

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»**

---

**Кафедра специальных средств связи**

Утверждаю  
Заведующий кафедрой ССС  
В.В. Котов

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**для проведения занятий**

**по дисциплине**

**«Системы многоканальной связи спец.назначения»**

**Тема № 2:**

**«Базовые образцы аналоговых систем передачи. Принципы построения  
цифровых систем передачи специального назначения»**

**Занятие 1**

**«Измерение параметров каналов тональной частоты с использованием  
приборов П-321 (П-321М), СОВА, ТЧ-ПРО»**

Методическая разработка обсуждена  
на заседании кафедры ССС

Протокол № \_\_\_\_\_

от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**Санкт-Петербург  
2018**

## **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

**ВЛАДЕТЬ:** методикой оценки качества каналов и трактов систем связи с ЧРК и ВРК;

методикой практического проведения измерения основных параметров каналов ТЧ и оценки результатов измерений.

## **ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ЦЕЛИ**

Формировать профессиональные качества по работе на современных образцах техники специальной связи.

Прививать студентам навыки, необходимые им при работе в коллективе.

Развивать у студентов творческие способности, воспитывать чувство бережного отношения к технике связи.

## **УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ ЗАНЯТИЯ**

1. Измерение и регулировка остаточного затухания каналов ТЧ.
2. Измерение частотной характеристики остаточного затухания канала ТЧ и оценка результатов измерения.
3. Измерение амплитудной характеристики канала ТЧ и оценка результатов измерения.
4. Измерение напряжения или уровня шума в канале ТЧ и оценка результатов измерения.
5. Измерение защищенности между направлениями передачи и приема в канале ТЧ. Оценка результатов измерения.

**ВРЕМЯ** 8 часа.

**МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ** учебная аудитория 503, 504.

**ВИД ЗАНЯТИЯ** лабораторная работа.

## **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

1. Аппаратура комплекса П-330-6 .
2. Магазины затуханий МЗ-600, МЗ-135.
3. Комплект измерительных приборов П-321, П-322, П-326, П-323-ИЩ, комплекс СИУ-300 и ГС-300.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Учебное пособие «Средства и комплексы связи военного назначения телеграфные аппараты». Д. Самаркин. – СПб. 2016.

## **I. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ**

При подготовке к лабораторной работе преподаватель обязан изучить учебные вопросы, структуру и содержание лабораторной работы, ознакомиться с литературой и методическими рекомендациями, уточнить количество и готовность рабочих мест к проведению лабораторных испытаний обучаемыми. По завершении личной теоретической подготовки необходимо составить план проведения

лабораторной работы с указанием времени, отводимого на отработку учебных вопросов (проводимых исследований).

Накануне лабораторной работы необходимо провести консультацию с обучаемыми на рабочих местах, выдать задание на подготовку и выполнение лабораторной работы, дать указания на получение необходимой литературы, учебно-методических материалов и рекомендовать материал для повторения.

Во вступительной части занятия преподаватель проверяет наличие студентов, объявляет тему, учебные цели и вопросы занятия, последовательность их отработки, ориентировочное время выполнения задания.

После этого преподаватель проверяет подготовленность учебной группы к занятию методом выборочного опроса.

В ходе занятия преподаватель руководит и контролирует работу студентов, консультирует их по возникающим частным вопросам непосредственно на рабочих местах, при необходимости разъясняет всей группе отдельные положения, вызывающие затруднения у большинства обучаемых.

Контроль качества выполнения обучаемыми задания рекомендуется осуществлять в процессе индивидуальных консультаций и оказания помощи, а также в конце занятия по мере готовности студентов, при приеме их доклада о проделанной работе и проверке выполнения задания.

Отработка учебных вопросов студентами производится на рабочих учебных точках на основании задания к лабораторной работе.

Преподаватель ставит задачу по отработке учебных вопросов на указанных рабочих точках в полном объеме согласно заданию. Преподаватель в индивидуальном порядке контролирует работу студентов, задавая контрольные вопросы по порядку отработки вопросов задания.

Отвечает на возникающие вопросы в ходе работы студентов, задает наводящие вопросы, заставляющие студентов обратить внимание на те или иные упущения, недостатки, ошибки и т.д. На основании проведенного опроса и контроля работы студентов преподаватель предварительно их оценивает.

По завершении выполнения лабораторной работы студентами преподаватель проверяет результаты исследований и при их соответствии теоретическим положениям дает разрешение на оформление отчета по лабораторной работе.

В заключительной части преподаватель подводит итоги занятия, ставит задачи и сроки оформления и защиты лабораторной работы.

#### При проведении заключительной части:

- подвести общий итог занятия, дать оценку работы на занятии;
- отдельным обучающимся и потока в целом;
- доложить о достижении поставленных учебных и воспитательных целей;
- отметить уровень дисциплины;
- ответить на вопросы обучающихся;
- сделать запись в журнале учебной группы;
- дать команду дежурному об окончании занятия.

## II. УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

### 1. Измерение и регулировка остаточного затухания канала ТЧ

**Остаточным затуханием** канала ТЧ ( $a_r$ ) называется разность между уровнями сигнала измерительного генератора  $p_0$  на частоте 800 Гц (1020 Гц) на входе  $p_{вхТЧ}$  и выходе  $p_{выхТЧ}$  канала ТЧ нагруженного на сопротивление  $R_H = 600$  Ом при согласованных включениях генератора и измерителя уровня (1):

$$a_r, \text{дБ (Hn)} = p_0 - p_{выхТЧ},$$

$$a_r, \text{дБ (Hn)} = p_{вхТЧ} - p_{выхТЧ} \quad (1).$$

Разность  $p_{вых}$  и  $p_{вх}$  при аналогичных условиях измерения даст значение *остаточного усиления*, выражение 2.

$$S_r = p_{выхТЧ} - p_{вхТЧ} \quad (2)$$

Остаточное затухание и особенно его стабильность во времени является одним из основных параметров, обеспечивающих качество передачи любых сигналов электросвязи.

