

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Северо-Кавказский филиал
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики»



Кафедра «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Методические указания
к выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Методы и средства измерений в телекоммуникациях»

для студентов по направлению подготовки
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
профиль Мобильная связь и интернет вещей квалификация «бакалавр»

Ростов-на-Дону
2022

УДК 621.317
ББК 31.221
Б

Составители: доцент кафедры ИТСС Борисов Б.П.

Данное методическое пособие предназначено для обеспечения проведения лабораторных занятий со студентами направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиля Мобильная связь и интернет вещей, квалификации «бакалавр».

Пособие обеспечивает получение практических навыков по основополагающим вопросам изучаемой дисциплины.

Объем методического пособия определен программой по дисциплине «Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах» для студентов очно-заочной и заочной форм обучения.

Рецензент: Зав. кафедрой ИТСС канд. тех. наук Юхнов В.И.

Методическое пособие рассмотрено и утверждено на заседании кафедры ИТСС
«19» декабря 2022 г. Протокол № 5.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Организация и проведение лабораторных занятий.....	4
1.1	Цели и задачи лабораторных занятий.....	4
1.2	Общие правила работы в лаборатории	5
1.3	Подготовка к выполнению лабораторных работ.....	6
1.4	Порядок выполнения лабораторных работ.....	6
1.5	Порядок оформления отчета.....	7
1.6	Указания по технике безопасности.....	8
2	Лабораторная работа №1 «Изучение устройства и основ эксплуатации измерительных генераторов электросвязи и измерителей уровней»	10
3	Лабораторная работа № 2 «Измерение остаточного затухания, АХ и АЧХ каналов и трактов и их паспортизация»	16
4	Лабораторная работа № 3 «Измерение параметров телекоммуникационной системы В-12-3»	19
5	Лабораторная работа № 4 «Измерение параметров телекоммуникационной системы ИКМ-15»	23
6	Лабораторная работа № 5 «Измерение параметров телекоммуникационной системы ИКМ-480»	30
7	Лабораторная работа № 6 «Измерение параметров гибкого мультиплексора МК-2048 ГК»	33
8	Лабораторная работа № 7 «Измерение параметров беспроводного атмосферно оптического оборудования серии МОСТ 100/500»	36
9	Лабораторная работа № 8 «Измерение параметров мультиплексора SDH МЦП-155К»	41

1 Организация и проведение лабораторных занятий

1.1 Цели и задачи лабораторных занятий

Целью лабораторных занятий является:

- углубление и закрепление знания теоретического курса путем практического изучения изложенных в лекции законов и положений в лабораторных условиях;
- приобретение навыков в научном экспериментировании, анализе полученных результатов;
- практическое ознакомление с многоканальным оборудованием и измерительной аппаратурой и методами работы на них;
- формирование первичных навыков организации, планирования и проведения научных исследований.

Лабораторные занятия (ЛЗ)– интегрируют теоретико-методологические знания и практические умения, и навыки студентов в едином процессе деятельности учебно-исследовательского характера. На ЛЗ одной из эффективных форм работы является совместная групповая работа.

Задачей ЛЗ является формирование у выпускника способности, решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности:

- сервисно-эксплуатационная деятельность: организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования; доведение инфокоммуникационных услуг до пользователей;

- экспериментально-исследовательская деятельность: способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; составление отчета по выполненному заданию.

В соответствии с рабочей программой дисциплины МТС ЛЗ предусматривают выполнение 14-ти лабораторных работ, каждая из которых включает:

а) подготовку к выполнению лабораторной работы, направленной на изучение лабораторного стенда или соответствующего типа оборудования и связанного с ними теоретического материала;

б) проведение самостоятельно лабораторных работ структурно и логически связанных друг с другом;

в) индивидуальную отчетность по лабораторным работам с подтверждением достоверности полученных результатов, пояснением физического смысла составляющих представляемых результатов и ответом на базовые контрольные вопросы.

г) формирование опорного конспекта по лабораторному практикуму.

Лабораторные занятия методически обеспечиваются лабораторными макетами, плакатами, справочниками, измерительными приборами и инструкциями по их использованию, методическими руководствами к лабораторным работам.

По окончании лабораторного практикума у каждого студента формируется опорный конспект, который является основой для дальнейшего совершенствования навыков в области принципов построения и устройства систем и средств телекоммуникаций.

1.2 Общие правила работы в лаборатории

При работе в лаборатории студенты должны:

1. Строго соблюдать установленные правила внутреннего распорядка и техники безопасности.
1. Неукоснительно выполнять требования инженерно-технического состава лаборатории.
2. Начало любых видов работ начинать с приема исходного состояния комплекса технических средств на рабочем месте и заканчивать приведением комплекса технических средств в исходное состояние.
3. При выполнении лабораторных работ строго соблюдать следующие правила работы с оборудованием, макетами и измерительными приборами:
 - а) до подачи напряжения питания на рабочее место все устройства должны находиться в исходном состоянии.
 - б) при включении в схему измерений прибора постоянного тока необходимо следить за полярностью включения;
 - в) все действия с оборудованием выполнять в соответствии с методическими указаниями на лабораторную работу.

При изучении инструкции по эксплуатации оборудования необходимо обращать особое внимание на указания по мерам безопасности.

Нельзя пользоваться неисправными приборами. О любой неисправности докладывать преподавателю или персоналу лаборатории.

При решении экспериментальных задач могут возникнуть непонятные явления из-за неисправности блоков лабораторной установки, прибора, неправильной коммутации элементов при составлении измерительного канала или неправильных действий оператора. В таких случаях необходимо прекратить работу и выяснить причину, а в трудных случаях – обратиться к преподавателю, инженеру лаборатории или технику-инструктору.

Категорически запрещается вытаскивать блоки из стойки, разбирать приборы или устранять неисправности самим!

Решаемые в лаборатории задачи управления и контроля каналов связи являются учебными. Они проводятся в строгом соответствии с требованиями инструкций по эксплуатации и подготавливают обучаемых к квалифицированному решению эксплуатационных и измерительных задач в процессе обслуживания оборудования телекоммуникационных систем и сетей.

