	ПрСТ	ПрШК	ПСТ	ПШК	ВСТ	ВШК
Рабочая полоса частот, кГц	12,3…23,4	12,3…23,4	60,6…107,7	60,6…107,7	312,3…551,4	312,3…551,4
Номинальный относительный уровень в точках переключения СТ и ШК, дБм0						
на входе (Пер)	-36	-36	-36	-36	-36	-36
на выходе (Пр)	-14	-14	-23	-23	-23	-23
Погрешность установки значений уровней относительно номинальных значений на опорной *частоте, не более, дБ	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1
Входное и выходное сопротивление, Ом	600	600	150	150	75	75
Затухание несогласованности, не менее, дБ	30	30	20	20	20	20
Коэффициент несогласованности, не более, %	15	15	10	10	10	10

* За опорные частоты сетевых трактов и широкополосных каналов приняты: 18,0 кГц – предгруппового, 83,92 кГц – первичного, 408,08 кГц – вторичного.

19.3. Основные электрические параметры сетевых трактов и широкополосных каналов

Из основных параметров СТ и ШК ниже рассмотрены следующие: значение остаточное усиление и его среднее и среднеквадратическое отклонение (нестабильность); неравномерность частотной характеристики усиления и группового времени прохождения; амплитудная характеристика; мощность (уровень) шума и защищённость от внятных переходных влияний.

Нормы на перечисленные параметры сведены в табл. 19.2. Полный перечень параметров определен ГОСТ [16]. Следует иметь в виду, что большинство требований к параметрам СТ и ШК совпадают и лишь некоторые из них имеют небольшие различия**.**

Порядок нормирования и измерения приведенных в таблице параметров рассмотрены ниже для певичного СТ и первичного ШК.

Нормы на основные электрические параметры сетевых трактов и широкополосных каналов

Таблица 19.2

№ п/п	Наименование параметров	Значения параметров для СТ,ШК					
		ПрСТ	ПрШК	ПСТ	ПШК	ВСТ	ВШК
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Остаточное усиление на опорной частоте, дБ	20	20	13	13	13	13
2	Отклонение среднего значения остаточного усиления от номинального, не более, дБ.	±0,5	±0,5	+0,5	+0,5	±0,5	±0,5
3	Ср.квадратич.отклонение остаточного усиления от его среднего значения на опорной частоте, дБ	$\Delta S \le 0{,}7\sqrt{n}$	$\Delta S \le 0{,}7\sqrt{n}$	$\le 0{,}5$	$\le 0{,}5$	$\le 0{,}5$	$\le 0{,}5$
4	Неравномерность АЧХ относительно значения на опорной частоте при N транзитах по ГТ, не более, дБ при установке при измен. во времени	$\pm 1{,}6$	$\pm 1{,}6$	±1,0 ±1,6	$\pm 0{,}2\sqrt{N+1}$ $\pm 0{,}35\sqrt{N+1}$	± 1,0 ± 2,0	$\pm 0{,}2\sqrt{N+1}$ $\pm 0{,}45\sqrt{N+1}$