Номинальное значение  $a_r$  нормируется для различных режимов работы канала ТЧ на частоте 800 Гц (1020 Гц) одинаковой величины для простых и составных каналов ТЧ (таблица 1).

Режимы канала ТЧ и их параметры

Таблица. 1

| Режим канала | Уровень на входе канала $p_{вх}$ , дБ / Нп | Уровень на выходе канала $p_{вых}$ , дБ / Нп | Остаточное затухание $a_r$ , дБ / Нп |
|--------------|--|--|--------------------------------------|
| 4ПР ОК       | -13,0 / -1,5                               | +4,0 / +0,5                                  | -17,0 / -2,0                         |
| 4ПР ТР       | +4,0 / +0,5                                | +4,0 / +0,5                                  | 0 / 0                                |
| 2ПР ОК       | 0 / 0                                      | -7,0 / -0,8                                  | 7,0 / 0,8                            |
| 2ПР ТР       | -3,5 / -0,4                                | -3,5 / -0,4                                  | 0 / 0                                |

Измерение остаточного затухания производится с помощью встроенных приборов многоканальных систем передачи или измерительных комплектов П-321, П-322, П-326, комплексом СИУ-300 и ГС-300.

Схема измерения  $a_r$  в режиме 4 ПР ОК представлена на рисунке 1.

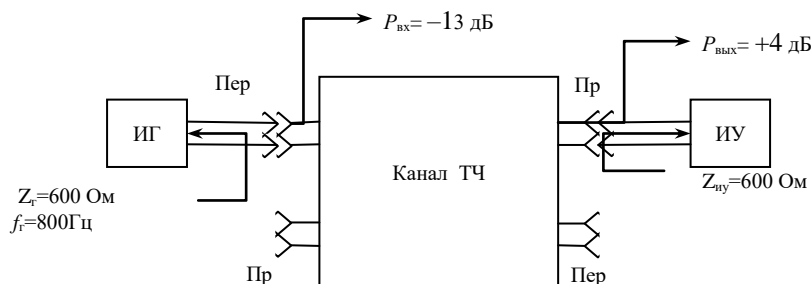


Рисунок 1

Для измерения встроенными приборами необходимо:

1. Установить служебную связь со станцией Б (А) по КСС или одному из каналов ТЧ.
2. Соединить гнезда Вых измерительного генератора блока ПВУ ( $R=600$  Ом,  $p_0 = -1,5$  Нп,  $f=800$  Гц) с гнездами ВХ указателя уровня этого блока, установить переключатели СОПР.ВХ – в положение 600; НП – в положение «+1»; при необходимости потенциометром РУ отрегулировать уровень сигнала генератора равным минус 1,5 Нп (-13 дБ); убрать соединительный шнур.
3. Соединить 4-проводным шнуром гнезда КАН.ПР – ПЕР.ПВУ с гнездами КАН.ПР-ПЕР. ЩКНЧ измеряемого канала (колодки шнура должны быть установлены цветной меткой вправо).
4. Установить ключ ИЗМ.СЛ-ИЗМ.КАН. в положение ИЗМ.КАН. (при этом переговорные устройства отключаются от канала ТЧ, на вход канала подключается измерительный генератор, а к выходу канала – измеритель уровня).
5. Произвести отсчет уровня приема сигнала по шкале измерителя уровня и, если необходимо, установить с помощью регулятора РУ тракта приема измеряемого канала уровень  $p_{выхКТЧ} = 0,5$  Нп (-4 дБ).
6. Рассчитать значение остаточного затухания канала ТЧ:

$$a_r, \text{дБ (Нп)} = p_0 - p_{выхКТЧ},$$
$$a_r, \text{дБ (Нп)} = -13 (-1,5 \text{ Нп}) - 4 (+0,5 \text{ Нп}) = -17 \text{ дБ } (-2 \text{ Нп}),$$

записать значение ОЗ в бланк отчетности (аппаратный журнал).

При использовании ГС-300 и СИУ-300 выход ГС-300 соединяется с гнездами КАН.ПЕР, а вход СИУ-300 – с гнездами КАН.ПР измеряемого канала на ЩКНЧ ( $R_2$  ГС-300 и  $R_{вх}$  СИУ-300 равны 600 Ом).

Данные измерений докладываются старшей станции и по ее команде записываются в аппаратный журнал (бланк отчетности).

## 2. Измерение частотной характеристики ОЗ канала ТЧ и оценка результатов измерения

*Частотной характеристикой остаточного затухания* канала ТЧ (ЧХ ОЗ КТЧ) называется зависимость остаточного затухания от частоты  $a_r = \varphi(f)$  при  $p_0 = const$ . Этот параметр определяет величину амплитудно-частотных искажений сигнала, передаваемого по каналу, и определяется выражением (3):

$$\Delta a_r = a_r(f) - a_r(800) = p_{выхКТЧ}(800) - p_{выхКТЧ}(f) \quad (3).$$

Частотная характеристика остаточного затухания нормируется в эффективно передаваемой полосе частот (ЭППЧ) канала 0.3÷3.4 кГц при  $p_0 = const$  для простого и составного каналов ТЧ максимальной протяженности. Поэтому ЧХ ОЗ КТЧ и определяет эту полосу. ЭППЧ канала ТЧ называется полоса, в пределах которой при любой дальности связи остаточное затухание превышает свое значение на частоте 1020 Гц не более чем на 8,7 дБ.

