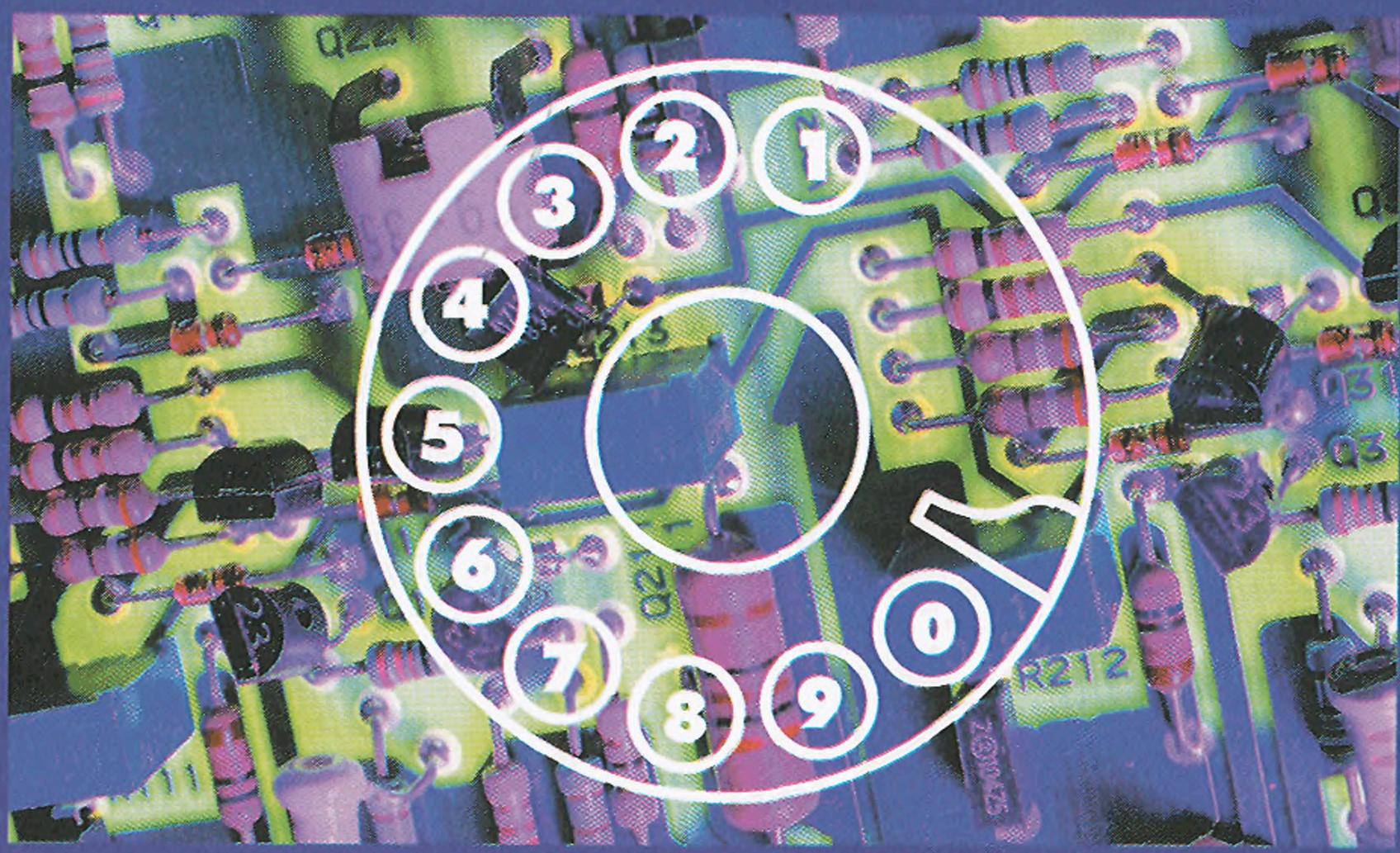
ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ



ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ ПРИЧИНЫ НЕСООТВЕТСТВИЯ НОРМАМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОММУТИРУЕМЫХ КАНАЛОВ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Минсвязи России
Москва

gost.e-ecolog.ru

Р 45.13-2002

Рекомендации отрасли

ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ ПРИЧИНЫ НЕСООТВЕТСТВИЯ НОРМАМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОММУТИРУЕМЫХ КАНАЛОВ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Методические указания

Издание официальное

МИНСВЯЗИ РОССИИ
Москва

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН ГП Центральным научно-исследовательским институтом связи (ГП ЦНИИС)

ВНЕСЕН Департаментом электросвязи Минсвязи России

2 УТВЕРЖДЕН Минсвязи России

3 ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ информационным письмом от №

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящие рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Минсвязи России

Содержание

1 Область применения 5
2 Обозначения и сокращения 5
3 Основные положения 7
4 Остаточное затухание 10
5 Амплитудно - частотная характеристика 13
6 Соотношение уровней сигнала и шума 16
6.1 Виды помех 16
6.2 Аддитивные помехи 16
6.3 Мультипликативные помехи 18
6.4 Алгоритм поиска причины занижения нормируемого значения соотношения сигнал/шум 20
7 Дрожание фазы сигнала. 21
8 Импульсные помехи и кратковременные перерывы 23
8.1 Общие положения 23
8.2 Источники ИПП 24
8.3 Поиск причины возникновения ИПП 27
Приложение А Библиография 40

Введение

Приказом Госкомсвязи России от 05.04.99г. N 54 [1] установлены эксплуатационные нормы на электрические параметры коммутируемых каналов телефонной сети общего пользования (ТфОП). Многие операторы связи из разных регионов России имеют необходимую измерительную технику, что позволяет им проводить измерения параметров коммутируемых каналов и проводить анализ качества телефонных сетей регионов.

Для систематизации путей поиска причин несоответствия электрических параметров коммутируемых каналов сети ТфОП утвержденным нормам [1], разработаны "Методические указания по поиску и устранению причин несоответствия нормам электрических параметров коммутируемых каналов телефонной сети общего пользования".

В "Методических указаниях..." рассмотрены электрические параметры коммутируемых каналов сети ТфОП, нормируемые Приказом [1], и возможные причины, приводящие к тому, что значения нормируемых параметров не соответствуют нормам, а также предложены пути отыскания и устранения этих причин. Экспериментальные исследования показали, что при несоответствии нормам какого-либо направления коммутируемых каналов существует одна, две причины, оказывающие наибольшее влияние на формирование параметра, несоответствующего норме. Для проведения работ по выявлению причины неудовлетворительного качества направлений связи должен быть разработан план мероприятий и график проведения работ по поиску причины несоответствия направлений связи установленным нормам и устранению причины этого явления.

Рекомендации отрасли

ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ ПРИЧИНЫ НЕСООТВЕТСТВИЯ НОРМАМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОММУТИРУЕМЫХ КАНАЛОВ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Методические указания

Дата введения 2002

1 Область применения

Настоящие рекомендации применяются эксплуатационно - техническим персоналом предприятий и организаций связи при поиске и устранении причины несоответствия электрических параметров коммутируемых каналов сети ТфОП утвержденным эксплуатационным нормам.

2 Обозначения и сокращения

В настоящих рекомендациях применяются следующие обозначения и сокращения.

АТС ДШ - автоматическая телефонная станция декадно-шаговая

АТС К - АТС координатная

АТС Э - АТС электронная

АЧХ - амплитудно-частотная характеристика

ДШИ - декадно-шаговый искатель

ИКМ - импульсно-кодовая модуляция

ИПП - импульсные помехи и перерывы

КРР - кабельная, радиорелейная (система передачи)

МСЭ-Т - Сектор стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи

НУВ - неустановление взаимодействия модемов

ПАИК - программно-аппаратный измерительный комплекс

ПЭВМ - персональная электронно-вычислительная машина

РСЛ-У - реле соединительных линий-универсальное

ТфОП - телефонная сеть общего пользования

ЧНН - час наибольшей нагрузки

ЧРК - частотное разделение каналов

3 Основные положения

В качестве нормируемых электрических параметров в Приказе [1] установлены следующие параметры, оказывающие наибольшее влияние на качество телефонной и документальной электросвязи:

- предельное значение остаточного затухания канала на частоте 1020 Гц;

- амплитудно-частотная характеристика канала - предельное значение затухания на частотах 1800/2400 Гц;

- соотношение сигнал/шум на выходе коммутируемого канала;

- размах дрожания фазы сигнала (джиттер);

- суммарное воздействие кратковременных перерывов глубиной более 17,0 дБ и длительностью менее 300 млс и импульсных помех с амплитудой на 5 дБ выше уровня сигнала, измеренное в процентах как отношение секундных интервалов, пораженных импульсными помехами и перерывами, к общему числу секундных интервалов за сеанс измерений.

