

ВОЕННО-СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА

специальность № 121500



Аналоговые системы передачи
Занятие № 14

**Принципы нормирования электрических параметров
каналов
и групповых трактов**

Учебные вопросы:

- 1. Качество связи и качество каналов. Основные параметры каналов.**
- 2. Нормирование параметров в зависимости от протяженности и структура каналов.**
- 3. Установочные и эксплуатационные нормы.**



**1. Качество связи и качество каналов.
Основные параметры каналов.**

Удобства такой оценки заключаются в следующем:

- использование логарифмических единиц позволяет упростить различные математические расчеты, например, операции умножения и деления заменяются соответственно сложением и вычитанием;

- порядок используемых логарифмических величин оказывается более низким, чем при оперировании абсолютными величинами;

- чувствительность органов слуха к силе звукового сигнала подчиняется логарифмическому закону;

- потери энергии в линиях связи описываются экспоненциальными зависимостями.

Уровни передачи по мощности, напряжению и току определяются соответственно выражениями:

$$P_M = 10 \lg(P_x/P_o), \text{ дБ или } P_M = 0,5 \ln(P_x/P_o), \text{ Нп};$$
$$P_H = 20 \lg(U_x/U_o), \text{ дБ или } P_H = \ln(U_x/U_o), \text{ Нп};$$
$$P_m = 20 \lg(I_x/I_o), \text{ дБ или } P_m = \ln(I_x/I_o), \text{ Нп},$$

Где: P_x - полная мощность, U_x и I_x - действующие значения напряжения и тока в рассматриваемой точке цепи;

P_o , U_o и I_o - значения мощности, напряжения и тока, принятые за единицу сравнения, т.е. по отношению к которым определяется уровень в рассматриваемой точке.

Уровень называется **абсолютным**, если за единицу сравнения приняты эталонные значения мощности напряжения и тока.

В качестве эталонных значений мощности приняты активная мощность 1 мВт. Такую мощность развивает высококачественный микрофон ($R_{вн}=600 \text{ Ом}$) на согласованном сопротивлении нагрузки. Эталонные значения напряжения и тока получают из эталонного значения мощности, если она выделяется на сопротивлении 600 Ом. Это значение сопротивления исторически появилось в технике связи как среднее значение модуля волнового сопротивления воздушной медной линии.

Эталонные значения напряжения и тока получаются из следующих выражений

$$P_0 = U_0^2 / R = I_0^2 R, \text{ откуда}$$

$$U_0 = \sqrt{P_0 R} = \sqrt{1 \cdot 10^{-3} \cdot 600} = 0,775 \text{ В},$$

$$I_0 = \sqrt{P_0 / R} = \sqrt{1 \cdot 10^{-3} / 600} = 1,29 \text{ мА}$$

Абсолютным уровнем мощности называется отношение активной мощности P сигнала в измеряемой точке цепи передачи к активной мощности 1 мВт, выраженное в логарифмических единицах:

$$P_M = 10 \lg(P/1 \text{ мВт}) \text{ дБ},$$

или

$$P_M = 0,5 \ln(P/1 \text{ мВт}) \text{ Нп}.$$

Абсолютным уровнем напряжения называется отношение **действующего значения напряжения U сигнала в измеряемой точке цепи передачи к напряжению 775 мВ,** выраженное в логарифмических единицах:

$$P_n = 20 \lg(U/775 \text{ мВ}) \text{ дБ},$$

Или

$$P_n = \ln(U/775 \text{ мВ}) \text{ Нп.}$$

Абсолютным уровнем тока называется отношение **действующего значения тока I сигнала в измеряемой точке цепи передачи к току 1,29 мА,**