Нормы на частотную характеристику канала задаются в виде частотной зависимости отклонения между остаточным затуханием на данной частоте и

остаточным затуханием на частоте 800 (1020) Гц и зависят от числа  $n$  транзитов по каналу ТЧ. Эта зависимость может быть представлена таблицей или графиком (таблица 2, рисунок 2).

Нормы на допустимые превышение и снижение отклонения ОЗ на частоте 800 (1020) Гц от числа транзитов по КТЧ

Таблица 2

| Полоса частот, кГц | Ед. изм. | Допустимое превышение      |               |               |               |               | Допустимое снижение        |               |               |               |               |
|--------------------|----------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                    |          | Число транзитов по ТЧ, $n$ |               |               |               |               | Число транзитов по ТЧ, $n$ |               |               |               |               |
|                    |          | 0                          | 1             | 2             | 3             | 4             | 0                          | 1             | 2             | 3             | 4             |
| 0.3÷0.4            | ДБ (Нп)  | 3,5<br>(0,4)               | 5,2<br>(0,6)  | 6,8<br>(0,78) | 7,8<br>(0,9)  | 8,7<br>(1,0)  | 0,9<br>(0,1)               | 1,3<br>(0,17) | 1,5<br>(0,17) | 1,9<br>(0,22) | 2,2<br>(0,25) |
| 0.4÷0.6            | ДБ (Нп)  | 1,8<br>(0,21)              | 2,6<br>(0,3)  | 3,5<br>(0,4)  | 4,0<br>(0,46) | 4,3<br>(0,5)  |                            |               |               |               |               |
| 0.6÷2.4            | ДБ (Нп)  | 0,9<br>(0,1)               | 1,3<br>(0,15) | 1,5<br>(0,17) | 1,9<br>(0,22) | 2,1<br>(0,25) |                            |               |               |               |               |
| 2.4÷3.0            | ДБ (Нп)  | 1,8<br>(0,25)              | 2,6<br>(0,3)  | 3,5<br>(0,4)  | 4,0<br>(0,46) | 4,3<br>(0,5)  |                            |               |               |               |               |
| 3.0÷3.4            | ДБ (Нп)  | 3,5<br>(0,4)               | 5,2<br>(0,6)  | 6,8<br>(0,78) | 7,8<br>(0,9)  | 8,7<br>(1,0)  |                            |               |               |               |               |

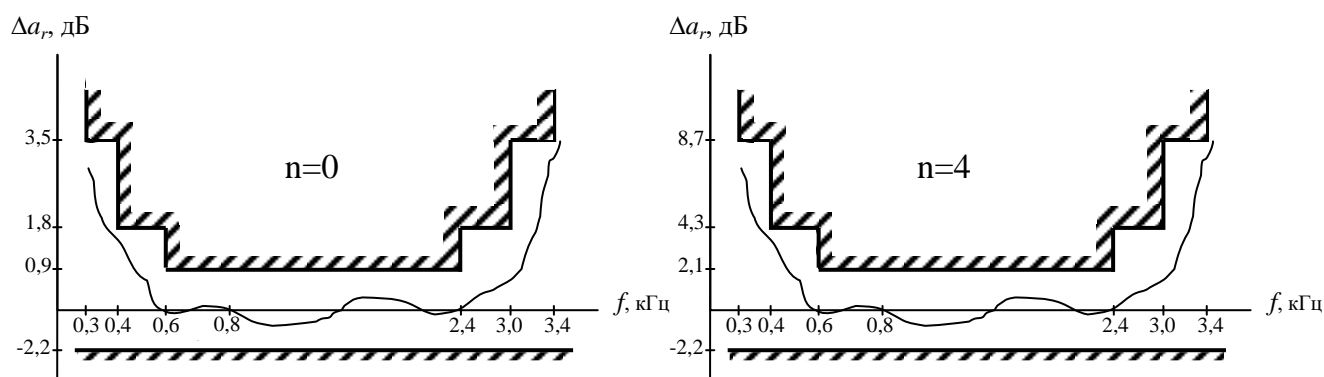
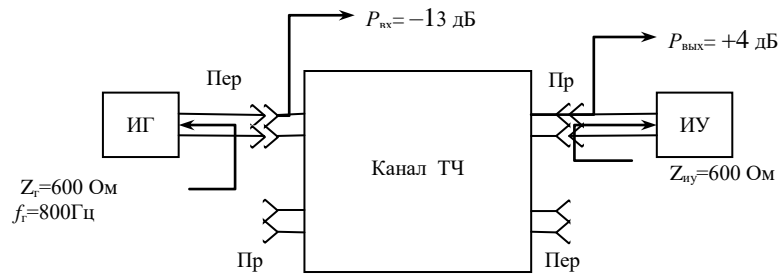


Рисунок 2 - Частотная характеристика остаточного затухания для каналов ТЧ при 0-м и 4-х транзитном построении

Если измеренная характеристика не выходит за пределы заштрихованной части, то канал ТЧ по данному параметру находится в норме. Ограничение хода кривой частотной характеристики снизу (снижение  $\Delta a_r$ ) определяется соображениями сохранения устойчивости канала во всей полосе частот при переводе его в двухпроводное окончание. Ограничение сверху определяется допустимыми амплитудно-частотными искажениями сигналов в пределах ЭППЧ.