1.3 Подготовка к выполнению лабораторных работ

Объем каждой лабораторной работы можно успешно выполнить в отведенное учебное время только при условии тщательной предварительной подготовки, в процессе которой студенты должны:

а) повторить теоретический материал, относящийся к работе, пользуясь конспектом лекций и указанной литературой;

б) хорошо уяснить цели работы, программу работы, виды решаемых измерительных задач, их физический смысл, порядок выполнения работы;

в) рассмотреть схему электрическую структурную лабораторной установки, выяснить типы средств измерений, которые могут использоваться для экспериментального исследования;

г) изучить технические возможности лабораторной установки и макета, органы управления, индикации и подключения средств измерений, их исходное состояние перед проведением измерений, работу с приборами и объектами измерений при проведении измерений, методику снятия отсчетных значений показаний средств измерений;

д) подготовить в рабочей тетради по лабораторному практикуму формализованные данные и таблицы измерений, в соответствии с установленными формами.

По результатам подготовки студенты получают допуск на проведение лабораторных работ.

1.4 Порядок выполнения лабораторных работ

Лабораторные работы выполняются с соблюдением следующих требований:

1. На одном рабочем месте допускаются к работе смена в составе 2-3 студентов. Один из студентов является старшим. Каждый член смены должен вести рабочую тетрадь по лабораторным занятиям.

2. Работы выполняются по графику, составленному на весь период изучения дисциплины, студенты заранее знакомятся с этим графиком и с последовательностью выполнения работ.

3. К каждой работе прилагается методическое руководство к лабораторной работе. Работы построены по принципу повышения сложности и каждая последующая работа использует в определенном объеме результаты предыдущей, что делает невозможным выполнение последующей работы без выполнения предыдущей.

4. Перед началом работы необходимо проверить исходное состояние оборудования и готовность рабочего места к проведению работы и сообщить преподавателю о готовности или неготовности к проведению работы.

5. Решение экспериментальных задач начинается с коммутации схемы соединений, в процессе которой осуществляется необходимое соединение объекта измерения с измерительными приборами, коммутацию схемы соединений расчет выполняет самостоятельно. При этом особо тщательно контролируется полярность подключения источников питания и измерительных приборов. Правильность соединения элементов схемы и подключения измерительных приборов проверяют техник или преподаватель до включения схемы и измерительных приборов в сеть под напряжение.

Студенты не имеют права приступать к выполнению лабораторной работы без разрешения преподавателя.

6. Лабораторная работа выполняется под наблюдением преподавателя или персонала лаборатории.

7. Измерительные приборы устанавливаются на рабочем столе с учетом обеспечения свободного доступа ко всем органам подключения, регулировки и управления ими и в соответствии с их рабочим положением; их надо располагать так, чтобы было удобно читать показания приборов и исключить ошибки параллакса. Приборы, расположенные в лабораторной стойке вынимать запрещается.

10. После выполнения задания рабочее место приводится в исходное состояние.

1.5 Порядок оформления отчета

Отчет о проделанной лабораторной работе составляется каждым студентом в соответствии с указанными формами в тетради по лабораторному практикуму по схеме

"тетрадь в тетради", которая должна выполнять роль опорного конспекта в базисе непрерывной подготовки и при решении конкретных учебных и научно-исследовательских задач изучения и измерительного контроля аппаратуры телекоммуникационных систем и сетей в процессе обучения в ВУЗе.

Отчет должен содержать титульный лист (страница 1 тетради данного занятия), листы решения поставленных задач и заключительный лист отчетности.

Титульный лист располагается на правой странице тетради по лабораторному практикуму, заключительный – на левой странице. Между ними на двойном развороте тетради располагаются листы решения поставленных задач.

Титульный лист должен содержать:

1. тип и номер работы в соответствии с графиком прохождения лабораторного практикума;
2. наименование, цель и программу работы;
3. оборудование рабочего места;
4. информационный базис работы.

Формализованные формы листов включены в состав методического пособия.

Для получения отчетности студент должен представить отчет, подтвердить достоверность полученных результатов, пояснить физический смысл составляющих представляемых результатов и ответить на контрольные вопросы.

1.6 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности.

1. Приступая к работе, следует ознакомиться с источниками питания рабочего места, способами их включения, эксплуатации и выключения.
2. Определить места подключения лабораторного оборудования и измерительных приборов, убедиться в целостности розеток, вилок и шнуров питания.
3. Проверить наличие у используемого оборудования и измерительных приборов защитного заземления.
4. Перед проведением измерений убедиться в целостности изоляции соединительных проводников и измерительных кабелей.
5. Работу на оборудовании проводить строго в соответствии с предусмотренным заданием, особое внимание, уделяя правильному подключению сигнальных и корпусных штекеров к объектам измерений и приборам.

6. Запрещается прикасаться руками к зажимам, находящимся под напряжением; наличие напряжения на зажимах элементов схемы следует проверять только измерительным прибором.

7. Запрещается оставлять без наблюдения оборудование и измерительные приборы, подключенные к источнику питающего напряжения.

8. Все изменения в комплектации оборудования, а также устранение неисправностей производится только после отключения источников питания.

Будьте осторожны при работе с высоким напряжением! Соблюдайте правила техники безопасности!

Список рекомендованной литературы:

1. Хамадулин Э.Ф. Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах. Учебное пособие - М.: Юрайт, 2014

2. Гордиенко В.Н., Тверецкий М.С. Многоканальные телекоммуникационные системы. Учебник для вузов - М.: Горячая линия - Телеком, 2013

3. Гордиенко В.Н., Тверецкий М.С. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей. Учебное пособие для вузов - М.: Горячая линия – Телеком, 2012

4. Аминев А.В., Блохин А.В. Измерения в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс]: учебное пособие Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015

Лабораторная работа № 1

Тема: Изучение устройства и основ эксплуатации измерительных генераторов электросвязи и измерителей уровней

Цель работы:

1. Научиться применять СИ для исследования характеристик и измерения параметров систем радиосвязи.
2. Научиться проводить измерения параметров сигналов и оценивать погрешность измерений.
3. Научиться формировать представляемый результат по установленной форме и давать физическую интерпретацию результата измерения.