выраженное в логарифмических единицах:

$$P_m = 20 \lg(I/1,29 \text{ мА}) \text{ дБ},$$

Или

$$P_m = \ln(I/1,29 \text{ мА}) \text{ Нп.}$$

Из приведенных выражений находим соотношение между неперами и децибелами:

$$1 \text{ Нп} \approx 8,69 \text{ дБ}; 1 \text{ дБ} \approx 0,115 \text{ Нп}.$$

Используя представленные выражения можно определить значения мощности, напряжения или тока:

$$P=10^{0,1рм}, \text{ мВт}, U=775^{0,05рн}, \text{ мВ}, I=1,29^{0,05рт}, \text{ мА}.$$

Относительным уровнем мощности называется отношение **мощности сигнала в измеряемой точке тракта передачи к мощности сигнала в начале тракта или в точке, условно принятой за начало, выраженное в логарифмических единицах:**

$$P_{o.m}=10\lg(P_2/P_1) \text{ д}$$

или

$$P_{o.m}=0,5\ln(P_2/P_1) \text{ Нп},$$

Где: P_2 - мощность в измеряемой точке тракта передачи;

P_1 - мощность в начале тракта передачи или в точке, условно принятой за начало.

Относительным уровнем напряжения

называется отношение напряжения сигнала в измеряемой точке тракта передачи к напряжению сигнала в начале тракта или в точке, условно принятой за начало, выраженное в логарифмических единицах:

$$P_{o.n} = 20 \lg(U_2 / U_1) \text{ дБ}$$

или

$$P_{o.n} = \ln(U_2 / U_1) \text{ Нп,}$$

Где: U_2 - напряжение в измеряемой точке тракта передачи;

U_1 - напряжение в начале тракта передачи или в точке, условно принятой за начало.

Выражая входящие в формулы мощности и напряжения через их абсолютные уровни, находим, что относительные уровни равны разности абсолютных уровней:

$$P_{o.m} = P_{m2} - P_{m1};$$
$$P_{o.n} = P_{n2} - P_{n1},$$

Где: P_{m2} и P_{n2} - абсолютные уровни мощности и напряжения в измеряемой точке цепи;

P_{m1} и P_{n1} - абсолютные уровни мощности и напряжения в начале тракта передачи или в точке, условно принятой за начало.

Измерительным уровнем, согласно МСЭ, называется абсолютный уровень сигнала в рассматриваемой точке, если в начале цепи (канала) включен нормальный генератор.

Нормальным генератором называют генератор синусоидальных колебаний определенной частоты с э.д.с., равной 1,55 В и внутренним сопротивлением 600 Ом (считается, что подается сигнал с частотой 800 Гц и уровнем минус 13 дБ).

Параметры оценки каналов тональной частоты

- остаточное затухание (усиление);
- частотная характеристика остаточного затухания;
- групповое время прохождения;
- мощность (напряжение) шума;
- защищенность между направлениями передачи и приема канала;
- амплитудная характеристика;
- коэффициент нелинейных искажений;
- защищенность от вынужденных переходных влияний между каналами;
- изменение частоты сигнала;
- изменение фазы передаваемого сигнала;
- защищенность от продуктов паразитной модуляции;
- относительное время действия кратковременных пропаданий уровня сигнала;
- относительное время действия импульсных помех;
- коэффициент ошибки.

Методика определения требований к каналу связи

Численную оценку качества связи по каналу можно рассматривать как функционал от разности сигналов на входе и выходе канала

$$E = F[C(t) - \tilde{C}(t)]$$

Напомним, что функционал - это правило, ставящее в соответствие каждой функции **f(x)** из некоторой совокупности функций некоторое число **E=F[f(x)]**.

При передаче дискретных сигналов критерием качества может служить вероятность неправильной регистрации переданного символа, т.е. вероятность ошибки.

Таким образом, $E = p_{\text{ош}}$, где $p_{\text{ош}} = 1 - p_{\text{пр.рег.}}$.

При передаче аналоговых сигналов применяют критерий среднеквадратического отклонения,

$$E^2 = \frac{1}{T} \int_0^T [C(t) - \tilde{C}(t)]^2 dt$$

где T - длительность сигнала.