Частотная характеристика остаточного затухания канала ТЧ измеряется встроенными приборами или с помощью комплектов П-321, П-322, П-326, комплексом СИУ-300 и ГС-300.

Схема измерения ЧХ ОЗ КТЧ в режиме 4 ПРОК представлена на рис. 3.



$$f, \text{кГц} = (0,3; 0,4; 0,6; 1,4; 2,4; 3,0; 3,4)$$

Рисунок 3

На рисунке 4 представлена схема измерения ЧХ ОЗ КТЧ в режиме 4 ПРОК с помощью комплекса СИУ-300 и ГС-300.

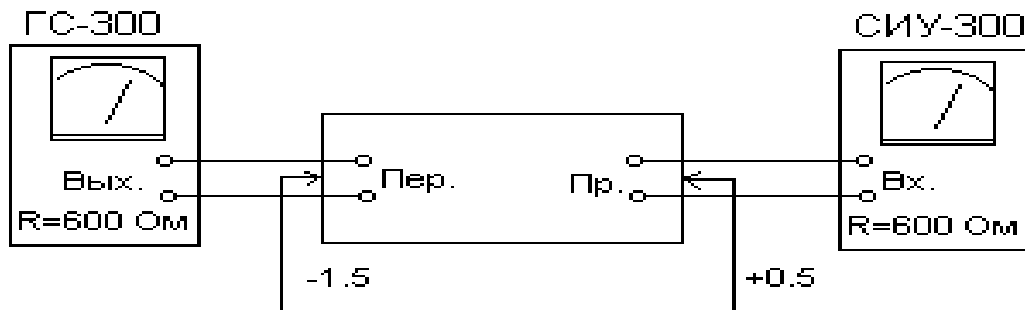


Рисунок 4

Измерение ЧХ ОЗ канала ТЧ производится по командам старшей станции (станции А) одновременно в обе стороны в следующей последовательности:

1. Подготовить измерительные приборы и измерительные шнуры.
2. Установить режим каналов ТЧ в положение 4 ПРОК.
3. Установить служебную связь со станцией Б (А) по КСС или одному из каналов ТЧ.
4. Собрать схему измерения.
5. Установить номинальное значение остаточного затухания канала ТЧ на частоте 800 (1020) Гц.
6. На вход канала ТЧ от измерительного генератора с  $R_r=600 \text{ Ом}$  в точку с номинальным относительным уровнем  $-13 \text{ дБ}$  подать сигнал с постоянным измерительным уровнем  $-23 \text{ дБ}$  поочередно на частотах 300, 400, 600, 1020, 1600, 2000, 2400, 3000, 3400 Гц.
7. На выходе канала ТЧ в точке с номинальным уровнем  $+4 \text{ дБ}$  с помощью указателя уровня измерить уровень сигналов этих частот.
8. Вычислить отклонения ОЗ канала ТЧ  $\Delta a_r$  на указанных частотах по формуле (3). Значения  $\Delta a_r(f)$  отсчитываются по шкале измерителя уровня как разность между уровнем  $p_{вых \text{ КТЧ}}$  на частоте 800 Гц и уровнем  $p_{вых \text{ КТЧ}}$  на измеряемой частоте.
9. Отметить значения  $\Delta a_r$  для всех частот на шаблоне и построить график ЧХ ОЗ канала ТЧ на шаблоне для измеряемого канала ТЧ. Сделать вывод о

соответствии ЧХ ОЗ нормам (табл. 2). Если хотя бы на одной частоте  $\Delta a_r(f)$  выходит за пределы нормы, измерения прекращаются, а канал ТЧ считается непригодным к эксплуатации, о чем делается отметка на шильдике ЩКНЧ и запись в аппаратном журнале. Приведение  $\Delta a_r(f)$  к норме производится перепайкой корректирующих контуров на лицевой панели блока МД-3 (под крышкой) упаковки ИПП-12.

10. В обратном направлении измерения производятся аналогично.

Данные измерения докладываются старшей станции и по ее команде записываются в аппаратный (технический) журнал (вносятся полученные данные в бланк отчетности по лабораторной работе).

#### 4. Измерение амплитудной характеристики канала ТЧ и оценка результатов измерения

Амплитудной характеристикой канала ТЧ называется зависимость остаточного затухания от уровня сигнала на входе канала ТЧ, выражение (4). Эта характеристика нормируется на  $f = 800$  (1020) Гц. Она оценивает линейность канала ТЧ на пороге его перегрузки.

$$a_r = \varphi(p_{\text{вхТЧ}}), \text{ при } f = 800 \text{ Гц} . \quad (4)$$

Во избежание перегрузки канала ТЧ и групповых устройств в современной аппаратуре многоканальных систем передачи с ЧРК на входе каждого канала ТЧ включается ограничитель амплитуд ОА.

Вид амплитудной характеристики для канала ТЧ с двухпроводным оконечным и четырехпроводным окончаниями приведен на рисунках 5 и 6.

