

**Южно-Уральский Государственный Университет  
Факультет Военного Обучения  
Военная Кафедра Связи**

**Цикл военно-специальной и военно-технической подготовки**

**Тема № 1 «Основы радиорелейной и тропосферной связи»**

**Занятие № 7 «Электрические характеристики каналов ТЧ»  
(лекция).**

**Вопросы занятия:**

1. Электрические характеристики каналов ТЧ радиорелейных и тропосферных линий связи.
2. Ознакомление с перспективными средствами радиорелейной и тропосферной связи и направлениями её развития.

Челябинск, 2012г.

**I. Вводная часть - 15 мин.**

- провести контрольный опрос 4-х студентов в устной форме;
- провести инструктаж по технике безопасности;
- объявить тему и цель занятия.

***Контрольные вопросы:***

- Особенности структуры подвижных ТРС;
- Принципы построения трактов ТРС с ЧРК-ЧМ.

## II. Основная часть - 70 мин.

### 1. Электрические характеристики каналов ТЧ радиорелейных и тропосферных линий связи. - 55 мин.

**Каналом связи** называют совокупность технических средств и среду, предназначенную для передачи сигналов. При настройке и эксплуатации каналов их качество оценивается электрическими характеристиками, на которые установлены нормы.

**Каналом тональной частоты** называют канал с полосой частот от 0,3 - 3, 4 кГц, образованной системами уплотнения проведенных линий, радиорелейных, тропосферных и спутниковыми линиями связи.

#### **Основные требования к каналу ТЧ:**

- полоса эффективно передаваемых частот ЭППЧ при максимальной дальности связи должна быть 0,3 - 3,4 кГц;
- вход и выход канала должны быть трансформированными с номинальными сопротивлениями 600 Ом. Каналы ТЧ могут быть простыми и составными.

**Простой канал ТЧ** - это такой канал, который на всей протяженности не имеет транзитов по ТЧ.

**Составной канал ТЧ** - это канал, имеющий транзиты по ТЧ, т.е. состоящий из нескольких каскадов соединенных простых каналов ТЧ.

Транзитом называется взаимное соединение простых каналов. Различают транзиты отдельных каналов ТЧ, транзиты по НЧ и транзиты по групповым трактам - транзиты по ВЧ. В зависимости от схемы окончания канала ТЧ может быть в одном из четырех режимов:

- 4 пр. ОК; - 4 пр. ТР; - 2 пр. ОК; - 2 пр. ТР.

#### Электрические характеристики канала ТЧ.

Каналы связи многоканальных систем передачи являются универсальными, пригодными для передачи, различают информации, как в аналоговой, так и в дискретной форме с использованием дополнительной аппаратуры преобразования. Для оценки пригодности каналов, передачи всех видов информации, качества каналов определяется совокупностью частных электрических параметров, основными из них являются:

- остаточное затухание;
- частотная характеристика остаточного затухания;
- фазовая характеристика канала или частотная характеристика группового времени прохождения;
- амплитудная характеристика;
- величина взвешенной (псофометрической) и невзвешенной мощности (напряжения) шума на выходе канала или шумовая защищенность;

- изменение частоты сигнала передаваемого по каналу;
- защищенность от внешних переходных помех;
- защищенность от внятных переходных помех между разными направлениями передачи каналов.

а) Остаточным затуханием канала ТЧ называется его рабочее затухание, измеренные на частоте 800 Гц при номинальных нагрузках 600 Ом. На практике используется определение.

Остаточным затуханием канала называется, разность, между уровнями сигнала частотой 800 Гц на входе и выходе канала.

$$A_r = P_{вх} - P_{вых}$$

Номинальное значение уровней и остаточного затухания нормируется для различных режимов канала ТЧ на частоте 800 Гц.  
таблица 7.1

Режим канала ТЧ	Уровень на входе канал $R_{вх}$ , Дб/Нп	Уровень на выходе канала $R_{вых}$ , Дб/Нп	Остаточные затухания $A_r$ , Дб/Нп
2-проводный оконечный	0/0	-7,0/-0,8	-7,0/-0,8
2-проводный транзит	-3,5/-0,4	-3,5/-0,4	0/0
4-проводный оконечный	-L3/-1.5	+4,0/+0,5	-17,0/-2,0
4-проводный транзит	+4,0/+0,5	+4,0/+0,5	0/0

Погрешность установки остаточного затухания должна быть не более 0,5 Дб (0,05 Нп).