1 Краткие теоретические сведения

В настоящее время диапазон перекрываемых частот в радиоизмерительной технике простирается от постоянного тока до сотен гигагерц. Пределы измеряемых мощностей находятся в диапазоне от 10~21 до 108 Вт, пределы измерений полных сопротивлений от короткого замыкания до холостого хода при активном сопротивлении - от 6 до 1018 Ом, затухания сигналов - от долей децибела до 100 дБ и более. Широко распространенными в сфере производства и эксплуатации являются измерительные генераторы, измерительные приборы частоты, приборы для измерения напряжения, наблюдения, измерения и исследования формы сигналов и спектра, средства измерения параметров элементов и СВЧ трактов.

Измерительный генератор – прибор, предназначенный для создания электрических колебаний различной формы при определенных значениях мощности, напряжения или (и) тока (генератор мощности, напряжения, тока). В зависимости от того, встроен генератор в измерительный прибор или применяется самостоятельно, различают генераторы внутренние и внешние. Соответственно генерируемой форме колебаний существуют генераторы синусоидального напряжения и генераторы импульсные. Широко распространены измерительные генераторы сигналов прямоугольной формы и генераторы измерительные пилообразного напряжения. Относительно диапазона частот различают следующие виды измерительных генераторов: низкой частоты, высокой частоты, сверхвысокой частоты, шума. В измерительной технике измерительные генераторы применяются весьма широко для исследования активных и пассивных четырехполюсников, для поиска неисправностей в качестве источника испытательного сигнала. Особенностью измерительных генераторов является возможность изменения в определенных диапазонах частоты и напряжения выходного сигнала, выходного сопротивления, типа модуляции выходного напряжения (у генераторов измерительных высокой частоты) и коэффициента гармоник (у измерительных генераторов низкой частоты). В электротехнической, радиоэлектронной промышленности и в системе теле- и радиосвязи применяются такие измерительные генераторы, как:

1) импульсный – прибор, генерирующий выходной сигнал импульсной формы; название такого генератора зависит от формы импульсов выходного сигнала:

а) измерительный генератор сигналов прямоугольной формы;

б) измерительный генератор пилообразного напряжения. Кроме того, существуют генераторы, формирующие другие формы импульсных сигналов (напряжение треугольной, трапецеидальной и других форм);

2) измерительный генератор кварцевый – прибор с высокой стабильностью частоты, обеспечиваемой кварцевым резонатором (так называемой кварцевой стабилизацией). Измерительные кварцевые генераторы широко применяются в технике связи, в цифровых вольтметрах, универсальных счетчиках, а также в качестве тактовых генераторов в цифровой вычислительной технике;

3) измерительный генератор низкой частоты (НЧ) – прибор, диапазон изменения частоты выходного сигнала которого лежит в области низких частот. В качестве источника сигнала в схеме измерительного генератора НЧ используются специальные RC-генераторы, астабильные мультивибраторы, блокинг-генераторы;

4) измерительные генераторы образцовые – прибор с высокой точностью установки частоты и нормированными параметрами выходного сигнала (мощность, напряжение, ток), предназначенный для проведения поверки измерительных устройств. Высокая стабильность частоты такого прибора обеспечивается применением кварцевого генератора;

5) измерительный генератор пилообразного напряжения (также определяется как генератор развертки) – прибор, выходное напряжение которого имеет форму пилы. Все способы создания пилообразного напряжения основываются на принципе линейного во времени заряда конденсатора и последующего быстрого его разряда. Существуют следующие основные варианты:

а) используется лишь нижняя линейная часть кривой заряда, этот тип схемы носит название «интегратор Миллера»;

б) в конденсаторе напряжение заряда повышается. В этом случае говорят о способе синхронного зарядного напряжения, который применяется в усилительных схемах развертки;

в) конденсатор заряжается постоянным током, при этом в качестве источника постоянного тока используется измерительный генератор тока;

6) измерительный генератор сверхвысокой частоты – прибор, формирующий немодулированные или модулированные синусоидальные сигналы частотой свыше 300 МГц. Для получения высоких частот применяют объемные резонаторы (колебательный контур с высокой добротностью как часть волновода) и специальные усилительные элементы СВЧ-техники (сверхвысокой частоты);

7) измерительный генератор сигналов прямоугольной формы – прибор, выходной сигнал которого имеет прямоугольную форму, а амплитуда, частота и длительность импульсов устанавливаются оператором. Источником прямоугольного напряжения в данном случае могут быть синусоидальный генератор с последующим формированием импульсов или релаксационных колебаний, генерирующая несинусоидальное напряжение. В измерительной технике указанный генератор сигналов прямоугольной формы служит источником сигналов для измерений и испытаний цифровых и аналоговых схем,

позволяющим по степени искажения прямоугольной формы напряжения на выходе измеряемого устройства судить о его передаточных характеристиках;

8) измерительный генератор синусоидального напряжения – прибор, выходной сигнал которого имеет синусоидальную форму. В данном варианте используется принцип положительной обратной связи, который реализуется комбинацией активного радиоэлемента или функционального узла интегральной микросхемы в качестве усилительного четырехполюсника с четырехполюсником цепи обратной связи. В зависимости от типа четырехполюсника цепи обратной связи измерительный генератор синусоидального напряжения может работать либо как LC-генератор (с колебательным контуром типа генератора Мейснера), либо как RC-генератор (с RC-фазовращательной цепочкой или делителем напряжения Вина). При использовании двух LC-генераторных каскадов желаемую частоту можно получить, применяя смесительную схему (получается так называемый генератор биений);

9) измерительный генератор телевизионной развертки – прибор специального применения для настройки и проверки цветных телевизионных приемников. Данный генератор телевизионной развертки формирует комбинированный тестовый сигнал в СВЧ или видео частотном диапазоне. С помощью измерительного генератора телевизионной развертки на экране телевизора может быть получена испытательная специальная таблица в виде сетки или цветного шахматного поля;

10) измерительный генератор шума – прибор, формирующий шумовой сигнал. Шумы возникают в электро радиоэлементах и передающих устройствах и при этом оказывают искажающее воздействие на передаваемую информацию. Для измерения такого шума необходим образцовый генератор шума. Источником шума в измерительном генераторе шума является шумовой (шумящий) электровакуумный диод, работающий в режиме насыщения (реже используют резистор) и генерирующий шумовую мощность, постоянную в широком диапазоне частот (спектра). Уровень выходной мощности измерительного генератора шума регулируется и отображается на индикационном устройстве.