Измерения электрических параметров коммутируемых каналов сети ТфОП проводятся программно-аппаратным измерительным комплексом (ПАИК) в составе:

- прибор AnCom TDA-5;

- модем AnCom STE-2442+;

- персональный компьютер - ПЭВМ типа IBM/PC, используемый в качестве устройства отображения, накопления измерительной информации и управления;

- специальное программное обеспечение, реализованное на ПЭВМ типа IBM/PC.

ПАИК обеспечивает:

- подготовку и редактирование сценария измерений;

- автоматическое измерение электрических параметров коммутируемых каналов, пропускной способности каналов передачи данных и параметров, определяющих процесс установления соединений;

- обработку результатов измерений;

- оценку выполнения установленных норм;

- подготовку данных для проведения статистического анализа и формирования отчетов.

В утвержденных нормах предусмотрено, что измерению подлежат электрические параметры коммутируемых каналов сети ТфОП, пропускная способность каналов передачи данных, организованных на базе коммутируемых каналов, и параметры, определяющие процесс установления соединения.

Результаты измерений могут быть представлены в виде паспорта на направление связи или электронном виде в базе данных измерительных комплексов.

Представление результатов измерений в виде паспортов на коммутируемые каналы позволяет оценить класс качества измеренного направления в целом, а также по каждому нормируемому электрическому параметру и пропускной способности каналов передачи данных. Однако на основании только паспортов достаточно трудно сделать предположение о причине, вызвавшей несоответствие какого-либо параметра заданной норме.

Провести более детальный анализ позволяет программа вторичной обработки результатов измерений (так называемая база данных, предназначенная для хранения результатов измерений одного или нескольких измерительных комплексов), которая может быть поставлена с программно-аппаратным комплексом. Оператор, проводящий измерения, задав отчетное время, список измерительных комплексов, выбирает нужную форму представления результатов. Все экранные формы допускают вывод на печать.

Это обеспечивает возможность просмотра результатов измерений в форме таблиц и диаграмм, дает возможность анализировать качество каналов за определенный период времени и формировать отчеты, а также с большой долей вероятности предположить причину несоответствия измеренных параметров нормам [1].

В соответствии с методикой измерений [1] оценка соответствия нормам коммутируемых каналов каждого направления осуществляется статистическим методом. При измерении параметров нескольких коммутируемых каналов одного направления (до 15 соединений с одним абонентским номером - один цикл измерений) с помощью статистической обработки результатов измерений определяется вероятность соответствия нормам каждого нормируемого параметра каналов данного направления.

В зависимости от вероятности выполнения нормы параметру присваивается определенный класс.

Класс качества каналов направления определяется по наихудшему параметру.

Для оценки качества каналов направления по электрическим параметрам установлено три класса качества в зависимости от вероятности выполнения норм.

Вероятность выполнения норм должна быть не хуже:

- 0,9 - для каналов направления 1 класса качества;
- 0,66 - для каналов направления 2 класса качества;
- 0,33 - для каналов направления 3 класса качества.

При вероятности выполнения указанных норм менее 0,33 каналы направления считаются не соответствующими нормам.

Оценка качества передачи данных по каналам измеряемого направления проводится по пропускной способности.

Пропускная способность канала передачи данных, организованного с использованием модемов, реализующих Рекомендации [2] (скорость передачи 2400 бит/с) и протокол защиты от ошибок [3], в соответствии с

Приказом [1] должна быть не меньше 50 % с вероятностью не хуже, указанной для электрических параметров.

При получении неудовлетворительных результатов по одному или нескольким параметрам, а также при наличии случаев неустановления взаимодействия модемов, операторы взаимодействующих станций, проводящие измерения могут перевести измерительные комплексы в режим анализатора с ручным установлением соединения и исследовать параметр, несоответствующий норме более длительно, что позволит определить участок и причину несоответствия норме, а также установить причину появления НУВ.

При поиске и устранении неисправностей должны быть использованы настроечные нормы для кабеля и технические условия на каждый тип аппаратуры.

4 Остаточное затухание

Остаточное затухание определяется затуханием абонентских и соединительных линий, каналов систем передачи между станциями и затуханием коммутационных устройств самих станций на частоте 1020 Гц.

Групповое оборудование коммутации должно надежно контролироваться станционными средствами и его повреждение будет выявлено помимо измерения направлений связи.

Остаточное затухание абонентских линий, как причина повышенного значения остаточного затухания направления связи в целом, выявляется при соединении подозреваемого абонента с любым станционным номером.

Остаточное затухание направления связи, превышающее нормированное значение, чаще всего обусловлено повышенным затуханием одной или нескольких межстанционных соединительных линий.

При использовании систем передачи повышенное затухание может наблюдаться только в одном направлении обмена, а при использовании

физических линий повышенное затухание обычно обнаруживается одновременно в двух направлениях обмена.

Между парой станций может быть несколько пучков каналов - несколько кабелей или несколько систем передачи, или сочетание физических линий и систем передачи. Поэтому повышенное затухание может наблюдаться только на части используемых линий.

Последовательность операций по определению причин повышенного остаточного затухания следующая:

- необходимо определить наиболее вероятный участок повышенного затухания. Это осуществляется сопоставлением результатов измерения между данной станцией и рядом других станций. Зная структуру конкретной сети, можно найти подозреваемый участок, и измеряя направления, куда входит этот участок, получить подтверждение, или, наоборот, опровергнуть это предположение;

- при получении результатов измерений, подтверждающих повышенное остаточное затухание на подозреваемом участке, следует сопоставить их с паспортными данными физической линии. Возможно, что при организации сети, изначально использовался кабель повышенной длины, или использован кабель с меньшим, чем допускается для этой длины, диаметром жил. В этом случае устранить причину повышенного затухания можно лишь путем реконструкции сети, например, заменой физических линий системами передачи;

- если при сопоставлении с паспортными данными выясняется, что повышенное затухание линии представляет новое явление, то причиной этого является повреждение кабеля. Чаще всего это бывает при замокании кабеля, когда он еще не вышел из строя, но влага снизила изоляцию между жилами и парами. При этом, повышенное затухание возможно не во всех парах кабеля, а лишь в определенных его повивах. Наиболее наглядно замокание кабеля выявляется измерением предельного значения затухания на различных частотах, согласно раздела 5.

Поврежденный кабель восстанавливается способами, принятыми в эксплуатации. При повышенном значении остаточного затухания на участке, оборудованном системами передачи, поиск поврежденной системы передачи и устранение повреждения осуществляется методами, описанными в соответствующей технической документации на систему передачи.

Малое значение остаточного затухания (менее 7 дБ), хотя и не является нарушением требований к электрическим параметрам коммутируемых каналов, введенных Приказом [1], часто приводит к негативным последствиям. При малом остаточном затухании и установке уровня выходной мощности сигнала модема минус 10 дБ может иметь место перегрузка приемника модема, что приводит или к снижению пропускной способности канала передачи данных или к невозможности установить соединение.

В соответствии с [4] остаточное затухание в четырехпроводном тракте между электронными АТС не должно быть меньше 7 дБ.

На рисунке 1 показаны результаты измерений остаточного затухания на частоте 1020 Гц. На данном направлении наблюдается большая анизатропность коммутируемых каналов: остаточное затухание на частоте 1020 Гц в одном направлении составляет порядка 5 - 6 дБ, а в обратном направлении наблюдается усиление, причем это явление наблюдается во всех измерительных сеансах.

На рисунке 2 показаны результаты измерений предельного значения затухания на частоте 2400 Гц для каждого измерительного сеанса. Как видно из рисунка 2, анизатропность коммутируемых каналов сохраняется: остаточное затухание в одном направлении составляет порядка 5 - 6 дБ, а в обратном направлении по-прежнему наблюдается усиление.