**б) Частотная характеристика остаточного затухания** называется зависимость его от частоты  $A_r = \Delta a_r(f)$ , при постоянном входном уровне. Это параметр определяет амплитудно-частотные искажения сигнала, передаваемого по каналу. Амплитудно-частотные искажения в канале определенно сказываются на качестве передачи сигналов любого вида связи, но особенно существенно влияют на передачу дискретной информации. Частотная характеристика нормируется в пределах эффективно передаваемой полосы частот (ЭППЧ).

**ЭППЧ** - это такая полоса, на границе которой остаточные затухания превышают свое нормированное значение на частотах 800 Гц, не более чем, на 8,7 дБ (1Нп) при максимальной дальности связи. Нормы на частотную характеристику канала задаются в виде зависимости: т.е. Отклонения между остаточным затуханием на данной частоте и остаточным затуханием на частоте 800 Гц. Для удобства использования на узлах связи по таблицам строятся графики шаблоны для различной структуры канала. График-шаблон нормированной частотной характеристики основного затухания канала ТЧ приведен на рис.7.1:

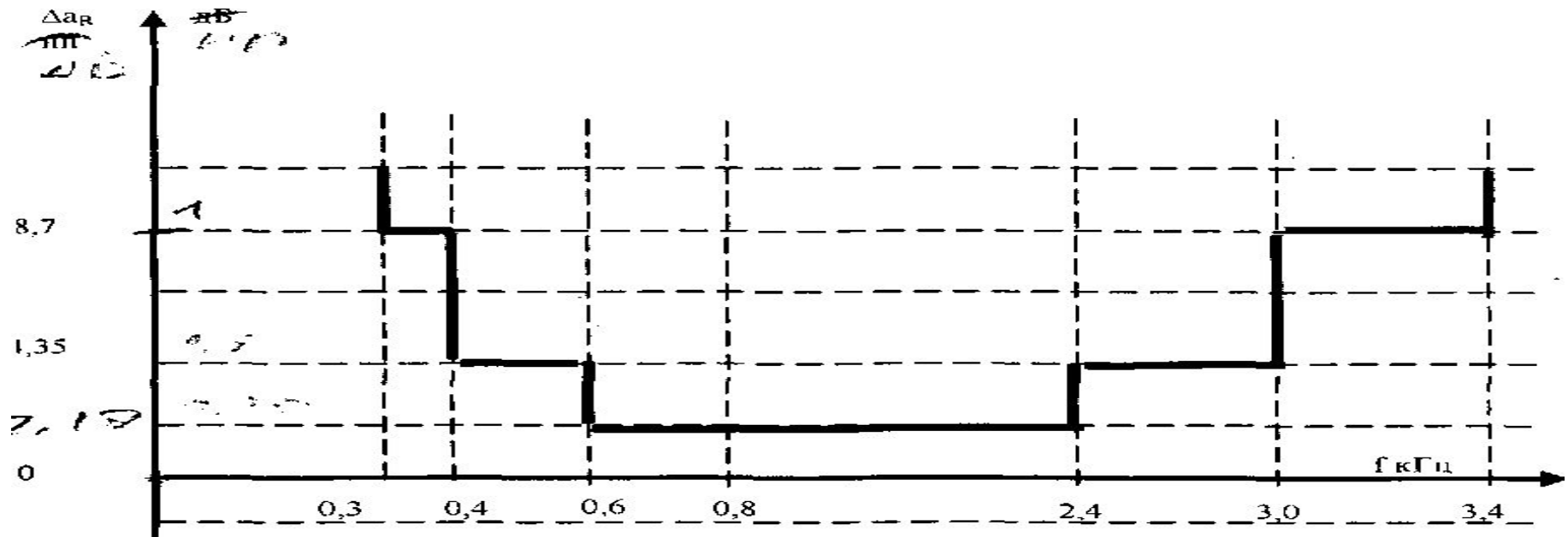


рис 7.1

В полосе частот от 0,6 - 2,4 кГц  $A_{\Gamma}$  должна быть не более 0,25. Вид частотной характеристики определяется качеством фильтров в канале.

в) Амплитудной характеристикой называется зависимость остаточного затухания от уровня на входе канала при подаче сигнала частотой 800 Гц, т.е. во избежание перегрузки канала ТЧ и групповых устройств в современной аппаратуре многоканальных систем передачи с ЧМ-ЧРК амплитудная характеристика канала ТЧ в 2-пр ОК режиме.