Продолжение таблицы 19.2

1	2	3	4	5	6	7	8
5	АХ – уменьшение усиления на опорной частоте для n простых трактов, не более, дБ при повышении уровня на входе по отношению к номинальному, дБ*	$0{,}3\sqrt{n}$ 24	$0{,}3\sqrt{n}$ 6,0 ± 0,5	$0{,}3\sqrt{n}$ 24	0,3 6,0 ± 0,5	$0.3\sqrt{n}$ 26	0.3 14,0 ± 0,5
6	Среднеминутная невзвешенная мощность шума в полосе СТ (ШК), Не более, пВт0 Уровень селективных помех, не более, дБм0, при транзитах по ГТ: $N < 5$ $N \geq 5$	*Р*сум ** 50+20lg(*N*+1) 41+20lg(*N*+1)	≤ - 42,5дБм0 50+20lg(*N*+1) 41+20lg(*N*+1)	27,6 $P_{сум}$ –50+20lg(*N*+1) –50+10lg(*N*+1)	≤–27 дБм0 –50+20lg(*N*+1) –50+10lg(*N*+1)	138 *Р*сум -50+20lg(*N*+1) -50+10lg(*N*+1)	≤-24дБм0 -50+20lg(*N*+1) -50+10lg(*N*+1)
7	Защищенность от внятных влияний между двумя простыми СТ (ШК) Аз***, не менее, дБ: для 90% комбинаций трактов для 100% комбинаций трактов при n простых СТ (ШК)	78 74 Аз –10 lg *n*	72 67 -10 lg *n*	78 (58) 74 (52) $А_з$–10 lg *n*	72 (58) 67 (52) $А_з$–10 lg *n*	78 74 Аз -10 lg *n*	72 67 Аз-10 lg *n*

Продолжение таблицы 19.2

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Отклонение ГВП от минимального значения при *N* транзитах по ГТ, ,не более,мкс (в полосе частот, кГц)	50(*N*+1)+80*N* (14…22)	40(*N*+1)+80*N* (14…22)	30(*N*+1)+85*N* (65…103) кроме 82…86 кГц	25 (65…103) кроме 82…86 кГц	25(2*N*+1) (330…530) кроме 405…419 кГц	5,0 (330…530) кроме 405…419 кГц

Примечания:

*Для ШК норма отклонения усиления должна соблюдаться при повышении уровня на входе относительно номинального до порога ограничения ОА, а при отсутствии ОА должна соответствовать норме СТ.

**$P_{сум}$ определяется по формуле (19.1)

***В системах передачи симметричного кабеля в прстых СТ (ШК) значения Аз должны быть не менее 58 дБ для 90% и не менее 52 дБ для 100% комбинаций трактов (каналов).

Остаточное усиление и его стабильность

Остаточное усиление ПСТ (ПШК) нормируется на опорной частоте 83,92кГц. Номинальное значение его определяется как разность между номинальными уровнями сигнала на выходе и входе первичного тракта (см. табл.19.1) S=–23–(–36)=13дБ.

Значение среднего квадратического отклонения (нестабильность) остаточного усиления от его среднего значения должно быть не более 0,5 дБ на частоте 83,92 кГц в простом и составном ПСТ и ПШК.

При измерении усиления на вход тракта подают измерительный сигнал частотой 83,92 кГц с уровнем минус 10 дБм0, а на выходе тракта устанавливают по избирательному измерителю уровня (регулировкой усиления) значение уровня минус 33 дБм0. Если измеренное значение отличается от номинального менее чем на 0,5 дБ ,регулировка не производится. Точность и стабильность уровня сигнала во времени должны быть не хуже ±0,1 дБ, погрешность измерения уровня не более ±0,1 дБ.

Измерения могут проводиться не по измерительному сигналу, а по сигналу групповой контрольной частоты 84,14 кГц.

Длительность цикла измерения должна быть не менее 3 суток, время между отсчетами не более 1 мин. При ручных измерениях допускается время между отсчетами увеличивать до 1 ч.

При измерениях необходимо следить за тем, чтобы устройства АРУ были включены.

На основе полученных результатов измерений автоматически или вручную определяют среднее значение остаточного усиления и значение среднего квадратического отклонения остаточного усиления от его среднего значения аналогично разделу 18.3

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики усиления ПСТ протяженностью до 12500 км при числе транзитов по ПГдо 19 и по ВГ, ТГ до 30 в полосе частот 60,6…107,7 кГц (за исключением полосы 83,95…84,6 кГц) должна быть не более ±1 дБ при установке и ±1,6 дБ при изменении во времени по отношению к значению усиления, измеренному на частоте 83,92 кГц. При этом для выполнения нормы на составной ПСТ отклонение уровня на каждой транзитной станции по отношению к уровню на частоте 83,92 кГц должно быть при установке не более ±0,3 дБ.