Это может свидетельствовать о необходимости регулировки абонентских комплектов электронных АТС.

На рисунке 3 показана пропускная способность каналов передачи данных, организованных на данном направлении. Пропускная способность

каналов передачи данных в измерительных сеансах (1, 5, 7, 8, 9 и т.д.), в которых отмечено усиление, значительно меньше установленной нормы, и в целом направление связи имеет третий класс качества по пропускной способности каналов передачи данных.

5 Амплитудно-частотная характеристика

Амплитудно-частотная характеристика представляет собой зависимость остаточного затухания от частоты сигнала в пределах от 300 до 3400 Гц. АЧХ зависит от структуры сети, отдельных ее участков, построенных как на базе использования физических линий, так и каналов систем передачи.

Измерительный комплекс обеспечивает возможность наблюдать в режиме исследования всю кривую АЧХ на мониторе ПЭВМ. Это позволяет по характеру АЧХ ориентировочно определить за счет какого типа участка наблюдается несоответствие АЧХ нормам.

Графически АЧХ выглядит следующим образом:

- на физических линиях АЧХ монотонно возрастает с ростом частоты;
- на каналах систем передачи АЧХ формируется индивидуальными фильтрами и имеет "корытообразный" характер;
- на сетях, имеющих различное сочетание участков разной структуры, АЧХ составного канала может иметь различный вид.

При использовании физических линий несоответствие АЧХ принятым нормам чаще всего происходит по двум причинам:

- за счет повышенной длины кабеля на одном или нескольких участках;
- за счет замокания кабеля, из-за попадания влаги под оболочку кабеля.

Эти две причины вызывают различный характер роста затухания на разных частотах, что позволяет определить причину несоответствия АЧХ, принятым нормам.

Между частотой и величиной затухания в низкочастотных кабелях существует определенная зависимость, выраженная следующей формулой (1)

$$\frac{b1}{b2} = \sqrt{\frac{F1}{F2}} \qquad (1)$$

где F1, F2 - любые частты низкочастотного диапазона;

b1, b2 - затухание на частотах F1 и F2 соответственно.

Это соотношение не зависит от длины кабеля. В том случае, если АЧХ не соответствует нормам, но зависимость затухания от частоты примерно сохраняется, причиной превышения нормы является повышенная длина кабельных участков, по сравнению с допустимой, принятой в соответствии с проектными нормативами.

Если же соотношение (1) нарушается и АЧХ загибается кверху на более высоких частотах, то наиболее вероятной причиной превышения нормируемого значения, является замокание кабеля.

На рисунке 4 показано изменение затухания на частоте 2400 Гц для каждого измерительного сеанса. Как следует из рисунка, практически в каждом сеансе, наблюдается значительное превышение нормируемого значения.

На рисунке 5 показано изменение затухания на частоте 1800 Гц для каждого измерительного сеанса. Как следует из рисунка во многих сеансах нормируемое значение параметра превышено.

На рисунке 6 показано изменение затухания на частоте 1020 Гц. Во всех измерительных сеансах затухание соответствует заданной норме.

На физических линиях АЧХ монотонно возрастает с ростом частоты. Полученные результаты показывают, что направление связи, взятое для примера, организовано на базе физической линии. Подставив в формулу (1) значения затухания на частотах 1020 Гц и 2400 Гц отмечаем, что в рассмотренном случае зависимость затухания от частоты нарушена, поэтому имеет место повреждение физической линии.

На рисунке 7 приведена амплитудно-частотная характеристика коммутируемого канала направления связи, на котором обнаружено замокание кабеля.

На участках, где используются каналы систем передачи, наиболее вероятной причиной нарушения АЧХ является недопустимо большое число последовательно включенных каналов. Такая ситуация наиболее вероятна на междугородных участках сети.

Из всех типов систем передачи наибольшую опасность представляют системы с частотным разделением каналов (К-60, К-120, К-1920, Р-600 и т.д.), в которых с целью уменьшения межканальных переходов используются кварцевые фильтры с весьма крутыми срезами. В системах передачи КРР, "Кама" и системах передачи с временным разделением каналов (типа ИКМ) используются фильтры с более пологими срезами, последовательное включение которых, как правило, не приводит к существенному искажению АЧХ.

Подозреваемый участок отыскивается путем проведения измерений в различных направлениях от станции, осуществляющей поиск. Для определения участка, приводящего к искажению АЧХ, целесообразно разделить составные каналы на более короткие участки, например, на местные участки на исходящем и входящем концах направления и междугородный участок.

6 Соотношение уровней сигнала и шума

6.1 Виды помех

В коммутируемых каналах измеряют интегральный параметр соотношения уровня сигнала и суммарной мощности шумов - помех.

Все виды помех можно разделить на две группы: аддитивные и мультипликативные помехи.

Аддитивные помехи, проявляются в свободном от сигнала канале, мультипликативные помехи проявляются в канале, загруженном сигналом.

Для телефонных переговоров опасны аддитивные помехи, для документальной электросвязи оба вида помех примерно равноценны. Поэтому для эксплуатационных измерений коммутируемых каналов целесообразно нормировать суммарное воздействие всех видов помех, попадающих в частотный спектр канала.

6.2 Аддитивные помехи

Аддитивные помехи проявляются в свободном от сигнала канале. К аддитивным помехам относят:

- флуктуационные помехи;

- переходы с соседних цепей или каналов информационных сигналов;

- переходы с соседних цепей или каналов одночастотных сигналов управления установлением соединений или разъединений (селективные помехи), сосредоточенная мощность которых, как правило, существенно больше мощности информационных сигналов в данном участке спектра частот;

- переходы с близкорасположенных кабелей промышленной частоты (50 Гц) или ее гармоник. Проникновение частоты 50 Гц и ее гармоник может происходить и за счет общих заземляющих устройств.

В том случае, если измеренное значение сигнал/шум ниже нормы, определение причины этого явления нужно начать с оценки мощностей аддитивных помех.

Наиболее распространенной причиной помех являются флуктуации, обусловленные тепловым движением. Флуктуации и обусловленные ими помехи, заложены глубоко в природе вещей, это результат дискретного строения вещества и статистической природы ряда физических величин. Поэтому флуктуации этих физических величин принципиально неустранимы, и можно лишь ставить вопрос о том, какова относительная величина флуктуаций и каким образом можно на нее повлиять. Так, например, уровень тепловых шумов в каналах связи ограничивается допустимым усилением линейных усилителей, что, в свою очередь, ограничивает длину усилительных участков.

Остальные виды аддитивных помех могут быть исследованы и по возможности устранены.

Прибор AnCom TDA-5 позволяет просмотреть на мониторе ПЭВМ спектральное распределение помех в режиме визуального контроля в процессе измерений или в специальном режиме исследования. Это позволит достаточно точно определить причину низкого соотношения сигнал/шум от аддитивных помех.

Спектральная характеристика шума, возникающего за счет поврежденного кабеля, имеет больший уровень помех на более высоких частотах, выше 2,0 -2,5 кГц

В диапазоне низких частот (до 500 Гц) просматриваются спектральные составляющие от гармоник частоты 50 Гц (250,300, 350...Гц) довольно высокой мощности, согласно рисунка 8.

Селективные помехи в различных системах автоматизации имеют разные частоты и они хорошо распознаются из-за большой амплитуды.

Аддитивные помехи чаще всего возникают на низкочастотных кабельных участках местной сети, системах передачи с частотным разделением каналов. На каналах ИКМ аддитивных помех практически нет.

Поиск участка с большими аддитивными помехами следует проводить, варьируя различные направления и сокращая длину связи до одного подозреваемого участка.

Следует отметить, что соотношение сигнал/шум может иметь различное значение в каждом направлении передачи. Это происходит в том случае, если помеха проникает в канал не равномерно по всей его длине, а сосредоточенно, ближе к одному из концов канала. В этой точке уровень сигнала от "дальнего" абонента существенно ниже уровня сигнала от "ближнего" абонента, поэтому соотношение сигнал/шум, измеренное абонентом, более близко расположенного к точке проникновения помех, будет существенно ниже соотношения сигнал/шум, измеренного на противоположном конце канала.