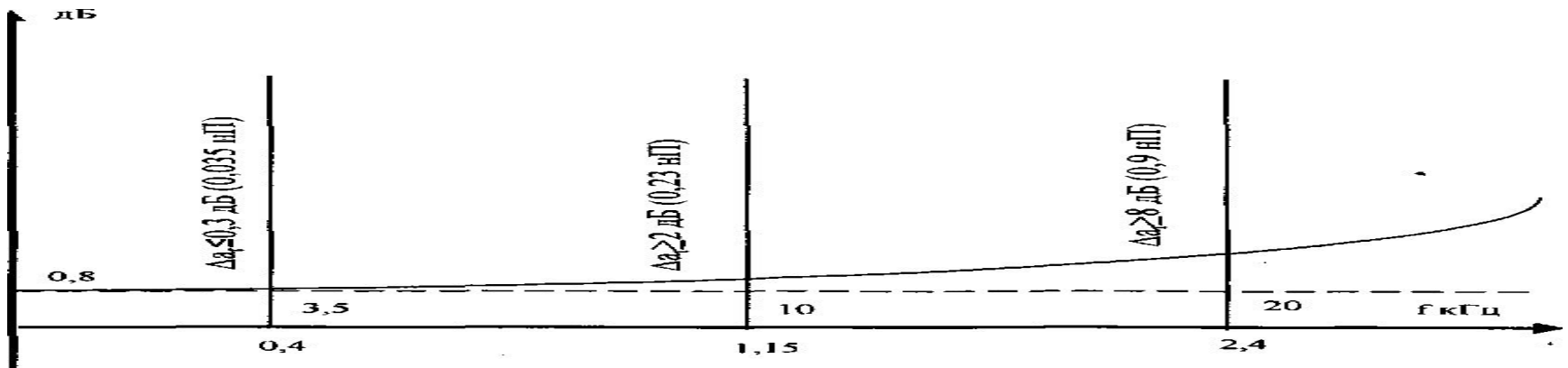


рис. 7.2

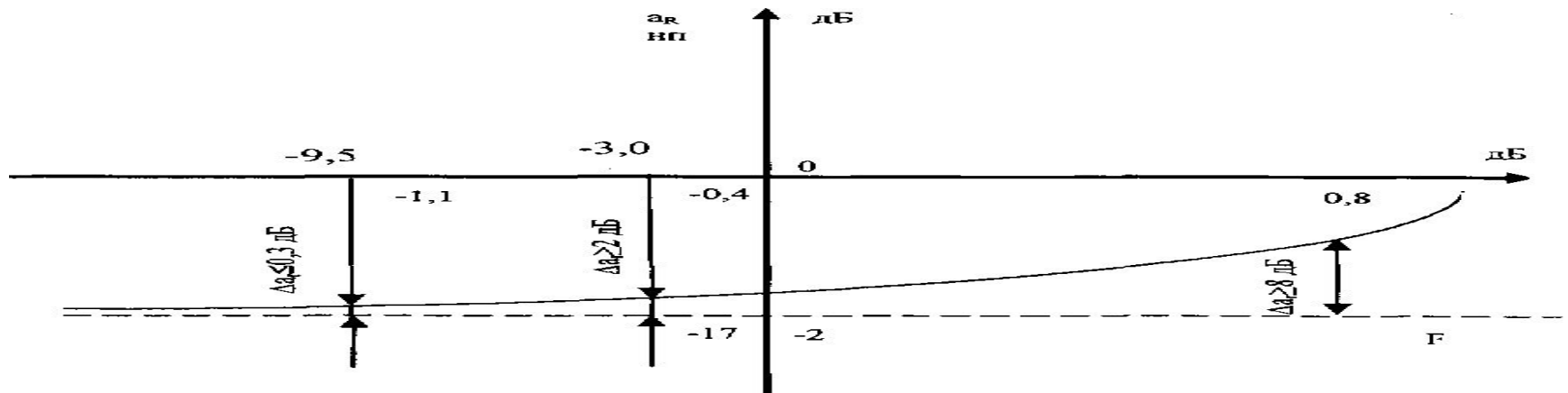



рис. 7.3

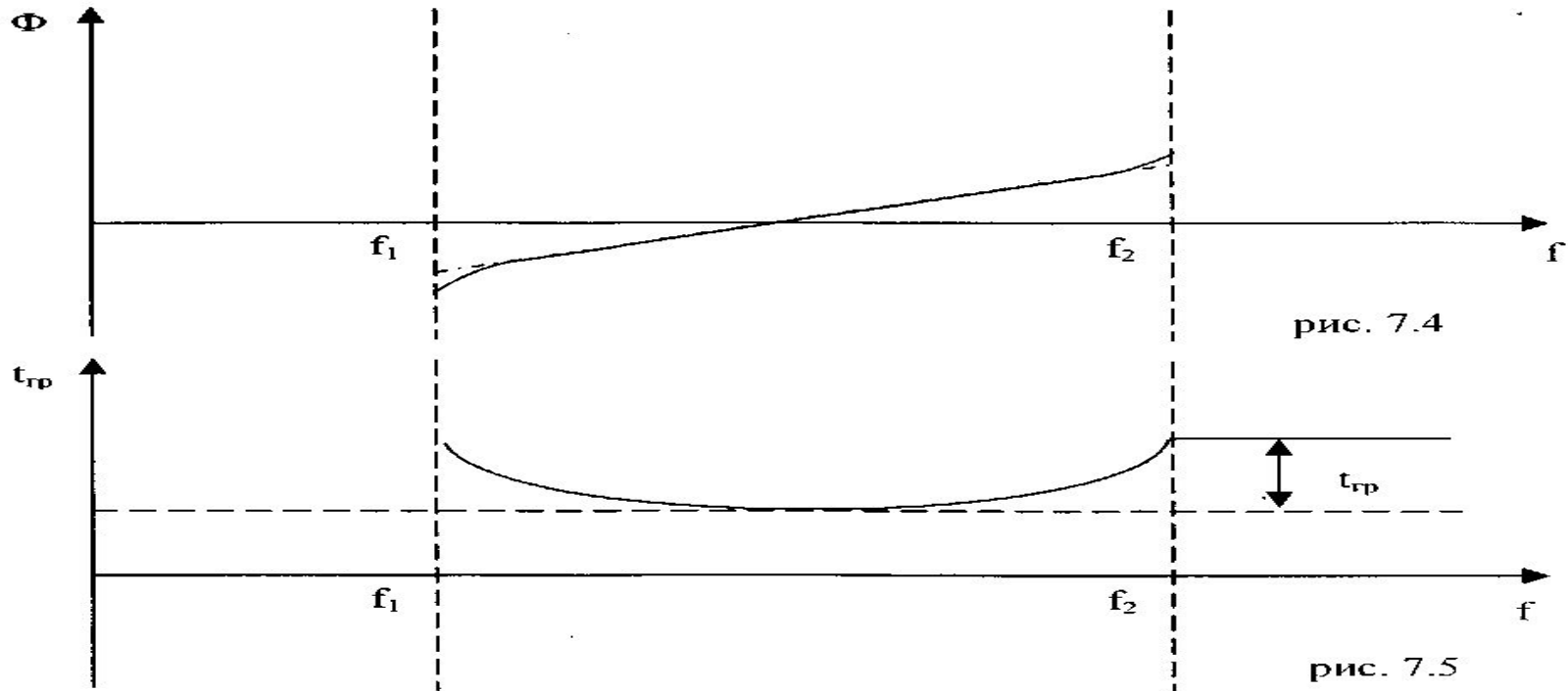


Амплитудная характеристика канала ТЧ в 4-пр режиме частотным разрешением каналов на входе каждого канала ТЧ включается ограничитель амплитуд. Первая точка всех графиков  $A_x$  рис.7.2; 7.3 оценивает линейность канала, а последние две точки графиков характеризуют качество работы ограничителя амплитуд.

Нелинейные искажения в канале ТЧ незначительно влияют на передачу речи, но заметно сказываются на качестве работы аппаратуры тонального телеграфирования.

г) Фазовой характеристикой канала называется зависимость фазы синусоидального колебания от частоты.

Примерный вид фазовой характеристики приведен на рис.7,4; 7,5. Канал считается идеальным если в пределах ЭППЧ фаза является линейной функцией частоты.



Практически пользуются понятием группового времени прохождения  $t_{gp}$  сигнала, которое определяется как производное фазы по частоте.

Отклонение группового времени от среднего значения  $t_{гр}$  не оказывает существенного влияния на качество телефонной связи, однако сильно влияет на качество передачи по каналу дискретных сигналов. Максимальная величина среднего значения группового времени прохождения сигнала должна быть не более 100 мс для проводных и радиорелейных систем передачи.

д) Под шумовой защищенностью канала ТЧ понимается величина оценивающая защищенность сигнала от шума.

$$a_{ш} = P_{с\ вых} - P_{ш\ вых}$$

При телефонной передаче мешающее действие отдельных частотных составляющих шума неодинаково, поэтому оценка шума производится взвешенными единицами измерения, которые получили названия псофометрических. Псофометрическим, или взвешенным, напряжением (мощностью) шума называется такое действующее значение напряжения (мощности) чистого тона с частотой 800 Гц, имеющее воздействие которого на телефонную передачу такое же, как и шума во всей полосе канала. Эти единицы псофометрические, т.е. измеренные псофометром (прибор с псофометрическим фильтром, представляющий систему ухо-телефон). Как правило, шумы измеряются в точке относительного уровня сигнала в канале, как правило, на выходе канала с уровнем +4 дБ (+0,5 Нп). Для оценки влияния шума на качество передачи других видов информации необходимо знать среднее значения невзвешенных уровней, напряжения или мощности. Такие единицы называются интегральными взвешенный и невзвешенный шумы в канале ТЧ взаимосвязаны через коэффициент  $K=0,75$ .