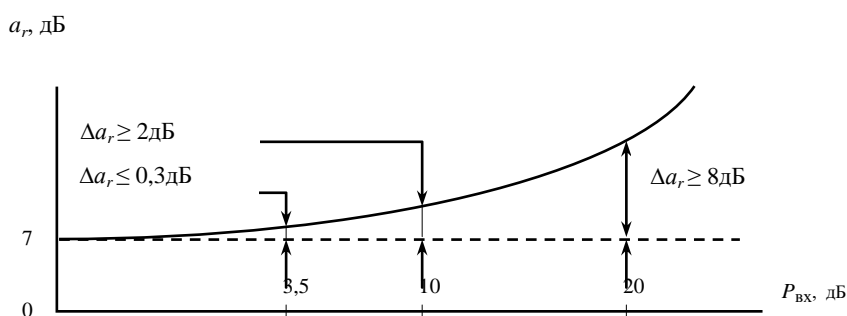


Рисунок 5 - Вид амплитудной характеристики для канала ТЧ с 2ПР ОК



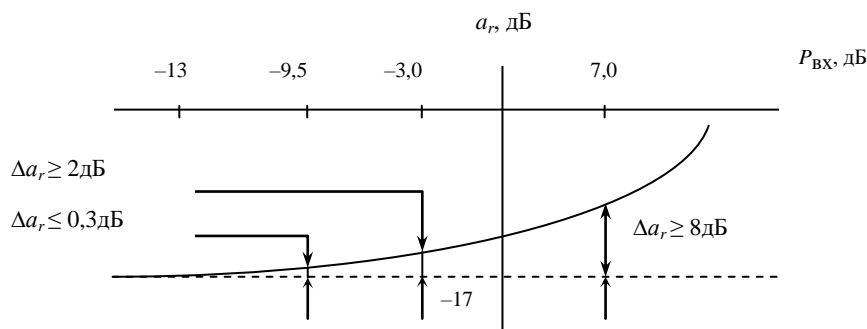


Рисунок 6 - Вид амплитудной характеристики для канала ТЧ с 4ПР ОК

Нормирование. Нормы на АХ задаются для простого канала ТЧ с ОА: при повышении уровня на входе канала по отношению к номинальному на 3,5 дБ ОЗ должно оставаться постоянным с точностью 0,3 дБ; при повышении уровня на входе канала по отношению к номинальному на 10 дБ и 20 дБ ОЗ должно увеличиться (усиление уменьшится) не менее чем на 2 дБ и 8 дБ соответственно. Все три нормируемые точки изменения ОЗ  $\Delta a_r$  в простом канале показаны на графиках рис.5 и 6. Для канала ТЧ без ОА нормируется только одна точка при повышении уровня сигнала на входе канала относительного на 7 дБ. ОЗ может увеличиться (а усиление уменьшится) не более чем на 0,43 дБ.

Первая точка приведенных графиков АХ оценивает нелинейность канала ТЧ, а две другие точки характеризуют качество работы ограничителя амплитуд. Проверка работы ОА проводится только в простом канале при проведении технического обслуживания и закрытии связи по системе передачи.

Амплитудная характеристика канала ТЧ измеряется встроенными приборами или с помощью комплектов П-321, П-322, П-326, комплексом СИУ-300 и ГС-300.

Схема измерения АХ канала ТЧ в режиме 4 ПРОК представлена на рисунке 7.

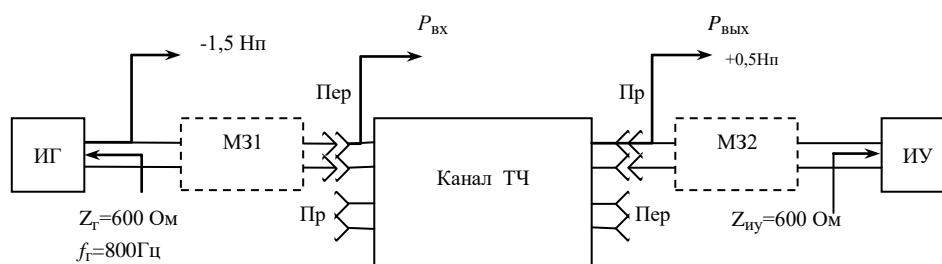


Рисунок 7

В ходе подготовительных работ на станции А (Б) необходимо:

1. Подготовить измерительные приборы, магазины затухания, измерительные шнуры, ПВУ.

2. Подключить генератор ко входу МЗ-1. Установить затухание МЗ-1 0,8 Нп. Подключить к выходу МЗ-1 измеритель уровня 600-Омным входом. С помощью органов управления генератора установить уровень сигнала  $p_0$  по ИУ равный - 1,5 Нп (-13 дБ).

3. Установить режим канала ТЧ в положение 4 ПР.ОК.

Измерение АХ производится по командам старшей станции - А (в начале на станции А, а затем на станции Б). Для этого необходимо:

1. Установить служебную связь со станцией Б (А) по КСС или одному из каналов ТЧ.

2. Собрать схему измерения АХ канала с выключенным ограничителем (см. рис. 5) и установить органы управления и уровни передачи и приема в начальное положение (см. рис. 5).

3. На передающей станции увеличивать уровень сигнала ступенями по 0.2 Нп до 0.8 Нп, уменьшая затухание *амз-1*. Одновременно на приемной станции увеличивать затухание магазина затухания *амз-2* на такую же величину. Отклонение остаточного затухания от прежней величины измеряется непосредственно по шкале ИУ.

Измерение  $\Delta a_r$  может производиться отдельно или одновременно в обоих направлениях. Данные измерения докладываются старшей станции и по ее команде записываются в аппаратный журнал.

Полученные значения  $\Delta a_r$  сравниваются с нормами (рис. 4). Если  $\Delta a_r$  выходит за пределы нормы, канал ТЧ считается непригодным к использованию без ОА, о чем делается отметка на шильдике ЩКНЧ и запись в аппаратном (техническом) журнале.