Применение контроля качества каналов по обобщенным параметрам в условиях образования транзитных соединений нескольких каналов, оборудованных различными многоканальными средствами, затруднительно по следующим причинам:

Во-первых, для ряда таких параметров неизвестны законы их суммирования на линиях, зависимости численных значений этих параметров от протяженности участков линии и количества транзитных пунктов.

Во-вторых, на УС неизвестно, для какого вида связи предназначен тот или иной канал, а обобщенные параметры не позволяют оценивать качество канала для одного или нескольких родственных видов связи.

В-третьих, обобщенные параметры не облегчают диагностику отказов, т.е. не позволяют определить, какие узлы КОА в первую очередь нуждаются в проверке и регулировке, что весьма важно при эксплуатационном обслуживании многоканальных средств на сетях связи.

В процессе многих исследований задача выбора параметров оценки канала связи решалась различными методами, однако выводы во всех случаях получались по существу одинаковыми. Сущность их заключается в следующем:

1. При ограничении числа контролируемых параметров уменьшается **глубина контроля**, которая трактуется как вероятность того, что канал будет в норме, если отвечает нормам данное число параметров.

2. Исследованиями установлено, что обязательному контролю подлежат такие параметры, как ОЗ, ЧХОЗ, ГВП, мощность (напряжение) шума на выходе канала, а на однокабельных однополосных и защищенность между направлениями передачи и приема канала. Глубина контроля при этом будет около **0,95**.

3. При отказе от проверки ГВП глубина контроля уменьшается до **0,8**.

4. В условиях жесткого лимита времени на измерения, а также в интересах систем автоматизированного контроля допустимо ограничиваться контролем ОЗ и мощности (напряжения) шума. Глубина контроля, равная примерно **0,45**, позволит судить о работоспособности канала, однако без уверенности в его пригодности для всех видов связи.

Вывод:

Качество связи определяется качеством канала. Для того, чтобы обеспечить должное качество канала, необходимо оценить его, используя частные параметры.

Для использования частных параметров при измерении каналов, образованных системами передачи с ЧРК, необходимо определить к ним нормы.



2. Нормирование параметров в зависимости от протяженности и структура каналов.

Нормирование – это определение допустимых отклонений характеристики от ее идеального значения. Нормирование параметров каналов и групповых трактов основывается на следующих исходных предпосылках.

Во-первых, численные значения параметров составных каналов первичной сети связи должны удовлетворять требованиям всех видов оконечной аппаратуры. Это условие определяет универсальность каналов с точки зрения потребителя.

Во-вторых, значения на параметры каналов ТЧ должны устанавливаться в соответствии с рангом первичной сети связи, ее протяженностью, структурой и с учетом совместной работы со старшими и подчиненными сетями.

В-третьих, нормы на параметры каналов должны устанавливаться с учетом рекомендаций МККТТ.

В-четвертых, должно обеспечиваться единство норм на параметры каналов, образованные различными средствами связи.

Нормирование параметров каналов и трактов МКСП в настоящее время определяется ГОСТ **21655-87**, «КАНАЛЫ И ТРАКТЫ МАГИСТРАЛЬНОЙ ПЕРВИЧНОЙ СЕТИ ЕДИНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ».

Наименование режима	Относительные уровни				Остаточное затухание	
	передача		прием			
	дБ	Нп	дБ	Нп	дБ	Нп
4 ПР.ОК	-13	-1,5	4	0,5	-17	-2
4 ПР.ТР	4	0,5	4	0,5	0	0
2 ПР.ОК	0	0	-7	-0,8	7	0,8
2 ПР.ТР	-3,5	-0,4	-3,5	-0,4	0	0

Кроме того действует ПРИКАЗ МИНСВЯЗИ РФ ОТ **15.04.96 N 43** «ОБ УТВЕРЖДЕНИИ НОРМ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КАНАЛОВ ТОНАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ МАГИСТРАЛЬНОЙ И ВНУТРИЗОНОВЫХ ПЕРВИЧНЫХ СЕТЕЙ», дополняющий основные положения ГОСТ **21655-87**.