**Канал считается удовлетворительного качества, если:**

Аш = 32 дБ (3,67 Нп) - психофотметрические ед.

29,5 дБ (3,4 Нп) - интегральные ед.

**хорошего качества:**

Аш = 38 дБ (4,4 Нп) - психофотметрические ед.

35,5 дБ (4,1 Нп) - интегральные ед.

**с) Измерение частоты сигнала, передаваемого по каналу.**

Из принципов построения многоканальных систем передачи следует, что сигнал каждого канала мгновенно преобразуется под воздействием частот, вырабатываемым генераторным оборудованием. Генераторное оборудование обладает нестабильностью, что приводит к расхождению несущих частот, что приводит к изменению частоты сигнала, передаваемого по каналу. В настоящее время на стационарных и мобильных сетях связи допускаемые изменения частоты при максимальной дальности связи должны быть не более  $\pm 2$  Гц.

**ж) Защищенность от внятных переходных помех между каналами.**

Внятной называется помеха, частота которой в подверженном влиянию канале равна частоте сигнала. Эти помехи появляются за счет нелинейных взаимодействий сигналов в групповых трактах. При телефонной передаче они появляются в виде прослушивания посторонних разговоров.

**Защищенностью от влияния помехи** называется разность между уровнями сигнала и внятной помехи на выходе канала.

Защищенность от внятных переходных помех между одноименными каналами кабельных линий протяженностью  $L_0$  - 2500 км. Должна быть не менее 2дБ (6,0 Нп).

**з) Защищенностью между направлениями передачи и приема в канале ТЧ** называется разность уровней сигнала и внятной помехи на выходе канала, обусловленной сигналом, передаваемым в обратном направлении этого же канала.

Основные причины - мощные переходы в аппаратуре, а для однокабельных систем - переходное влияние на ближнем конце кабельных усилительных установок.

Защищенность между направлениями передачи и приема 2 х - кабельных полевых систем протяженностью  $L_0$  - 2500 км должна быть не менее 52 дБ (6,0 Нп).

## 2. Ознакомление с перспективными средствами радиорелейной и тропосферной связи и направлениями её развития - 15 мин.

Наименование	Р-423-2А TRC	Р-423-1 TRC	Р-419А PPC	Р-425-1(2) PPC	"Гваюла-3" PPC
Диапазон, ГГц	4,435-4,555 4,63-4,75	4,435-4,555 4,63-1,75	0,16-0,645	0,225-2,0	36—37,5
Скорость передачи, кБит/с, кан. ТЧ	2,4;4,8;9,6;48 240;480 2x240	48; 480 2x480; 2048	6 тч x 2	1,2; 2,4; 4,8; 9,6; 48; 480	480; 2048
	9 тч	18 тч		9 тч x 2	
Протяж. интервала, км	90-150	90-180	30-50	30-50	20
	500	2000	300	500/450	20
Коэфф. усиления ант.	38	39	7,5-14,5	направл. 9-20	35
				ненаправл. 1,3	
Рпер, кВт	4x0,1	2x 1,5	0,006-0,01	0,014	70 мВт
Рпотр. кВт	8	30	4	2	0,5
Ист. питания	ЭД-2-8-Т400- ВПС	ЭД-2-30- Т400-1РА	АБ-4- Т/400 МІ		Диет, по кабелю П- 296 (500±Ю0 через НУП)
Коэфф. шума пр-ка дБ	7	4,5	9-10	<5	13
Время развертывания	0,5	0,5	0,7	0,5	0,7
Экипаж	3	7	4	4	5
Транспортная база	Урал 375 Камаз 4310	Зил 131 Урал 375=2 (Камаз=2)	Зил 131	Зил 131	Камаз 4310
Время наработки на отказ	1000	1000	2000	3000	5000

## **ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ – 5 мин.**

- подвести итог занятия;
- дать задание на самоподготовку:

### **ИЗУЧИТЬ:**

- электрические характеристики каналов ТЧ;
- ознакомиться с новыми образцами РР и ТР техники связи.





Занятие  
закончено