6.3 Мультипликативные помехи

Мультипликативные помехи, появляются в канале, загруженном сигналом, (шумы за счет паразитной модуляции, нелинейности и шумы квантования в цифровых системах).

Мультипликативные помехи появляются за счет взаимодействия сигналов и помех друг с другом. Математически это сводится к процессу перемножения частотных составляющих сигналов и помех, а физически - к появлению новых частот, равных всевозможным комбинациям взаимодействующих частот сигналов и помех.

К мультипликативным помехам относят:

- гармоники и комбинационные частоты от передаваемых сигналов;
- паразитная модуляция сигнала частотой 50 Гц и её гармониками;
- шумы квантования в системах ИКМ, или, как их называют, сопровождающие помехи.

Мультипликативные помехи возникают в каналах систем передачи, которые представляют собой нелинейную систему, в которой каждая частота на ее входе дает свои гармоники и во взаимодействии с другими частотами дает комбинационные частоты. Коэффициент нелинейности исправного канала не должен превышать 2-3%, что соответствует разности полезного сигнала и суммарного уровня мультипликативных помех не менее чем 30 дБ.

Паразитная модуляция частотой 50 Гц и ее гармониками, как правило, возникает в системах передачи, электропитание которых осуществляется от переменного тока. При этом, вокруг любой частоты F, передаваемой в канале, возникают боковые частоты типа (F±n 50). Так как гармоники 50 Гц, проникающие в канал, имеют сравнительно большие амплитуды, то и уровень боковых частот может быть достаточно велик.

Для основного сигнала эти боковые частоты являются помехой, а за счет близости к частоте сигнала их практически невозможно отфильтровать или обработать иным способом, чтобы снизить их влияние на сигнал. При измерении соотношения сигнал/шум эти помехи являются составной частью общих помех в канале. При визуализации процесса измерения они наблюдаются, как ряд боковых частот, с уменьшающейся амплитудой, вокруг измерительной частоты 1020 Гц, согласно рисунка 9. Эти помехи могут быть измерены прибором AnCom TDA-5 в режиме измерения защищенности от продуктов паразитной модуляции 50 Гц. Уровень этого вида помех должен быть не менее, чем на 30 дБ ниже уровня полезного сигнала.

Третьим видом мультипликативных помех являются сопровождающие помехи. Эти помехи возникают в системах передачи с ИКМ за счет шумов квантования. При нормальной работе кодека уровень помех должен быть не меньше, чем на 33 дБ ниже уровня полезного сигнала. При повреждении кодека системы ИКМ, шумы квантования увеличиваются и могут сравняться по уровню с другими помехами. Методика поиска шумов квантования сводится к поиску участка с помехами и, если на этом участке работает

система ИКМ, то измеренный уровень шума в каналах этой системы является шумом квантования, т.к. другие виды помех в этих каналах незначительны. Такое повреждение может быть в одном или нескольких каналах ИКМ.

6.4 Алгоритм поиска причины занижения нормируемого значения соотношения сигнал / шум

6.4.1 При низком значении соотношения сигнал/шум, рекомендуется следующий алгоритм определения причины этого явления:

- установить прибор AnCom TDA-5 в исследовательский режим и просмотреть в этом режиме процесс измерения направления связи, загруженного синусоидальным сигналом 1020 Гц [5];

- рассмотреть распределение уровней сигнала и помех в частотном диапазоне канала. При равномерном распределении помех в частотном диапазоне канала - это предположительно, аддитивные помехи в каналах систем передачи.

6.4.2 При существенном повышении уровня помех на более высоких частотах, это, предположительно, аддитивные помехи в низкочастотных кабелях, особенно в поврежденных кабелях. Это предположение можно проверить, наблюдая АЧХ канала. При повреждении кабеля резко увеличивается затухание на верхних частотах диапазона.

Аддитивные помехи за счет гармоник напряжения переменного тока 50 Гц видны дискретно (50, 100, 150 и т.д.), примерно, в диапазоне до 500 Гц. Обычно источником этих помех могут быть близкорасположенные силовые кабели или их общая с кабелями связи система заземления.

Селективные помехи могут наблюдаться в различных диапазонах частотного спектра. Сигналы управления действуют ограниченное время, поэтому время наблюдения должно быть достаточно продолжительным или контроль следует вести на достаточно большом числе каналов пучка.

6.4.3 При коэффициенте нелинейности в канале связи более 2-3% на мониторе ПЭВМ хорошо просматриваются вторая и третья гармоники от

измерительной частоты 1020 Гц, соответственно, на частотах 2040 и 3060 Гц, согласно рисунка 10.

Визуально видны помехи, вызванные паразитной модуляцией частотой 50 Гц и ее гармониками, они наблюдаются, как ряд боковых, с уменьшающейся амплитудой, вокруг измерительной частоты 1020 Гц (см. рисунок 9).

При уровне помех, вызванных нелинейными искажениями и продуктами паразитной модуляции гармониками частоты 50 Гц в пределах значений, определенных в подразделе 6.2, необходимо исследовать помехи, вызванные шумами квантования.

В этом случае следует определить предположительно участок сети, где возникают помехи и, если на этом участке работает система ИКМ, измерить её каналы. Измерение шумов квантования в каналах системы ИКМ целесообразно осуществлять прибором AnCom ТДА-5 в режимах измерения шумов квантования по Рекомендации МСЭ-Т О.132 [5] с одночастотным сигналом или по Рекомендации МСЭ-Т О.131 [6] с многочастотным сигналом.

7 Дрожание фазы сигнала

Дрожание фазы сигнала (джиттер) проявляется в каналах систем передачи, в том случае, если помехи попадают в цепи формирования несущих частот систем передачи с частотным разделением каналов .

В этом случае фаза передаваемого сигнала начинает колебаться (дрожать) в соответствии с характером помехи.

Современные системы передачи с ЧРК получают несущие частоты от своих высокостабильных генераторов и поэтому помехи в этих цепях исключительно редки и возможны лишь при повреждениях. Джиттер появляется в системах передачи КРР и "Кама", где для синхронизации несущих частот на двух станциях, используется метод передачи с ведущей на ведомую стан-

цию синхрочастоты 8 кГц по кабельным парам, тем же, по которым организован и линейный тракт системы.

В этом случае помехи в кабельной паре могут "загрязнять" синхрочастоту и поэтому на ведомой станции несущие частоты всех или многих каналов системы также будут "загрязнены" помехами, в результате чего в этих каналах возникнет джиттер.

Для поиска и устранения джиттера предлагается следующий порядок проведения работ:

- анализ схемы организации направлений связи, на которых обнаружен джиттер;

- при наличии на этих направлениях систем передачи КРР или "Кама" необходимо измерить помехи в парах кабеля, по которым осуществляется передача синхрочастоты 8 кГц Помехозащищенность синхрочастоты должна быть не ниже 25 дБ;

- на время измерения передача синхрочастоты должна осуществляться по резервной паре. При отсутствии резервных пар кабеля, станции должны быть переведены в кратковременный режим автономного питания несущими. Предварительно вручную, должны быть уравнены частоты несущих. Метод этого уравнивания описан в инструкциях по эксплуатации систем передачи;

- при получении низкой помехозащищенности необходимо переключить работу системы на другие резервные пары, если они имеются, и осуществить поиск и устранение источника помех в кабельных парах;

- при использовании специальных кабельных сетей для распределения синхрочастоты от одного высокостабильного источника по всем станциям, оборудованным системами передачи КРР и "Кама", низкая помехозащищенность синхрочастоты может возникнуть не непосредственно на участке между станциями, обнаружившими джиттер, а на других участках распределительной сети 8 кГц. В этом случае должен быть проведен

анализ структуры распределительной сети синхрочастот и систем передачи, где обнаружена повышенная величина джиттера;

- источник джиттера может быть "местного" характера, на одной из оконечных станций. На цепи несущих частот могут влиять цепи питания самой станции, при питании ее от переменного тока. Причина и методы борьбы с этим явлением рассмотрены в разделе 6, при описании поиска причин источников аддитивных и мультипликативных помех.