#### 4. Измерение напряжения или уровня шума в канале ТЧ и оценка результатов измерения

Шумы в канале ТЧ многоканальных систем передачи являются основной причиной, которая отрицательно сказывается на качестве передачи любых видов сигналов. Поэтому требуется обеспечивать необходимую защищенность канала от шума, определяемую превышением уровня сигнала над уровнем шума на выходе канала.

Для оценки влияния шума на качество приема сигналов других видов связи необходимо знать среднее значение невзвешенных или интегральных величин. *Невзвешенным (интегральным)* напряжением (мощностью) шума на выходе канала называют действующее значение напряжения (мощности) шума в полосе частот канала ТЧ 0.3 - 3.4 кГц.

*Псофометрическим (взвешенным)* напряжением шума (*Uш пс*) на выходе канала ТЧ называют действующее значение напряжение шума, измеренное с учетом частотной зависимости чувствительности уха и телефона.

Напряжение невзвешенного псофометрического шумов на выходе канала ТЧ, измеренное в точке с относительным уровнем плюс 4 дБ (+ 0,5 Нп), должно быть не выше значений, указанных в таблице 3 эксплуатационных норм (для простого канала ТЧ), причем согласно выражению (5):

$$P_{\text{псоф}} = P_{\text{вых КТЧ}} (P_{4\text{дБ}}). \quad (5)$$

Таблица 3

| Протяженность<br>линии, км | Напряжение, (мВ) |       | Уровень, дБ (Нп) |                |
|----------------------------|------------------|-------|------------------|----------------|
|                            | Невзвеш.         | Псоф. | Невзвеш.         | Псоф.          |
| 30                         | 1.28             | 0.96  | -55.66 (-6.41)   | -58.17 (-6.7)  |
| 50                         | 1.32             | 0.99  | -55.36 (-6.37)   | -57.87 (-6.66) |
| 100                        | 1.43             | 1.07  | -54.7 (-6.3)     | -57.2 (-6.59)  |
| 1000                       | 2.69             | 2.02  | -49.17 (-5.66)   | -51.68 (-5.95) |

Взвешенный и невзвешенный шум в канале ТЧ взаимосвязаны через коэффициент  $k = 0,75$ , выражения (6) и (7)

$$u_{\text{псоф}} = k u_{\text{д}} ; \quad (6)$$

$$P_{\text{псоф}} = k^2 P_{\text{д}} ; \quad (7)$$

где  $u_{\text{д}}$ ,  $P_{\text{д}}$  – действующее (невзвешенное) значение напряжения, мощности шума.

Измерение уровня или напряжения шума производится прибором П-323ИШ, П-321, СИУ-300.

Схема измерения напряжения (уровня) шума в канале ТЧ в режиме 4 ПР.ОК представлена на рисунке 8.

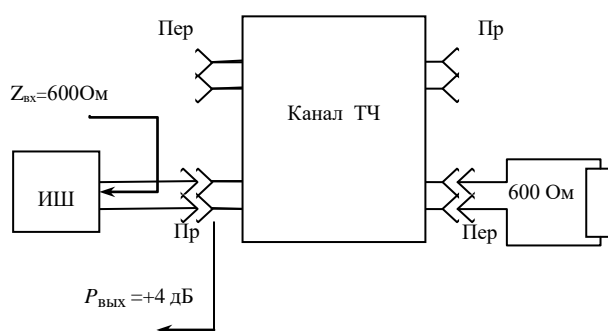


Рисунок 8

В ходе подготовительных работ на станции А (Б) необходимо:

1. Подготовить измерительный прибор П-323ИШ, измерительные шнуры, ПВУ.
2. Проверить наличие служебной связи со станцией Б (А).
3. Установить каналы ТЧ режим 4 ПР.ОК.
4. Проверить ОЗ каналов ТЧ и при необходимости его отрегулировать.

Измерение напряжения (уровня) шума производится по командам старшей станции - А (вначале на станции А, а затем на станции Б). Для этого необходимо:

1. Установить служебную связь со станцией Б (А) по одному из каналов ТЧ или КСС.

2. Собрать схему измерения (см. рис.8.).

3. На противоположной станции Б (А) соединить 2-проводным шнуром гнезда КАН.ПЕР измеряемого канала с гнездами ВХ УУ ЩКНЧ, переключатель ВХ.СОПР УУ перевести в положение 600 или к гнездам КАН.ПЕР подключить сопротивление 600 Ом.

4. Поставить переключатель РОД РАБОТ прибора П-323ИШ в положение ПФ 0,3-3,4 кГц или ФТЛФ для измерения невзвешенного или псофометрического напряжения шума соответственно.

5. Поставить переключатель пределов измерения прибора П-323ИШ в положение 10- В, что соответствует минимальной чувствительности, а переключатель ВХ СОПР - в положение 600 Ом.

6. Подключить выход П-323ИШ 2-проводным шнуром, оканчивающимся экранированной вилкой.

7. Изменяя положения переключателя пределов измерения, произвести отсчет напряжения шума по шкале стрелочного прибора П-323ИШ.

8. Напряжение шума измерять в течение 5 с (отдельные выбросы стрелки прибора не регистрировать).

Данные измерений, которые можно производить одновременно на станциях А и Б, докладываются старшей станции и по ее команде записываются в аппаратные журналы ( в бланк отчетности).

При сдаче каналов в эксплуатацию измеряют напряжение невзвешенного шума во всех каналах ТЧ, а в случае ограниченного времени только в канале ТЧ, расположенном в верхней части линейного спектра. Если напряжение шума в этом канале соответствует норме, то с большей вероятностью можно утверждать, что и для остальных каналов этот параметр соответствует норме.