МККТТ рекомендует отдельные номинальные цепи для различных по канальности и типу линейного тракта СП с ЧРК.

В документах МККТТ НЦ именуется гипотетическими. Все гипотетические цепи МККТТ имеют протяженность **2500 км**, которые делится на три равных переприемных участка по ТЧ. Каждый из этих участков разделяется на два участка с переприемом по ВЧ.

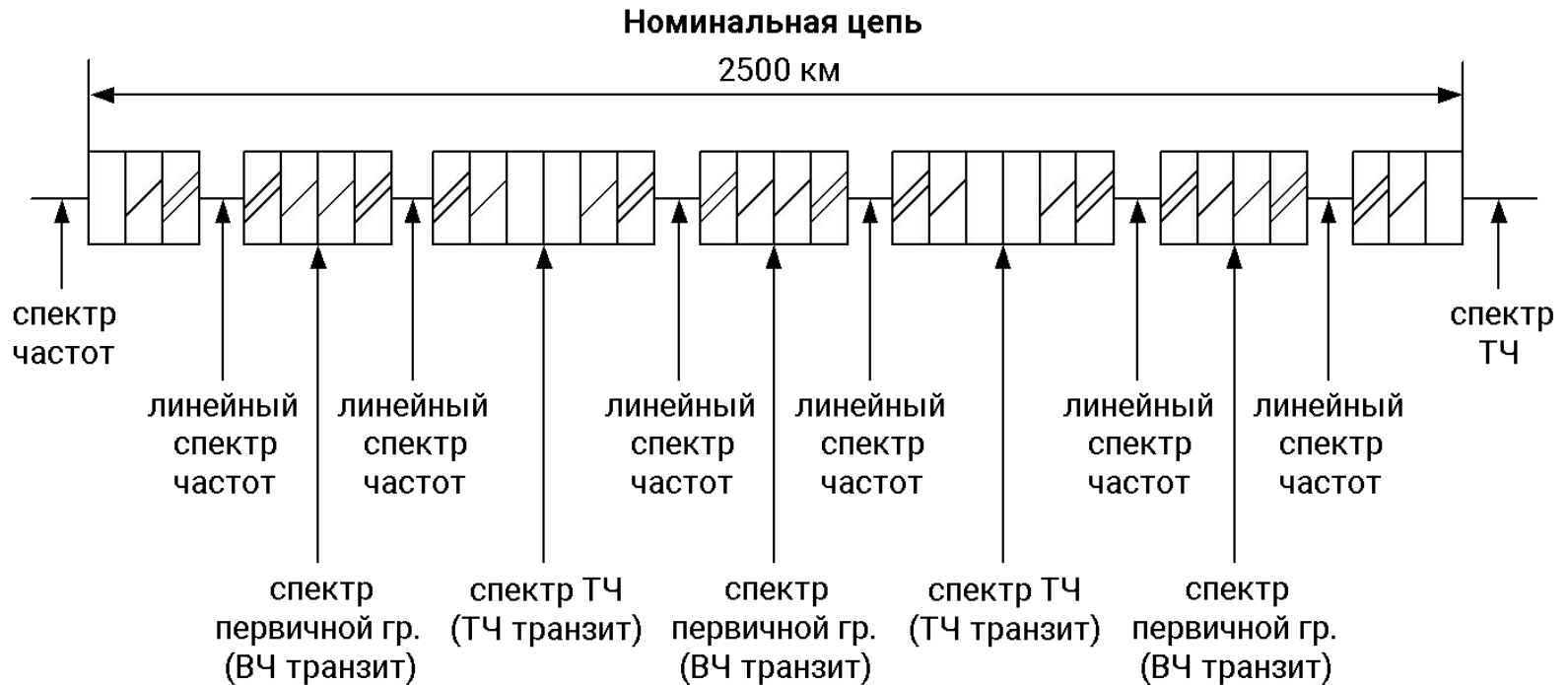
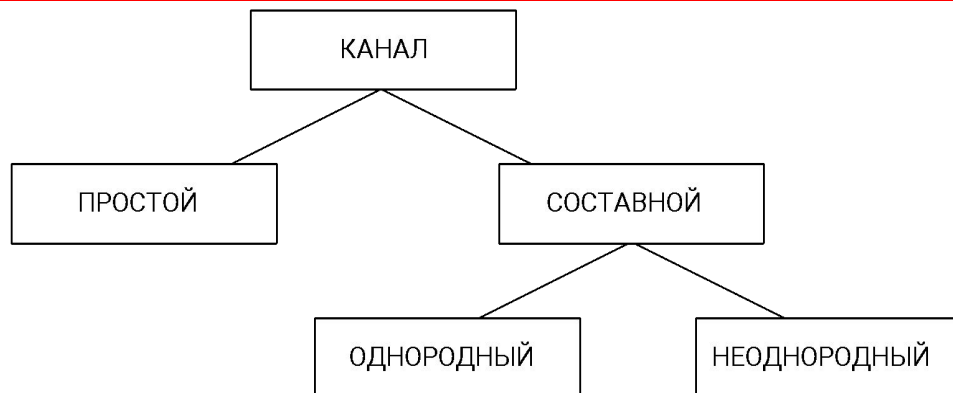