8 Импульсные помехи и кратковременные перерывы

8.1 Общие положения

В соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т G.113 [7]:

- импульсная помеха - кратковременный всплеск напряжения с частотами в пределах спектра канала связи, амплитуды которых на 5 дБ больше уровня сигнала;

- кратковременный перерыв - снижение уровня полезного сигнала на 17 дБ и более на время менее 300 млс.

При телефонной связи импульсные помехи и кратковременные перерывы ощущаются как щелчки и шорохи при времени перерыва до 80-100 млс и как провалы в передаче информации при времени перерыва более 80-100 млс. При сравнительно малом количестве ИПП они не оказывают существенного влияния на оценку абонентом качества связи.

При передаче документальной информации ИПП вызывают ошибки и пакеты ошибок, которые из-за использования в средствах документальной связи алгоритма обнаружения и исправления ошибок путем переспроса, могут привести к резкому сокращению объема переданной информации. При малом числе перерывов - эти потери не очень существенны. При большом числе перерывов – передача данных практически становиться невозможной.

8.2 Источники ИПП

8.2.1 ИПП возникают в канале из-за нарушения целостности электрической цепи в местах плохо пропаянных соединений или непаянных (контактных) соединений (в каждом тракте коммутируемой сети таких соединений огромное количество). Удельный вес ИПП от этих контактов сравнительно мал (около 10 %) и может быть еще уменьшен путем проведения тщательного технического обслуживания. Так например, плохие пайки выявляются наружным осмотром и методом " простукивания" под контролем прохождения сигнала. Плохие разъемные соединения, как правило, устраняются чисткой (протиркой) контактов для удаления окиси и грязи.

Еще одним источником ИПП являются контактные соединения в реле, координатных соединителях, шаговых искателях и других приборах, функцией которых является переключение цепей во время коммутационного процесса. Возможны следующие ситуации:

- нарушение контакта во время спокойного состояния прибора, т.е. нарушение нормальной работы прибора;

- возникновение импульсной помехи в смежных цепях при правильной работе коммутационного прибора.

Количество ИПП в тракте канала зависит от типа коммутационного оборудования. Подавляющее число ИПП дает оборудование декадно-шаговых АТС.

8.2.2 Одним из основных источников ИПП в АТС ДШ является главный коммутационный прибор - декадно-шаговый искатель. Нарушение контакта на участке Щетка-Ламель, возникающее за счет грязных контактных поверхностей и неправильно отрегулированного давления щеток на ламель. Это явление, в основном, устраняется при профилактике оборудования, путем регулировки контактного давления щеток в соответ-

ствии с инструкцией и тщательной очисткой рабочих поверхностей ламелей искателя с помощью спирта-ректификата.

Необходимо обеспечить равенство контактного давления верхней и нижней щетки на ламель. Если это правило не соблюдается, в соответствии с инструкцией, может возникнуть вибрация щеток, которая часто приводит к нарушению контакта. Вероятность нарушения контакта, многократно увеличивается при активной работе (установлении соединений) других искателей за счет вибрации, передающейся на искатель в установленном соединении через конструктив общего статива. Описанное явление максимально увеличивает частость появления плохих контактов в часы наибольшей нагрузки . Большую вибрацию статива вызывают те приборы ДШИ, в которых разрегулирована механическая система шаговых искателей. Такие искатели должны быть тщательно отрегулированы, а если это невозможно - сняты с эксплуатации.

Возможна ситуация, когда разрегулированный искатель замыкает своей щеткой две соседние ламели при осуществлении поиска свободного выхода в общем многократном поле. Это повреждение обнаруживается непосредственно на стативе или на регулировочном стенде при пошаговой проверке работы ДШИ. Если Щетки изношены настолько, что не поддаются регулировке, они должны быть заменены.

Помехи в работу тракта может вносить контактная система релейного комплекта ДШИ за счет нарушения контактов, если они должны быть замкнуты, или, наоборот, за счет замыкания контактов, если они во время установленного соединения должны быть разомкнуты. Эти неправильные размыкания или замыкания также возникают от вибрации статива и могут быть устранены путем тщательной чистки и регулировки контактных систем реле на регулировочном стенде, в соответствии с инструкциями на оборудование.

8.2.3 Основной коммутационный прибор в АТС К - координатный соединитель. Во время установленного соединения контакт между двумя

струнами надежно блокируется и, как правило, не нарушается. Вибрация стативов на станциях координатного типа практически отсутствует. Профилактика релейных контактов этих станций должна проводиться в соответствии с инструкцией.

8.2.4 Источников ИПП в электронных станциях еще меньше, чем в координатных. ИПП могут появляться лишь в плохих пайках или разъемных соединениях индивидуального оборудования канала.

8.2.5 На городских участках сети ТфОП используются межстанционные соединительные линии различных типов:

- физические кабельные линии;

- кабельные линии оборудованные системами передачи КРР и "Кама";

- системы передачи с импульсно-кодовой модуляцией различной емкости.

В большинстве случаев для сопряжения станций с аналоговыми каналами соединительных линий используется специальное оборудование - комплекты реле соединительных линий.

Исследования показывают, что наиболее часто ИПП на межстанционных соединительных линиях возникают в точках сопряжения линейного и станционного оборудования - в релейных комплектах соединительных линий. Причина ИПП аналогична тому, что и в оборудовании АТС - в загрязненной или обгоревшей контактной системе и неправильном контактном давлении между пружинами реле. При большой нагрузке и одновременной работе большого числа реле на стативе может возникнуть вибрация.

Основной мерой предотвращения этих явлений можно считать своевременную и тщательную профилактику всех комплектов РСЛ, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Комплекты РСЛ, работающие совместно с аппаратурой КРР и "Кама", должны находиться под особым контролем эксплуатационного персонала. Как правило, стативы РСЛ (РСЛ-У для этих систем), стоят в одних рядах с

аппаратурой КРР, "Кама" и подключены к одной шине питания и одной шине заземления.

К контактам РСЛ-У приложено напряжение 60В, а в некоторых точках аппаратуры систем КРР и "Кама" амплитуда полезных сигналов не превышает нескольких мВ. Такая большая разница амплитуд является причиной возникновения ИПП.

8.2.6 Одной из возможных причин повышенного значения ИПП, могут быть внешние наводки от близко расположенных электрических кабелей, грозовых разрядов и т.д.

На рисунке 11 показаны результаты измерений ИПП на одном из направлений связи, включающим участок воздушной линии, поэтому любые внешние наводки от соседних цепей, грозовых разрядов и т.д. приводят к возникновению большого числа ИПП. Как показано на рисунке 11 в отдельных измерительных сеансах ИПП значительно превышает нормируемые величины.

8.3 Поиск причины возникновения ИПП

Алгоритм поиска участка повреждения следующий:

- по результатам измерений необходимо провести анализ наиболее вероятных участков возникновения ИПП. В подавляющем большинстве случаев, это станционное коммутационное оборудование или межстанционные соединительные линии;

- провести измерения, локализующие подозреваемый участок (между двумя узлами или между оконечной станцией и узлом), выбирая в первую очередь те участки, где работает оборудование, которое наиболее часто является источником ИПП. Измерения следует проводить в час наибольшей нагрузки,так как именно в этот период число ИПП многократно возрастает;

- при выявлении участка с большим количеством ИПП и наличии на этом участке декадно-шаговой АТС, целесообразно поиск причин возникно-

вения ИПП начинать именно с этой АТС, с поиска конкретного оборудования. Как правило, это декадно-шаговые искатели, сгруппированные на определенных стативах;

- локализация стативов и приборов может быть осуществлена путем выявления ШНУРА, где отмечено большое количество ИПП. Для этого проводится измерение очередного канала с визуальным контролем ИПП, и если, измеренное значение превышает норму, то соединение должно удерживаться (путем снятия телефонных трубок или программно). После проведения нескольких измерений, могут быть выявлены стативы, где наиболее вероятно сконцентрированы источники ИПП;

- если проведенные измерения показывают, что источником ИПП не является оборудование декадно-шаговой АТС, то источник ИПП следует искать на межстанционных соединительных линиях. Поиск осуществляется аналогичным образом.