Значение невзвешенного или психометрического напряжения шума должно быть меньше указанного в таблице 3. Если оно превышает допустимые нормы, то необходимо уточнить настройку линейного тракта ПКЛ.

## **5. Измерение защищенности между направлениями передачи и приема в канале ТЧ. Оценка результатов измерений**

*Защищенностью между направлениями передачи и приема* в канале ТЧ называется разность между относительным уровнем сигнала и абсолютным уровнем помехи на выходе канала ТЧ, обусловленной влиянием передающего тракта на приемный, выражение (8):

$$a_z = p_{с(выхКТЧ)} - p_{пп(выхКТЧ)} , \quad (8)$$

где  $p_{с(выхКТЧ)}$  - относительный уровень сигнала на выходе канала ТЧ (+0,5 Нп),  
 $p_{пп(выхКТЧ)}$  - измеренный уровень помехи.

Причинами влияния одного направления передачи канала ТЧ на обратное являются монтажные переходы в аппаратуре, а для однокабельных систем основной причиной таких помех является переходное влияние на ближнем конце кабельных усилительных участков.

При использовании канала ТЧ для открытой телефонной связи переход энергии с передачи на прием канала ТЧ данной станции проявляется в виде местного эффекта и на качество связи практически не влияет.

При использовании канала ТЧ для передачи данных и тонального телеграфирования переход энергии с передачи на прием оказывает влияние на достоверность передаваемой информации.

Эксплуатационная норма защищенности между направлениями передачи и приема канала ПКЛ-296/301 (однокабельной 4-проводной однополюсной системы передачи) при максимальной дальности связи должна быть не менее 26 дБ (3 Нп).

Если длина линии отличается от  $L$  , то норма защищенности между направлениями передачи и приема в канале ТЧ определяется по формулам (9) и (10):

$$a_{zl} \{дБ\} = a_{zL} + 10 \lg L/l = 26 + 10 \lg 1000/l; \quad (9)$$

$$a_{3l} \{Hn\} = a_{3L} + 0,5 \ln L/l = 3 + 0,5 \ln 1000/l; \quad (10)$$

где  $a_{3l}$  - норма защищенности в канале ТЧ протяженностью  $l$  км;  $a_{3L}$  - норма защищенности максимальной протяженности  $L$  км;  $L$  - длина канала, на которую задается норма защищенности  $a_{3L}$ .

Защищенность между направлениями передачи и приема в канале ТЧ, измеренная в точке с относительным уровнем плюс 4 дБ (+0,5Нп), должна быть не менее значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

|             |          | Протяженность канала, км |      |     |     |     |      |
|-------------|----------|--------------------------|------|-----|-----|-----|------|
|             |          | 10                       | 30   | 50  | 100 | 500 | 1000 |
| ПКЛ-296/301 | Ед. изм. | 46                       | 41   | 39  | 36  | 29  | 26   |
|             | дБ       | 5,6                      | 4,75 | 4,5 | 4,1 | 3,3 | 3    |
|             | Нп       |                          |      |     |     |     |      |

Измерение защищенности между направлениями передачи и приема канала ТЧ производится приборами ГС-300 и СИУ -300 из комплекта П-322 или приборами П-320М, П-321.

Схема измерения защищенности канала ТЧ в режиме 4 ПР.ОК представлена на рисунке 9.

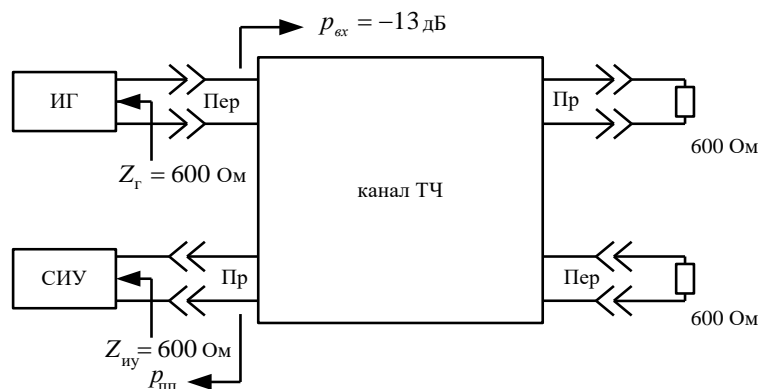


Рисунок 9

В ходе подготовительных работ на станции А (Б) необходимо:

1. Подготовить измерительные приборы ГС - 300, СИУ - 300, измерительные шнуры.
2. Проверить наличие служебной связи со станцией Б (А).
3. Установить каналы ТЧ в режиме 4 ПР. ОК.
4. Проверить ОЗ каналов ТЧ и при необходимости его отрегулировать.

Измерение защищенности между направлениями передачи и приема в канале ТЧ производится по командам старшей станции - А (вначале на станции А, а затем на станции Б).

Для измерения защищенности нужно:

1. Установить служебную связь со станцией Б (А) по одному из каналов ТЧ или КСС.