Рис. 2.1

В соответствии со структурой канала выделяют нормы на параметры простого и составного каналов. Под структурой канала образованного системами передачи с ЧРК, следует понимать количество и размещение транзитных (переприемных пунктов) по ТЧ и групповым спектрам.



Простой канал - это канал, имеющий каналообразующее (преобразовательное) оборудование только на его входе и выходе. Это означает, что в простом канале нет никаких транзитов, и он совпадает с однородным участком линейного тракта.

Составной канал - это канал, образованный путем транзитного соединения нескольких простых каналов. Составные каналы могут быть однородными и неоднородными.

Однородным считается канал, образованный в линиях одного и того же рода с одинаковым типом каналообразующей аппаратуры.

Составные каналы, не отвечающие этому условию, относятся к **неоднородным**.

Нормы на параметры простого канала должны устанавливаться в расчете на необходимость обеспечения требуемого качества при предусмотренной максимальной протяженности.

Нормы на отдельные параметры составного канала задаются непосредственно, а на некоторые указывается, как по известной дальности, числу и виду транзитов определить допустимую норму на параметры составного канала.

Для определения допустимых отклонений параметров от номинальных значений учитывается также то, что почти все параметры изменяются во времени.



3. Установочные и эксплуатационные нормы.

При определении допустимых отклонений от номинальных значений учитывалось, что почти все параметры изменяются во времени.

В связи с этим различаются три типа норм:

1. Установочные нормы – включают в себя значения электрических величин, которые должны быть установлены в процессе изменений и регулировок.

2. Настрочные нормы – применяются в стационарных системах передачи в качестве основания для принятия канала или тракта связи в эксплуатацию.

3. Эксплуатационные нормы – периодически производятся контрольные измерения определенных параметров, выполняемые без прекращения действия связи, а в необходимых случаях и с закрытием связи.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

№№ пп	Проверяемая характеристика	по ТУ	Фактически	
1	2	3	4	
1.	Уровни несущих частот по напряжению на выходе генераторного оборудования	12 кГц	$+0,2 \pm 0,05$ Нп	0,2
		16 кГц	$+0,2 \pm 0,05$ Нп	0,2
		20 кГц	$+0,2 \pm 0,05$ Нп	0,2
		84 кГц	$+ 0,8 \pm 0,05$ Нп	0,8
		96 кГц	$+ 0,8 \pm 0,05$ Нп	0,8
		108 кГц	$+0,8 \pm 0,05$ Нп	0,8
		120 кГц	$+0,8 \pm 0,05$ Нп	0,8
		120 кГц в гнезде "120-1"	$+1,4 \pm 0,05$ Нп	1,4
2.	Уровни контрольных частот по напряжению на выходе генераторного оборудования	16 кГц	$0,0 \pm 0,05$ Нп	0,0
		64 кГц	$0,0 \pm 0,05$ Нп	0,0
		84,14 кГц	$0,0 \pm 0,02$ Нп	0,0