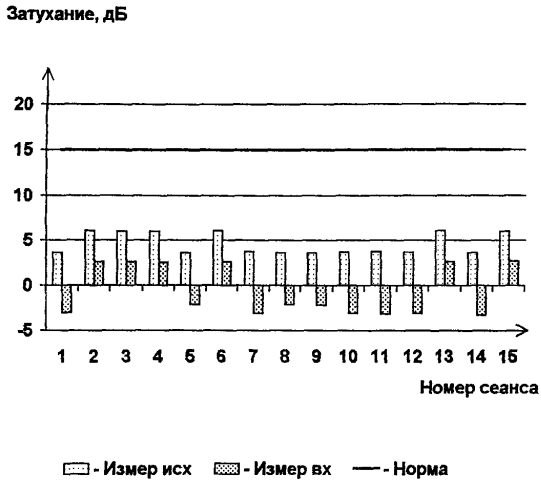


Рисунок 1 - Затухание сигнала на частоте 1020 Гц при анизотропности телефонных каналов

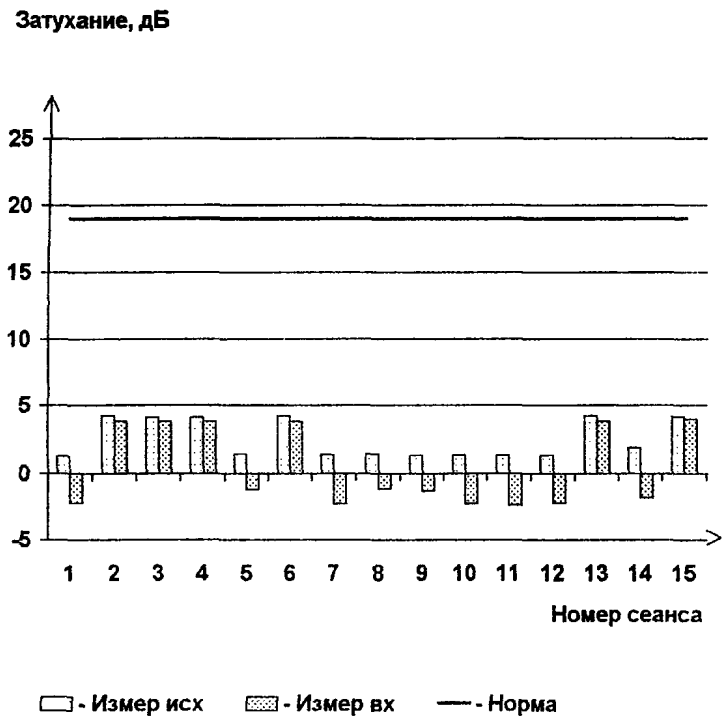


Рисунок 2 - Затухание сигнала на частоте 2400 Гц при анизотропности телефонных каналов