Неравномерность АЧХ ПШК при N транзитах по ПГ – не более $\pm 0{,}2\sqrt{N+1}$ при установке и $\pm\ 0{,}35\ \sqrt{N+1}$ при изменении во времени.

Измерение АЧХ производят при помощи автоматизированных приборов (панорамных измерителей) или непосредственным отсчетом показаний избирательного измерителя уровня (по точкам). При использовании измерительного генератора со ступенчатым изменением частоты на вход ПСТ (ПШК) подают

сигналы частотой 60,6; 62; 64; 68; 72, 76; 80; 83,92, 88; 92; 100; 104; 106; 107,7 кГц с постоянным уровнем измерительного сигнала не выше минус 10 дБм0, то есть на 10 дБ ниже номинального уровня . Точность установки частоты должна быть в пределах ±10 Гц. На выходе ПСТ (ШК) измеряют уровень измерительного сигнала измерителем уровня со 150-омным входным сопротивлением. Измерения начинают и заканчивают на частоте 83,92 кГц (расхождения между показаниями измерителя уровня в начале и конце измерений должны быть не более 0,5 дБ). Погрешность измерения должна быть не более ±0,1 дБ.

В процессе эксплуатации измерения рекомендуется проводить без закрытия трактов при помощи избирательных измерителей уровня при подаче на вход тракта измерительных сигналов с частотами, расположенными в межканальных промежутках спектра частот первичного тракта. Номинальные значения частот должны соответствовать указанным выше, причем частоты, кратные 4 кГц должны иметь сдвиг минус 80 Гц.

Групповое время прохождения

Отклонение значения группового времени прохождения (ГВП) сигнала в простом ПСТ на краях полосы частот 65…103 кГц (за исключением 82…86 кГц) от минимального должно быть не более 30 мкс (при отсутствии транзитных фильтров этого тракта). При прохождении сигнала через один транзитный фильтр ПСТ отклонение значения ГВП от минимального должно быть не более 85 мкс на краях полосы частот 65…103 кГц При наличии N транзитных фильтров суммарное отклонение значения ГВП сигнала на краях полосы должно быть не более (30(N+1)+85N) мкс. Отклонение значения ГВП ПШК независимо от протяженности и структуры – не более 25мкс. Измерение ГВП сигнала в ПСТ производят только в случае организации широкополосного канала. Методика измерения аналогична применяемой для канала ТЧ с учетом полосы частот группового тракта и его опорной частоты, относительно которой определяется отклонение ГВП.

Амплитудная характеристика

При наличии *n* простых ПСТ амплитудная характеристика (АХ) составного тракта должна быть прямолинейной с точностью $0{,}3\sqrt{n}$ дБ при предельном повышении уровня на входе тракта относительно номинального на 24 дБм0, а ПШК любой структуры и протяженности – прямолинейной с точностью 0,3дБ при превышении уровня на входе до порога ограничения (+6,0±0,5дБм0).

Измерение АХ производят в часы минимальной загрузки систем передачи по методике, приведенной для канала ТЧ (см.гл.18).

Предварительно проверяют значение остаточного затухания на частоте 83,92 кГц. Затем подают сигнал частотой 83,92 кГц с различными уровнями: минус 10; 0; плюс 20 дБм0 и далее через 1 дБ до 26 дБм0.

Примечание. Длительность передачи измерительных сигналов с уровнями более минус 10 дБм0 должна быть не более 6 с.