Линии и системы передачи разрабатываются под, так называемые, установочные нормы. Они включают значения величин, которые должны быть установлены в процессе измерения и регулировок. Эти значения должны быть получены в период настройки системы передачи и регулировки трактов и каналов связи. Эти нормы указываются в паспортах и технических условиях на аппаратуру и являются основанием для приемки настроенной системы в эксплуатацию.

**23. ДАННЫЕ КОНТРОЛЬНЫХ
ПРИЕМОДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ИЗДЕЛИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПОСТАВЩИКА**

№ п/п.	Проверяемая характеристика	Величина по ТУ	Результаты испытаний	Тип прибора
1	Искажения передаваемых сигналов, вносимых передатчиком аппарата от посылок нормальной длительности: при автоматической работе и в режиме непрерывной передачи одной комбинации, % при передаче с клавиатуры, %	≤ 7 ≤ 8	<i>7</i> <i>8</i>	ИКИ-СГ
2	Время срабатывания автостопа при отсутствии работы передатчика и приемника при скорости телеграфирования 50 Бод, с	60 ± 2	<i>60</i>	
3	Количество шагов, через которое счетчик знаков сигнализирует о продвижении унифицированной ленты	54—59	<i>59</i>	
4	Исправляющая способность, %	≥ 35	<i>35</i>	ЭДИТ-1
5	Потребляемая мощность (без лампы подсветки), ВА	90	<i><90</i>	
6	Усилие нажатия на клавиши, г	110—160	<i>110-160</i>	
7	Разброс знаков вдоль и поперек строки, мм	0,2	<i><0,2</i>	
8	Допустимое усилие торможения перфоленты, г	70	<i>>70</i>	
9	Сопrotивление изоляции электрических цепей аппарата, МОм при относительной влажности до 70% при относительной влажности 71—80% при относительной влажности 81—90%	50 10 5	<i>750</i> <i>32</i> <i>0,1к</i>	Е-6-3

В процессе эксплуатации из-за старения аппаратуры качество каналов ухудшается.

Поэтому периодически проводятся контрольные измерения параметров.

Результаты измерений сопоставляются с нормами третьего типа, еще менее жесткими, которые условно называются эксплуатационными нормами, выполнение которых гарантирует устойчивую работу всех видов связи.

15. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ДАННЫХ

ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ХРАНЕНИИ.

№ п/п		Проверяемая характеристика		Дата проведения измерения							
		Наименование и единица измерения		Величина		19 г.	19 г.	19 г.	19 г.	19 г.	19 г.
				номи- нал	до - пуск	дейст- витель- ная вели- чина	дейст- витель- ная вели- чина	дейст- витель- ная вели- чина	дейст- витель- ная вели- чина	дейст- витель- ная вели- чина	дейст- витель- ная вели- чина
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Уровни контрольных частот по напряжению на выходе генераторного оборудования, Нп	16кГц	0,0	$\pm 0,05$							
		64кГц	0,0	$\pm 0,05$							
		84,14 кГц	0,0	$\pm 0,02$							
2	Уровни несущих частот по напряжению на выходе генераторного оборудования, Нп	12кГц	+ 0,2	$\pm 0,05$							
		16кГц									
		20кГц									
		84кГц	+ 0,8								
		96кГц									
		108кГц									
		120кГц									
120° - 1 кГц	+ 1,4										
45	Должность, подпись лица, производившего замер										

В полевых СП применяют только два вида норм: установочные и эксплуатационные. Исключение настроечных норм объясняется малым временем, отводимым на развертывание полевых линий. Установочные нормы изложены в тех.описаниях и инструкциях по эксплуатации полевой аппаратуры.