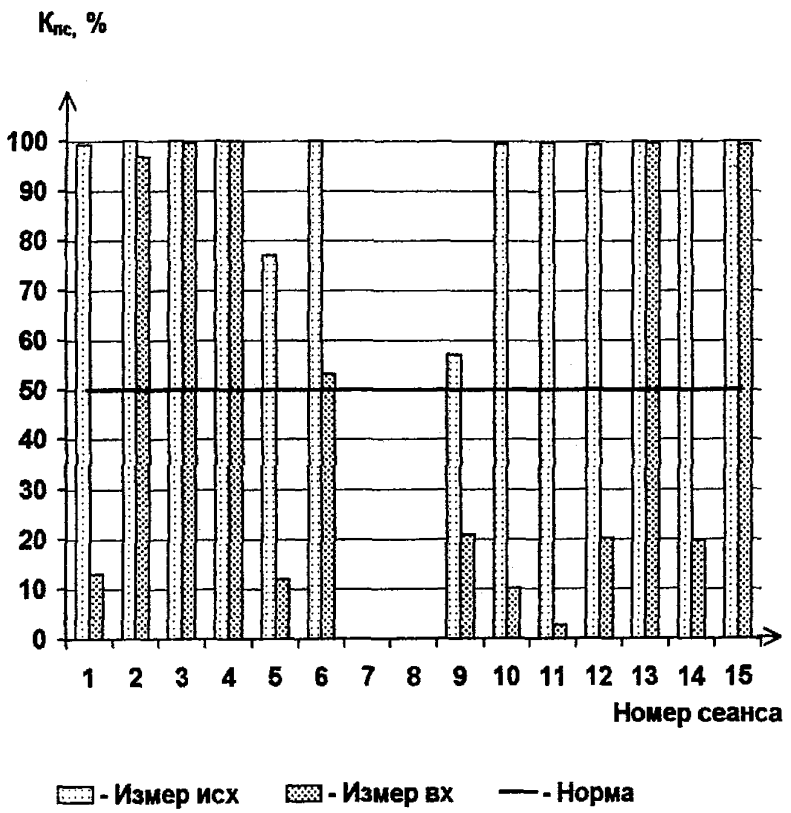


Рисунок 3 - Коэффициент пропускной способности канала передачи данных

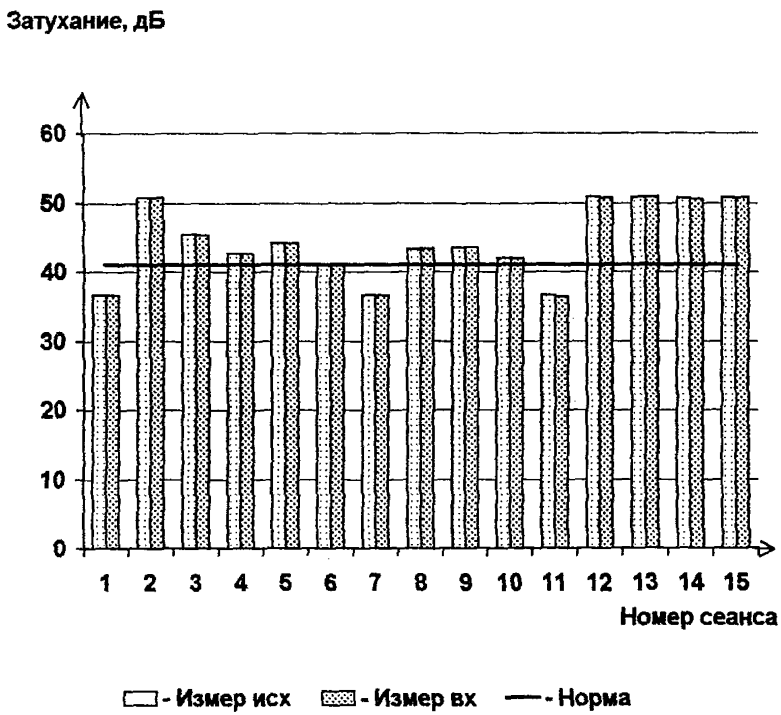


Рисунок 4 - Затухание сигнала на частоте 2400 Гц в каждом из 15 сеансов

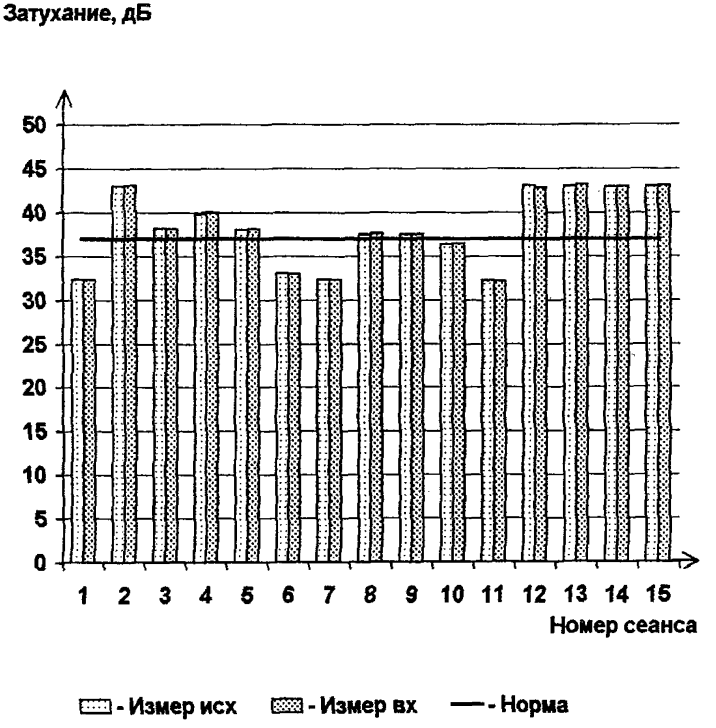


Рисунок 5 - Затухание сигнала на частоте 1800 Гц в каждом из 15 сеансов

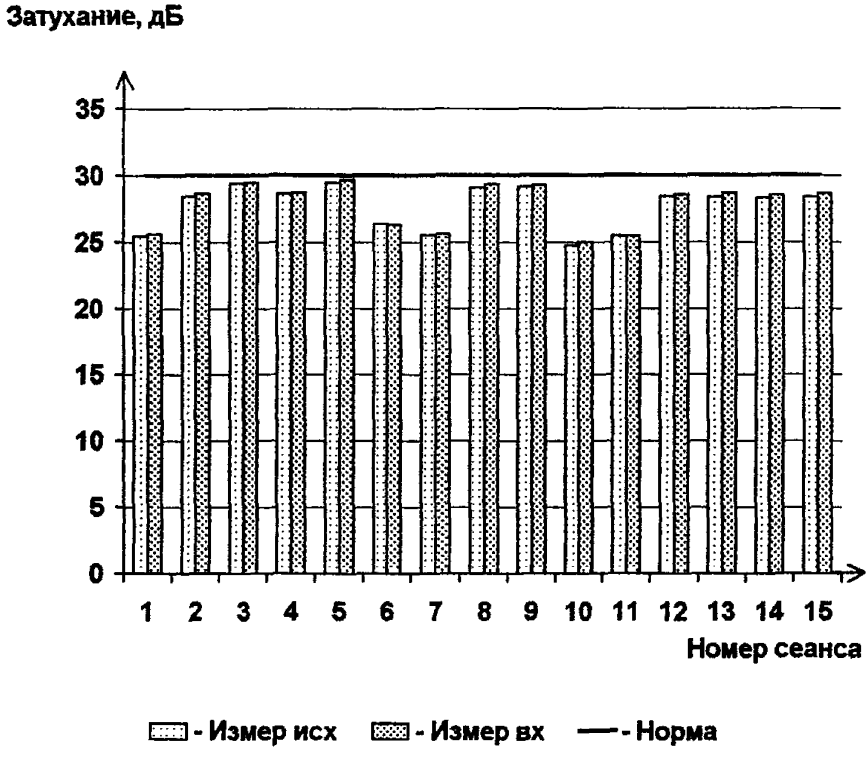


Рисунок 6 - Затухание сигнала на частоте 1020 Гц в каждом из 15 сеансов

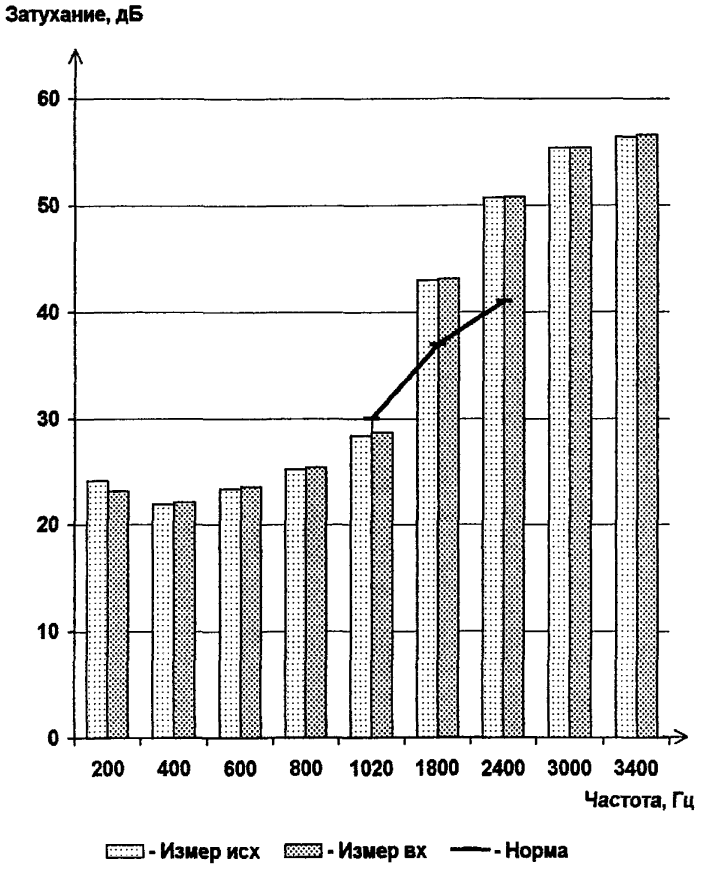


Рисунок 7 - Амплитудно-частотная характеристика скоммутированного телефонного канала (сеанс № 15)