2. Собрать схему измерения (см. рис. 7).
3. Нагрузить выходы трактов передачи и приема измеряемого канала ТЧ на противоположной станции на 600 Ом.
4. Соединить гнезда ВЫХ. генератора с гнездами КАН. ПЕР измеряемого канала ТЧ на коммутационном поле ЩКНЧ.
5. При этом  $R_2 = 600 \text{ Ом}$ ,  $p_o = -1,5 \text{ Нп}$ ,  $f = 800 \text{ Гц}$ .
6. Соединить гнезда КАН. ПР. ЩКНЧ с гнездами ВХОД СИУ-300. При этом  $R_{вх.} = 600 \text{ Ом}$ , режим работы - избирательный.
7. Настроить СИУ - 300 на частоту 800 Гц и произвести отсчет уровня помехи  $P_{пп(выхКТЧ)}$ .
8. Рассчитать защищенность:  
 $A_3 = P_{с(выхКТЧ)} - P_{пп(выхКТЧ)} = +0,5 - P_{пп(выхКТЧ)} \{Hn\}$ , норма  $A_3 \geq 6,4 \text{ Нп}$ . Сравнить с нормой, приведенной в табл. 4 или рассчитанной по формуле.
9. Доложить старшей станции значение полученной защищенности и сделать запись в аппаратный журнал (в бланк отчетности).

При сдаче каналов ТЧ в эксплуатацию измеряют защищенность для всех каналов, а при ограниченном времени только канала ТЧ, расположенного в верхней части линейного спектра. Если защищенность в этом канале соответствует норме, то с большей вероятностью можно утверждать, что и в остальных каналах она соответствует норме.

Если значение полученной защищенности ниже нормы, то канал ТЧ считается пригодным только для эксплуатации открытой телеграфной связи.

Защищенность может быть доведена до нормы путем применения муфт скрещивания или замены нескольких близлежащих к оконечной станции (двух-трех) строительных длин кабеля на другие, имеющие наибольшее значение переходного затухания на ближнем конце  $A_0$ .

*Сделать выводы по каждому проведенному измерению, на основании чего сделать общий вывод о пригодности канала ТЧ к эксплуатации.*

*Пример:*

В ходе выполнения работы была проведена оценка качества канала ТЧ с необходимыми расчетами и обоснованиями по следующим электрическим параметрам:

полученные значения ОЗ и его стабильность во времени удовлетворяют нормам ВСС(ЕАСС);

полученная ЧХ ОЗ удовлетворяет предельным требованиям МСЭ-Т(МККТТ).;

$U_{изм} = 8,8 \text{ мВ} < U_{норм} = 1,7 \text{ мВ}$  канал не удовлетворяет требованиям по напряжению психофотметрического шума;

данный канал не удовлетворяет требованиям по защищенности между направлениями передачи и приема  $24 < 51,4$ ;

$0,8 \text{ дБ} > 0,6 \text{ дБ}$  канал не удовлетворяет требованиям по амплитудной характеристике.

Оцениваемый канал не соответствует нормам. Требуется его дополнительная регулировка, после которой он снова должен быть оценен.

### III. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Остаточное затухание канала ТЧ, определение и схема измерений.
2. Порядок измерения и регулировки остаточного затухания каналов ТЧ.
3. Частотная характеристика ОЗ, определение и схема измерений.
4. Порядок измерения частотной характеристики остаточного затухания канала ТЧ и оценка результатов измерения.
5. Амплитудная характеристика канала ТЧ, определение и схема измерений.
6. Порядок измерения амплитудной характеристики канала ТЧ и оценка результатов измерения.
7. Уровень шума в канале ТЧ, определение и схема измерений.
8. Порядок измерения напряжения или уровня шума в канале ТЧ и оценка результатов измерения.
9. Защищенность между направлениями передачи и приема в канале ТЧ, определение и схема измерений.
10. Порядок измерения защищенности между направлениями передачи и приема в канале ТЧ.
11. Оценка состояния канала ТЧ по полученным результатам измерений для его дальнейшей эксплуатации (лабораторная часть работы).

### IV. ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ

Провести анализ полученных результатов.

#### Приложение

1. Задание на практическую работу.

Методическую разработку исполнил  
Доцент кафедры ССС

О. Титова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

Рецензент:  
Доцент кафедры ССС

К. Лукин  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

### V. ЗАМЕЧАНИЯ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ ЗАНЯТИЯ

---

---

---

---

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ**  
по дисциплине «Многоканальные системы передачи»  
**Тема № 2:**  
**«Базовые образцы аналоговых систем передачи. Принципы построения**  
**цифровых систем передачи специального назначения»**  
**Занятие 1**  
**«Измерение параметров каналов тональной частоты с использованием**  
**приборов П-321 (П-321М), СОВА, ТЧ-ПРО»**

**I. УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Измерение и регулировка остаточного затухания каналов ТЧ.
2. Измерение частотной характеристики остаточного затухания канала ТЧ и оценка результатов измерения.
3. Измерение амплитудной характеристики канала ТЧ и оценка результатов измерения.
4. Измерение напряжения или уровня шума в канале ТЧ и оценка результатов измерения.
5. Измерение защищенности между направлениями передачи и приема в канале ТЧ.
6. Оценка результатов измерения.

**II. ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ПОДГОТОВКЕ И**  
**ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТИЯ**

**На самостоятельной работе повторить:** (перечислить учебный материал для повторения).

**При отработке первого учебного вопроса** необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке первого учебного вопроса).

**При отработке второго учебного вопроса** необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке второго учебного вопроса).

**При отработке третьего учебного вопроса** необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке третьего учебного вопроса).

**При отработке четвертого учебного вопроса** необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке четвертого учебного вопроса).

**При отработке пятого учебного вопроса** необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке пятого учебного вопроса).

**По окончании работы** (изложить действия обучающихся по окончании работы).



### **III. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ**

1. Учебное пособие «Средства и комплексы связи военного назначения телеграфные аппараты». Д. Самаркин. – СПб. 2016.

Задание разработал

Доцент кафедры ССС

О. Титова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.