Г4-161, Г4-161/1- высокочастотные программируемые генераторы сигналов предназначены для использования в качестве источника сигнала при регулировании и проверке радиоэлектронной аппаратуры в миллиметровом диапазоне волн.

Приборы могут применяться в лабораторных и цеховых условиях, а также на поверочных базах. В комплект генератора Г4-161/1 входит частотомер ЧР-12. Основные технические прибора Г4-161 (таблица 1.1):

Таблица 1.1- Основные технические прибора Г4-161

Параметры			Значения	
			Г4-161, Г4-161/1	
Диапазон частот			129.200 ... 142.800 ГГц	
Погрешность установки частоты	Без частотомера ЧР-12	Нормальные условия	±1.0	
		Рабочие условия	±1.5	
	С частотомером ЧР-12	Нормальные условия	—	±0.3
		Рабочие условия		±0.5
Нестабильность частоты в режиме	за 15 мин работы		не более $5 \cdot 10^{-4}$	
	за 10 мин работы		не более $2 \cdot 10^{-4}$	

немодулированных колебаний	за 1 мин работы	не более $5 \cdot 10^{-5}$		
Паразитная девиация частоты в режиме немодулированных колебаний		не более $5 \cdot 10^{-5}$		
Изменение частоты выходного сигнала при медленных изменениях напряжения сети на ± 10		не более $5 \cdot 10^{-4}$		
Выходная мощность в режиме немодулированных колебаний при КСВН нагрузки не более 1.3		не менее 4 мВт		
Пределы регулирования уровня выходной мощности		не менее 25 дБ		
Сечение канала волновода выхода генератора		1.6 x 0.8 мм		
КСВН выхода прибора при выходной мощности 1 мВт		не более 1.5		
Режимы работы при местном управлении	Немодулированные колебания			
	Внутренняя модуляция прямоугольными симметричными импульсами	1	Частота повторения	1 ± 0.2 кГц
			Скважность	2 ± 0.4
		2	Частота повторения	100 ± 0.06 кГц
			Скважность	2 ± 0.5
	Внутренняя импульсная модуляция прямоугольными импульсами с внешней синхронизацией	Длительность импульсов синхронизации		50 ± 20 нс
		Частота внешнего запуска		$1 \dots 10$ кГц
	Внешняя модуляция прямоугольными симметричными импульсами	Частота повторения		1 ± 0.2 кГц
Скважность		2 ± 0.4		

Измерительный приёмник ЕТ-70Т/В (рисунок 1.1). Он обеспечивает высокоточные измерения в широком диапазоне техники связи, работающей на несущих частотах.



Рисунок 1.1 - Измерительный приёмник ЕТ-70Т/В

Основные технические характеристики прибора ЕТ-70Т/В:

Входы: симметричный: 300 Гц - 620 кГц; несимметричный: 50 Гц - 620 кГц.

Входные импедансы:

- при согласованном входе: 75, 135, 150, 600 Ом, отклонение от номинальных значений: не более +/- 5%;

- при несогласованном, симметричном входе: от 300 Гц до 620 кГц не менее 5 кОм, от 10 кГц до 300 кГц не менее 8 кОм;

при несогласованном несимметричном входе:

- не менее 2,4 кОм, 50 пФ.

Симметричность входа: не менее 40 дБ.

При широкополосных измерениях:

- диапазон частот: 50 Гц-620 кГц;

- диапазон чувствительности: можно установить дискретным шагом по 10 дБ: от -50 (60) дБ до +20 (+10) дБ.

Минимальный уровень отсчёта: ок. -80 дБ.

При избирательных измерениях диапазон частот:

- устанавливается плавной настройкой без переключения диапазона в пределах: 4-620 кГц.

- диапазоны чувствительности: устанавливается дискретным шагом по 10 дБ в пределах: от -90 (-100) до +20 (+10) дБ.

Минимальный уровень отсчёта: -120 дБ.

При измерении импедансов диапазон частот:

- в широкополосном режиме: 0,3-620 кГц;

- в избирательном режиме: 4-620 кГц;

- диапазон измерений: 50-3000 Ом.

При измерении несимметричности и отражения диапазон частот:

- в широкополосном режиме: 0,3-620 кГц,

- в избирательном режиме: 4-620 кГц,

- пределы измерения импедансов: 60-1200 Ом.

Питание:

- от сети переменного тока: 40-60 Гц, 110, 220 В +/- 10 %;

- от встроенного аккумулятора: 18 В, 450мАч;

- от встроенных сухих батареек (элементов): 5 шт. плоских батареек с напряжением 4,5 В;

- от внешней батарейки: 16...24 В.

Масса: 9 кг.

Габариты: 345x220x200 мм.

3 Оборудование рабочего места

1. Тракт ИКМ-15

2. Измерительный приёмник ЕТ-70Т/В

3. Измерительный генератор Г4-161 с нагрузкой $R = 50 \text{ Ом}$

4. Соединительные кабели

Контрольные вопросы

1. Назначение и сетевое применение приборов ЕТ-70Т/В и ЕТ-70Т/А.

2. Из каких блоков и узлов состоит тракт передачи?