Мощность шума

Среднее значение мощности невзвешенного шума на выходе ПСТ за минуту в полосе частот 60…108 кГц (без селективных помех) должно быть не более 27,6 $P_{сум}$,[пВт0]. Здесь $P_{сум}$ – среднее значение суммарной псофометрической мощности шума на выходе тракта в полосе канала ТЧ за счет мощности шумов линейного тракта и станционных устройств транзитных и оконечных пунктов (см.гл.18), то есть

$$P_{сум} = \sum_i P_{лтi} + \sum_j P_{стj} \quad , \qquad (19.1)$$

где $P_{лтi}$ – средняя псофометрическая мощность шумов i-го линейного тракта (табл.18.6), $P_{ст}\,j$ – средняя псофометрическая мощность соответствующих ступеней преобразования j-ой оконечной станции транзитного пункта (табл.18.7).

На выходе ПШК уровень среднеминутной невзвешенной мощности шума в полосе 60…108 кГц – не более минус 31…27дБм0.

Уровень каждого вида селективных помех на выходе ПСТ и ПШК должен быть не более -50 дБмО (за счет остатков токов каждой из групповых несущих частот в простом ПСТ без транзитов по ВГ и ТГ. При наличии транзитов с числом $N<5$ p_1 =–50+20lg(N+1)) дБм0 и с числом $N\geq5$ p_2 = (–45+10 lg (N+1)) дБм0 и минус 45 дБм0 – за счет остатков токов групповых и контрольных частот независимо от структуры ПСТ.

Уровень каждой из селективных помех на выходе ПШК протяженностью 12500 км (при 49 транзитах по ПГ, ВГ и ТГ) должен быть не более минус 40 дБмО.

Измерени*е* уровня мощности невзвешенного шума в полосе частот 60…108 кГц производят в часы наибольшей загрузки широкополосным измерителем уровня, рассчитанным на измерение несинусоидальных сигналов, с применением измерительных фильтров с полосой пропускания 60…108 кГц при нагрузке входа тракта на сопротивление 150 Ом. Уровни селективных помех, вызываемых остатками токов групповых несущих, а также групповых и линейных контрольных частот внутри рабочего спектра, измеряют избирательным измерителем уровня.

Защищенность от внятных переходных влияний

Защищенность от внятных переходных влияний между двумя любыми простыми ПСТ протяженностью 2500 км (без транзита по трактам более высокого порядка) в спектре частот 60,6…107,7 кГц должна быть не менее 78 дБ для 80% и не менее 74 дБ для 100% комбинаций трактов, а между ПШК – соответствен-

но не менее 72дБ и 67дБ. При наличии *n* простых ПСТ (ПШК) защищенность составного тракта уменьшается на 10 дБ.

Примечание. В системах передачи симметричного кабеля в простом ПСТ (ПШК) протяженностью 2500 км эти значения должны быть не менее 58 дБ для 90% и 52 дБ для 100% комбинаций трактов.

Измерение защищенности от внятных переходных влияний между двумя любыми ПСТ (ПШК) в спектре частот 60…108 кГц, как на ближнем, так и на дальнем концах производят путем измерения значения напряжений (уровней) переходных влияний, наведенных в тракте, подверженном влиянию, при подаче измерительного сигнала во влияющий тракт.

Предварительно в измеряемых трактах проверяют значение остаточного усиления на частоте 83,92 кГц. Затем на передающем конце во влияющий сетевой тракт подают измерительный сигнал с уровнем 0 дБм0, а на приемном конце тракта, подверженного влиянию, избирательным измерителем уровня измеряют уровень внятного переходного влияния. При измерениях входы подверженных влиянию трактов и выход влияющего тракта должны быть нагружены на сопротивление 150 Ом. Уровни внятных переходных влияний измеряют на частотах 62, 83, 92 и 106 кГц. Защищенность определяют по результатам измерений по формуле $a_З = p_с - p_{пп}$, где $p_с$ – уровень сигнала в точке измерения;$p_{пп}$ – уровень внятной переходной помехи в той же точке.

Примечания: 1. Если при данном значении уровня влияющего сигнала проводить измерение затруднительно, допускается увеличивать уровень сигнала, но не более чем на 18 дБ по отношению к указанному выше. 2. Измерения следует выполнять в часы минимальной загрузки системы передачи.