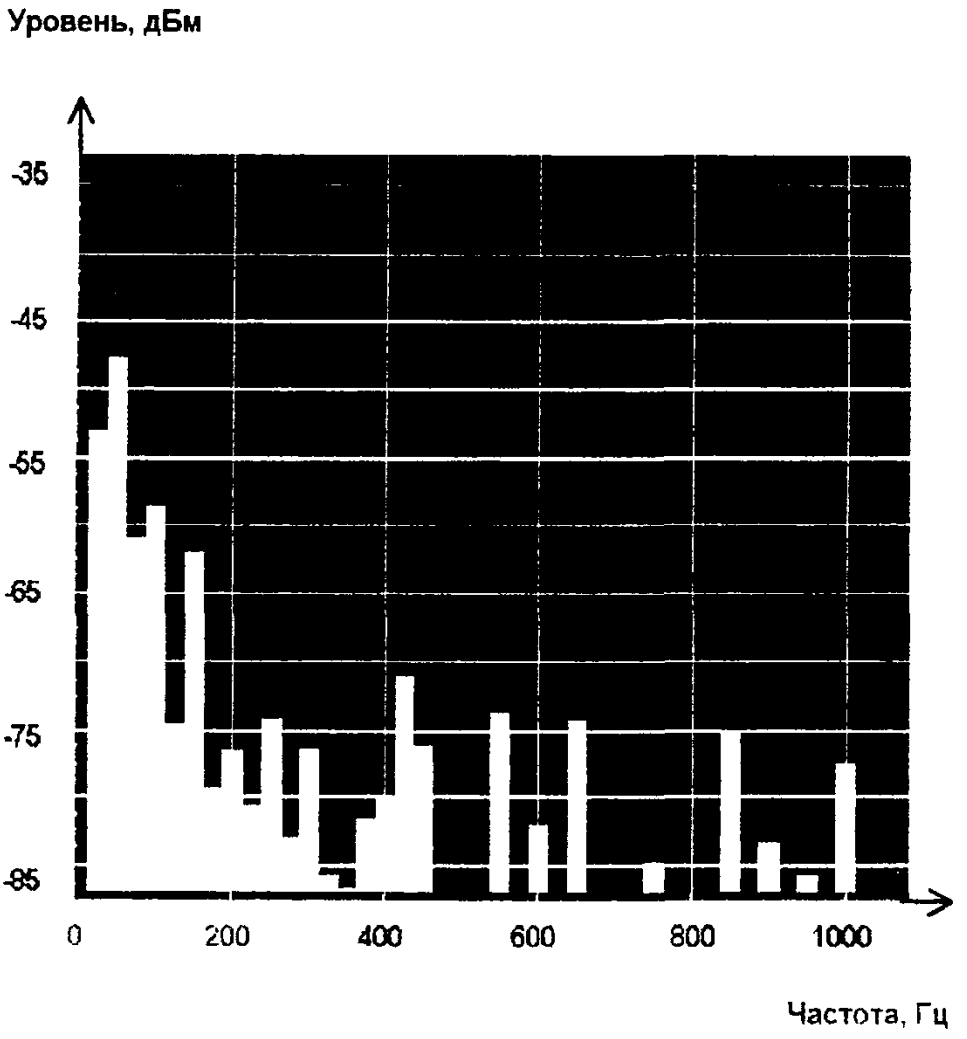


Рисунок 8 - Спектральная характеристика селективных помех от источника питания

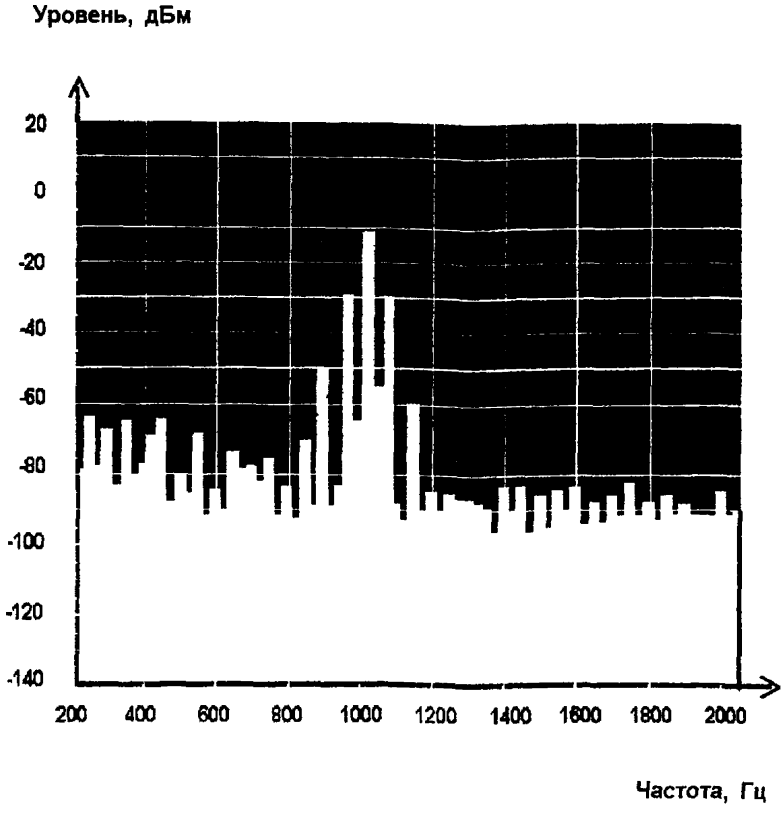


Рисунок 9 - Спектральная характеристика сигнала частотой 1020 Гц при наличии паразитной модуляции сигнала помехами источника питания

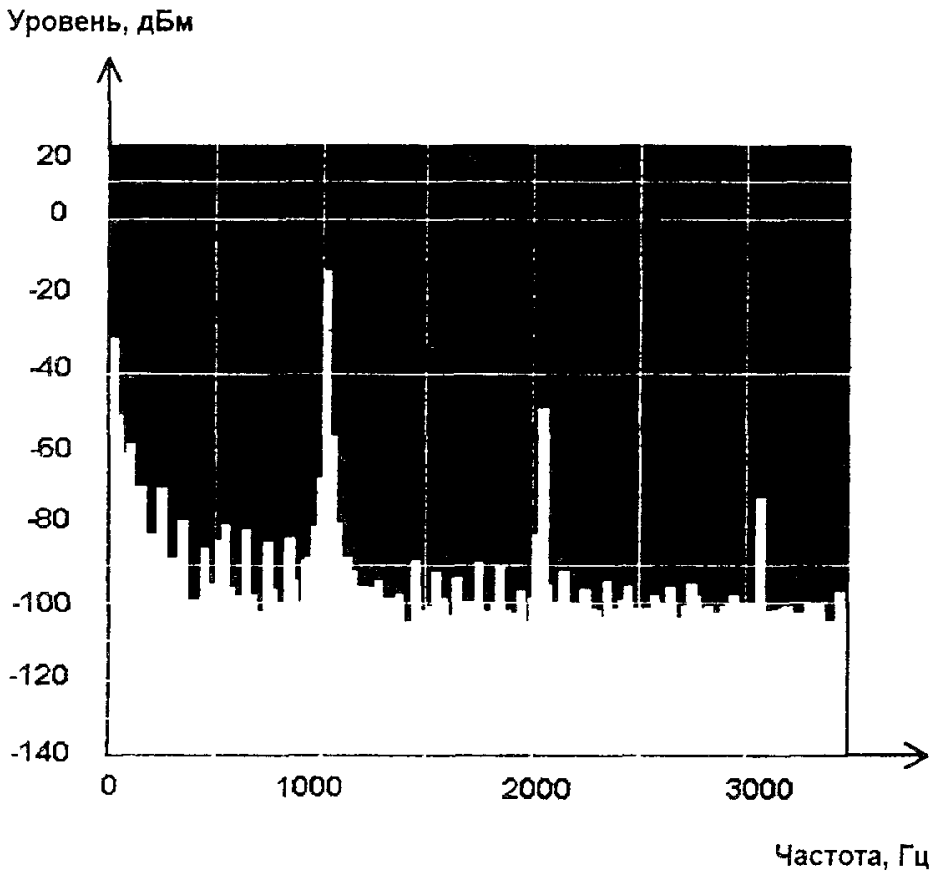


Рисунок 10 - Спектральная характеристика сигнала частотой 1020 Гц при при наличии нелинейных искажений

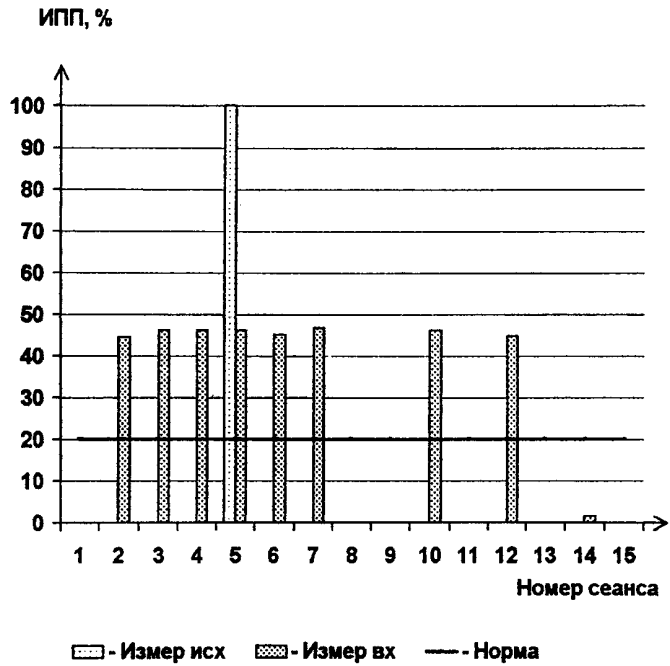


Рисунок 11 - Импульсные помехи и перерывы

Приложение А
(справочное)

Библиография

[1]	Приказ Госкомсвязи России от 05.04.99г. N 54 "Об утверждении эксплуатационных Норм на электрические параметры коммутируемых каналов сети ТФОП"
[2] Рекомендация МСЭ-Т V. 22 бис	Дуплексный модем на 2400 бит/с с применением метода частотного разделения, стандартизованный на коммутируемой сети общего пользования и двухточечных 2-проводных арендованных каналах телефонного типа
[3] Рекомендация МСЭ-Т V. 42	Процедура исправления ошибок для АКД с асинхронно-синхронным преобразованием
[4]	Руководящий документ по общегосударственной системе автоматизированной телефонной связи (ОГСТфС)
[5] Рекомендация МСЭ-Т О.132	Прибор для измерения искажения квантования с использованием синусоидального сигнала

[6] Рекомендация МСЭ-Т О. 131 — Прибор для измерения искажения квантования с использованием псевдослучайного шумового сигнала

[7] Рекомендация МСЭ-Т G.113 — Снижение качества передачи

УДК

Ключевые слова: операторы связи, эксплуатационные нормы, система измерений, программно-аппаратный измерительный комплекс, электрические параметры коммутируемых каналов, остаточное затухание, амплитудно-частотная характеристика, соотношение сигнал/шум, дрожание фазы, импульсные помехи и перерывы, пропускная способность каналов передачи данных, результаты измерений, классы качества направлений

ООО «Антон»

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии ООО «МК-Полиграф»
105082, Москва, Переведеновский пер , 21
Заказ 347 Тираж 300 экз

gost.e-ecolog.ru