3. Алгоритм измерения уровня сигнала?
4. Порядок измерения АЧХ телекоммуникационного тракта?
5. Чему равен уровень сигнала на передачу в двухпроводной линии связи?
6. Чему равен уровень сигнала на передачу в четырехпроводной линии связи?
7. Чему равен уровень сигнала на приеме в двухпроводной линии связи?
8. Чему равен уровень сигнала на приеме в четырехпроводной линии связи?
9. Почему необходимо включать комплекты низкочастотных окончаний (КНО) на входе индивидуального тракта передачи?
10. На каких частотах проводятся измерения?
11. Каким образом нормируются метрологические характеристики генераторов гармонических сигналов?
12. Чем характеризуются точностные характеристики измерителей уровней аналогового типа?
13. Что является нормирующим значением приведенной погрешности измерителей уровней аналогового типа?
14. Чему равно предельное значение вероятности ошибки в каналах цифровых телекоммуникационных систем?
15. Какие документы обеспечивают единство и точность измерений?
16. Что представляет собой система ведомственной поверки средств измерений?
17. Какие параметры измеряются в SDH?
18. Какие параметры измеряются в PDH?
19. Какие сигналы используются в качестве измерительных?
20. Какие измерительные технологии используются в телекоммуникациях?

5 Содержание и оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Название, цель лабораторной работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Результаты выполнения заданий (приложение 1).
4. Выводы по работе.

Лабораторная работа № 2

Тема: Измерение остаточного затухания, АХ и АЧХ каналов и трактов и их паспортизация

Цель работы:

1. Научиться применять СИ для исследования характеристик и измерения параметров телекоммуникационных систем.
2. Изучить влияние СИ на режим работы блоков телекоммуникационных систем.
3. Научиться измерять параметры с заданной погрешностью измерения, удовлетворяющей практическим требованиям 5-10 %.
4. Представлять результаты измерений по установленной форме и давать физическую интерпретацию результата измерения.

2.1 Краткие теоретические сведения

Наибольший объем измерений в телекоммуникационных системах проводится при приеме - сдаточных испытаниях. Они требуют умения проводить расчеты, измерения и измерительный контроль параметров каналов и трактов телекоммуникационных систем и сетей и составления электрических паспортов.

Состав системы телекоммуникационной системы (рисунок 3.1):

- БС – блок сигнализации;
- БУК – блок уплотнения и кодирования;
- КНО – блок комплекта низкочастотных окончаний;
- СО – блок сервисного оборудования;
- БОЛТ – блок окончания линейного тракта;
- ПС – промежуточные станции.

Блок сигнализации обеспечивает ввод питающего напряжения на оконечное оборудование и формирование сигнала об аварии любого из блоков оконечного оборудования для передачи на рядовую и общую станционную аварийную сигнализацию. При перегорании сетевых предохранителей «5А» включается соответствующая каждому предохранителю световая сигнализация (лампы Н1-Н4 «-60В»), обще стоечная световая аварийная сигнализация (лампы Н5 и Н6 – «Авария»), рядовая и станционная сигнализация перегорания предохранителей, звуковая и дополнительная сигнализация.

Блок уплотнения и кодирования предназначен для временного объединения и разделения каналов, аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов ТЧ и сигналов вещания. В состав блока входят ячейки: электропитания (ЭП1, ЭП2) модуляторов и демодуляторов (МД), кодирующего и декодирующего устройства (кодер КУ и декодер ДУ), цифровой передачи и приема (ЦПРД и ЦПРМ), ключей передачи и приема (КПРД и КПРМ), контроля и сигнализации (КС), сигналов управления и взаимодействия (СУВ), регенератора передачи и приема (РПР), цифровой информации (ЦИ-1). В состав блока могут также входить: ячейка вещания (ВЩ), ячейка КП-11, ячейка ЦИ-64.

Ячейка КС предназначена для контроля за работой блока БУК и сигнализации о ее нарушении. Выбрана следующая иерархия аварийных состояний:

2.2 Оборудование рабочего места

1. Учебная магистраль телекоммуникационной системы ИКМ-15.
2. Осциллограф.
3. Генератор сигналов низкочастотный.
4. Измеритель уровня.
5. Электронный вольтметр.....

2.3 Контрольные вопросы

1. От чего зависит остаточное затухание радиоканалов?
2. Какой параметр должен оставаться постоянным при измерении АХ?
3. Какой параметр должен оставаться постоянным при измерении АЧХ?
4. Каким требованиям должны удовлетворять средства измерения?
5. Что входит в канал системы связи?
6. Как определяется абсолютный уровень сигнала?
7. Как определяется относительный уровень сигнала?
8. Какие измерительные средства используются в процессе эксплуатации радио оборудования?

2.4 Содержание и оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Название, цель лабораторной работы.
 2. Краткие теоретические сведения.
 3. Результаты выполнения заданий.
 4. Выводы по работе.
- Отчет оформляется в тетради по лабораторному практикуму.

Лабораторная работа № 3

Тема: Измерение параметров телекоммуникационной системы В-12-3

Цель работы:

1. Закрепление знаний основ построения аналоговых МСП.
2. Изучение оборудования сервисного обслуживания МСП В-12-3
3. Получение навыков определения состояния МСП В-12-3 на основе наблюдения и измерения параметров сигналов в трактах.

1 Краткие теоретические сведения

Аппаратура В-12-3 предназначена для уплотнения двенадцатью ВЧ телефонными каналами медных и биметаллических цепей магистральных, межобластных и внутриобластных воздушных линий связи.

Система В-12-3 реализует двухпроводную двух полосную схему организации связи. При этом передача от оконечного пункта А (ОП-А) к оконечному пункту Б (ОП-Б) осуществляется в диапазоне частот 92-143 кГц (*верхнее направление связи*) передача от оконечного пункта Б (ОП-Б) к оконечному пункту А (ОП-А) осуществляется в диапазоне частот 36-84 кГц (*нижнее направление связи*). Таким образом, линейный спектр системы В-12-3 занимает диапазон частот 36-143 кГц.

Полоса эффективно-передаваемых частот телефонных каналов от 0,3-3,4 кГц.

Номинальные измерительные уровни мощности:

1. в каналах индивидуального оборудования равны:

- | | |
|---|----------------|
| 1.1. на входе двухпроводной части канала | -3,5дБ/-0,4Нп |
| на выходе двухпроводной части канала | -3,5дБ/-0,4Нп |
| 1.2. на входе четырехпроводной части канала | -13,6дБ/-1,5Нп |
| на выходе четырехпроводной части канала | +4,3дБ/+0,5Нп; |

2. номинальные измерительные уровни мощности:

- | | |
|-----------------------------|----------------|
| на входе группового тракта | -39дБ/-4,5Нп; |
| на выходе группового тракта | -5,2дБ/-0,6Нп; |

3. уровень передачи для каждого канала:

- | | |
|---|----------------|
| на выходе оконечных и промежуточных станций | +17,4дБ/+2Нп; |
| на выходе в линию | -2,6дБ/-0,3Нп; |

4. уровень мощности контрольной частоты КЧ 84,14 кГц на выходе в линию
- | | |
|--|---------------|
| | 7,8дБ/-0,9Нп; |
|--|---------------|

5. максимальная усилительная способность:

- | | |
|------------------------|-----------------|
| на частоте $f=36$ кГц | -24,4дБ/-2,8Нп; |
| на частоте $f=84$ кГц | -50,5дБ/-5,8Нп; |
| на частоте $f=92$ кГц | -51,4дБ/-5,9Нп; |
| на частоте $f=143$ кГц | -74дБ/-8,5Нп; |

6. пределы автоматической регулировки усиления (АРУ) на максимально-передаваемой частоте:

- | | |
|------------------------|---------------|
| в нижней группе частот | 43,5дБ/5,0Нп; |
|------------------------|---------------|

в верхней группе частот 53дБ/6,1Нп;

1. пределы АРУ наклона частотной характеристики усиления:

в нижней группе частот 0-26дБ/0-3,0Нп;

в верхней группе частот 0-22,6дБ/0-2,6Нп;

2. номинальная величина входного сопротивления каналов

со стороны 2-проводного и 4-проводного окончаний 600Ом;

9. номинальная величина входного и выходного сопротивлений групповой части равна 150Ом;

10. В аппаратуре предусмотрена автоматическая регулировка уровня (АРУ) на выходе тракта первичной 12-ти канальной группы по току контрольной частоты 84,14 кГц.

11. Аппаратура выполнена полностью на биполярных транзисторах.

12. Оконечные станции аппаратуры размещаются в шкафах размером 2600х600х225 мм и рассчитаны на две системы.

Вес станции 250кг;

В линейном тракте системы предусмотрены обслуживаемые усилительные пункты (ОУП), расстояние между которыми составляет 54 км. При неблагоприятных условиях предусматривается включение дистанционно питаемых вспомогательных усилительных станций (ВУС).

Компенсация изменения затухания линии связи производится с помощью системы АРУ линейного тракта по токам контрольных частот 40, 80 кГц в направлении Б к А и – 92, 143 кГц в направлении А к Б.

Линейный тракт передачи аппаратуры В-12-3 представлен на рисунке 3.1.

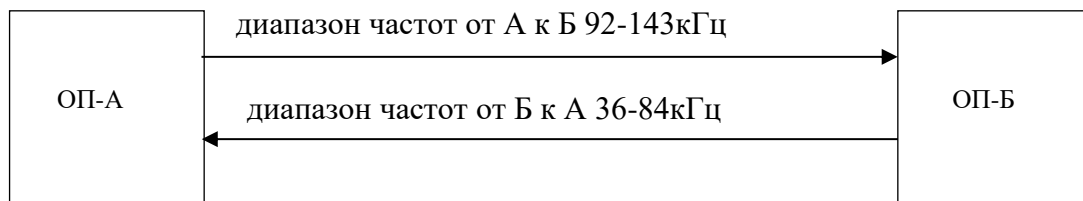


Рисунок 3.1 - Линейный тракт передачи аппаратуры В-12-3

В состав конечных пунктов входит:

-оконечные станции ОА и ОБ;

-линейные согласующее устройства.

Оконечные станции ОА и ОБ включают в себя:

- приемо-передающее оборудование;

- общестоечное оборудование;

- генераторное оборудование.

На общестоечной панели управления (рисунок 3.2) расположены элементы общестоечной сигнализации, обеспечивающие сигнализацию следующих неисправностей аппаратуры:

- перегорание предохранителей,

- блокировка контрольной частоты 84,14 кГц и блокировка основной системы АРУ,

- достижение пределов регулировки в основной системе АРУ,

- сигнализация о нарушении работы термостата задающего генератора,
- сигнализация о приеме вызова по любому из двенадцати каналов и по служебной линии,
- сигнализация повышения стабилизированного напряжения на выходе стабилизатора 19В и преобразователя 24/30В на величину до 10%,
- сигнализация аварии дистанционного питания,
- сигнализация понижения уровня контрольных частот 40,80 и 92 кГц.

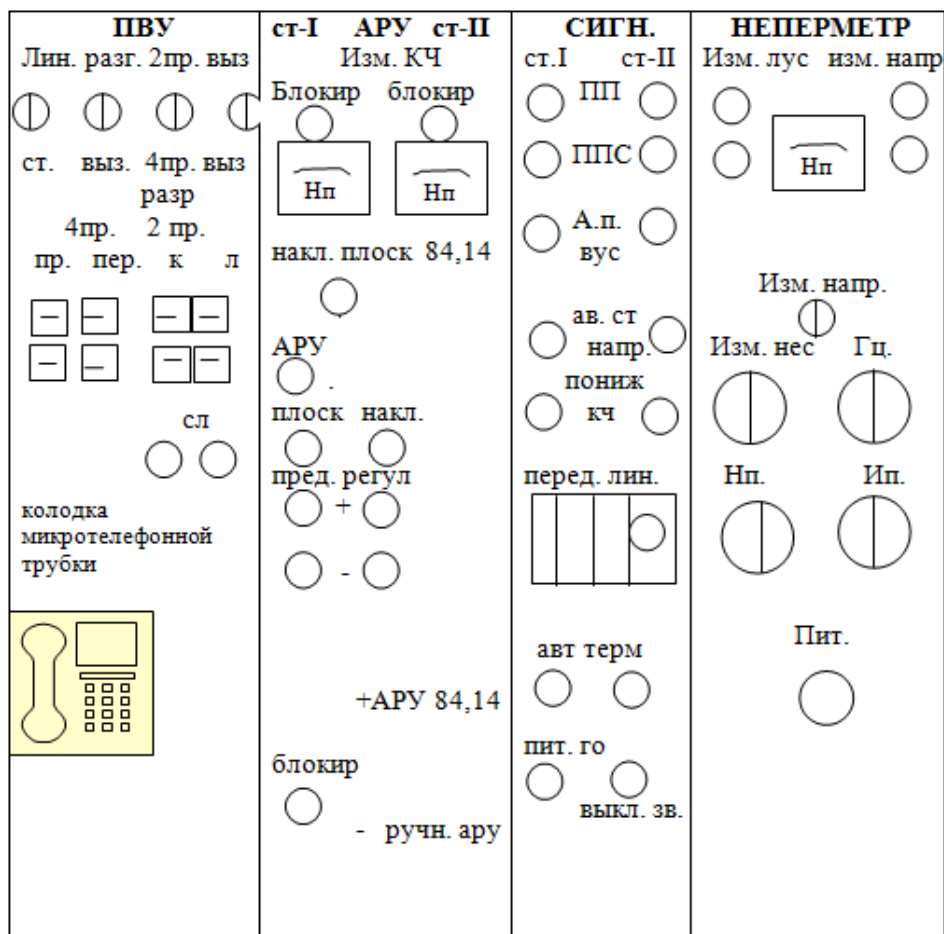


Рисунок 3.2 - Общестоечная панель управления

Измеритель уровня. Для эксплуатационных измерений частотных характеристик и контроля уровня в каналах связи, а также для измерения напряжения питания узлов аппаратуры.

Генераторное оборудование. Генераторное оборудование включает в себя: ГЗ, ГИН, ГПН, ГК-А, ГГН-2/4, ГГН-2, ГГНК.

Задающий генератор – ГЗ. Конструктивно задающий генератор выполнен в виде отдельного блока, внутри которого размещены термостат и печатные платы. На одной собрана схема задающего генератора, а на другой – регулятор температуры и схема сигнализации.

На лицевой плате блока расположены измерительные гнезда, микротумблер питания задающего генератора, подстроечный конденсатор и лампы аварийной сигнализации.

Генератор групповой несущей – ГГН-2. Блок ГГН-2 предназначен для получения групповой несущей частоты 527 кГц. В состав блока входят: преобразователи частоты

ПР324+203 и ПР96+20, фильтры ГФ527-1, ГФ527-2, ГФ416 и ГФ203, УС-84 и делитель частоты ДЧ-116/29.

2 Измерительные задачи

1. Измерить индивидуальные и групповые несущие частоты.
2. Измерить уровень индивидуальных и групповых несущих частот.
3. Измерить напряжение питания.

3 Оборудование рабочего места:

- оборудование В-12-3;
- генератор сигналов низкочастотный;
- измеритель уровня.

4 Контрольные вопросы:

1. Приведите основные характеристики сигнала тональной частоты.
2. Основные этапы частотного преобразования.
3. Из каких условий выбирается индивидуальная несущая?
4. Из каких условий выбирается групповая несущая?
5. От чего зависит число преобразований?
6. От чего зависит полоса расфильтровки?
7. Что выделяет полосовой фильтр?

5 Содержание и оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Название, цель лабораторной работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Результаты выполнения заданий.
4. Выводы по работе.

Отчет оформляется в тетради по лабораторному практикуму.

Лабораторная работа № 4

Тема: Измерение параметров телекоммуникационной системы ИКМ-15

Цель работы:

1. Научиться применять СИ для исследования характеристик и измерения параметров многоканальных телекоммуникационных систем.
2. Изучить влияние СИ на режим работы блоков многоканальных телекоммуникационных систем.
3. Научиться измерять параметры с заданной погрешностью измерения, удовлетворяющей практическим требованиям 5-10 %.
4. Представлять результаты измерений по установленной форме

1 Краткие теоретические сведения

Аппаратура ИКМ-15 позволяет организовать:

- 15 каналов ТЧ;
- от 15 до 45 сигнальных каналов (до 3 каналов на каждый канал ТЧ);
- до четырех низкоскоростных каналов передачи дискретной информации (100-бодных телеграфных каналов) без занятия телефонных каналов;
- канал звукового вещания второго класса с использованием канальных интервалов 6 и 14-го каналов ТЧ;
- вторичное уплотнение каналов ТЧ;
- основной цифровой канал (ОЦК) со скоростью 64 кбит/с вместо одного канала ТЧ;
- непосредственное включение сельских абонентских ТА, городских и междугородних таксофонов в центральные сельские АТС.

Групповой сигнал ИКМ-15 передается со скоростью 1024 кбит/с. Аппаратурная реализация предусматривает возможность объединения цифровых потоков двух систем и получения типового первичного потока Е1 (2048 кбит/с). Такое техническое решение обеспечивает совместимость данной ЦСП с системами, образующими рекомендованную МСЭ-Т европейскую иерархию ЦСП.

Временной спектр ЦСП ИКМ-15 имеет структуру согласованную с временным спектром потока Е1 и состоит из сверхциклов (СЦ) длительностью $T_{сц} = 2$ мс. Каждый сверхцикл соответствует интервалу времени, за который передается один символ каждого из сигнальных каналов и сигналов аварийной сигнализации (авария синхронизма и сбой линейного сигнала). Сверхцикл содержит 16 циклов (Ц) длительностью $T_{ц} = 125$ мкс, что соответствует частоте дискретизации исходных сигналов 8 кГц, поскольку в цикле передается одна кодовая комбинация, соответствующая одному мгновенному значению сигнала в каждом из 15 каналов ТЧ (канальные интервалы КИ1 – КИ15). Нулевой канальный интервал КИ0 занят под передачу служебной информации и сигналов каналов передачи дискретной информации (ДИ).

Линейный сигнал формируется в коде формата NRZ – М и представляет собой последовательность униполярных импульсов длительностью $T_p = 980$ нс, что обеспечивает

более высокую помехозащищенность регенераторов, но требует некоторого усложнения их оборудования.

Структурная схема ЦСП ИКМ-15. Структурная схема ЦСП ИКМ-15 представлена на рисунке 4.1.

ЦСП ИКМ-15 включает в себя оборудование оконечных станций и линейный тракт. В пределах кабельного участка возможна установка до семи НРП. Иногда для повышения защищенности от помех регенераторов, находящихся на оконечных станциях, пристанционные участки укорачивают до 1 км, что возможно при наличии искусственных линий, входящих в комплекты оконечных и обслуживаемых станций и дополняющих длину укороченного участка до минимально корректируемой длины (затуханием 26 дБ).

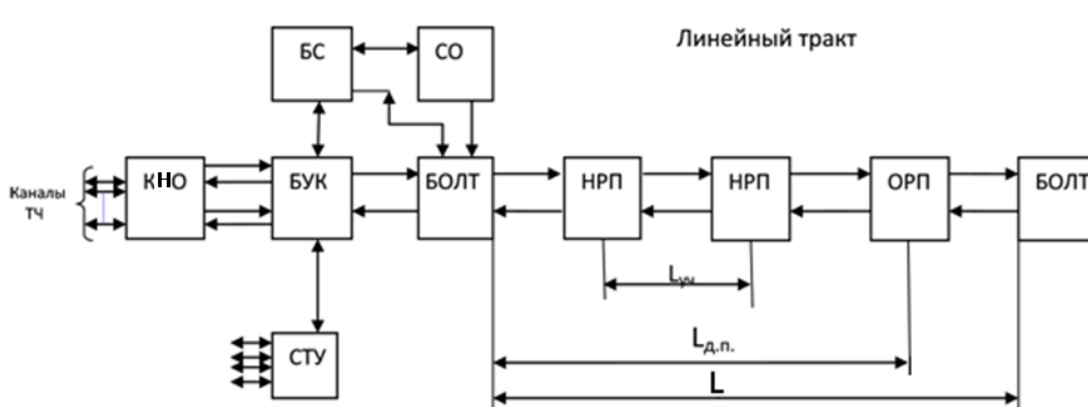


Рисунок 4.1 - Структурная схема ЦСП ИКМ-15

Оконечное оборудование станций включают в себя:

- комплект низкочастотных окончаний (КНО);
- блок согласующих телеграфных устройств (СТУ);
- блок уплотнения и кодирования (БУК);
- блок сервисного оборудования (СО);
- блок окончания линейного тракта (БОЛТ);
- блок сигнализации (БС);
- блок дистанционного питания (ДП).

Блок уплотнения и кодирования (БУК) предназначен для аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов, временного объединения и разделения каналов 15-канальной группы, а также организации сигнальных каналов (СК) и канала звукового вещания (ЗВ). В зависимости от числа СК и наличия канала ЗВ БУК выпускается в различных модификациях (15 каналов ТЧ и 45 СК, 13 каналов ТЧ, 39 СК и 1 ЗВ и т. д.).

Основными элементами блока являются ячейки модуляторов и демодуляторов, кодирующего и декодирующего устройств, цифровой передачи и приема, ключей передачи и приема, контроля и сигнализации, сигналов управления и взаимодействия, регенератора передачи и приема, коммутационной платы, цифровой информации, электропитания.

В блоке применен кодер аналогичный кодеру аппаратуры ИКМ-30.

Комплект низкочастотных окончаний (КНО) обеспечивает сопряжение каналов ТЧ с работой АТС (переключение канала ТЧ с четырех- на двухпроводное окончание и т. д.).

Блок сигнализации (БС) обеспечивает подачу питающего напряжения на все блоки аппаратуры ИКМ-15 и осуществляет формирование аварийных сигналов при повреждении любого блока оконечной станции ИКМ-15.

Блок сервисного оборудования (СО) предназначен для обслуживания аппаратуры ИКМ-15 в процессе эксплуатации. В состав СО входит переговорное устройство по фантомной цепи (ПУФ) для связи с промежуточными станциями (ПС) и противоположной ОС. Блок СО позволяет организовать проверку и измерение параметров каналов ТЧ и сигнальных каналов.

Блок согласующих телеграфных устройств (СТУ) обеспечивает ввод низкоскоростных телеграфных сигналов в цифровые каналы системы ИКМ-15.

Назначением БОЛТ является: регенерация линейного сигнала, поступающего на ОС; передача линейного сигнала; сформированного на ОС, в кабель; дистанционное электропитание ПС; электропитание оконечного оборудования линейного тракта; защита станционного оборудования от опасных и мешающих влияний; организация служебной связи, дистанционный контроль ПС, ОС2, БОЛТ и дополнение до рабочей (26 ... 46) дБ величины затухания регенерационного участка кабеля, примыкающего к ОС.

БОЛТ имеет два исполнения.

Первое исполнение предназначено для установки на станции ОС1 и включает в себя ячейки: вводно-кабельное устройство (ВКУ), оконечный регенерационный транслятор (ОРТ), приемник тонального вызова (ПТВ), местное питание (МП), дистанционное питание (ДП) и боксы для подключения кабеля к оконечному оборудованию.

Второе исполнение предназначено для установки на ОС2 и включает те же блоки, но только вместо блока дистанционного питания (ДП) устанавливается блок дистанционного шлейфа (ДШ).

БОЛТ осуществляет дистанционное питание ПС по фантомной цепи кабеля по системе «провод-провод». Устройство ДП рассчитано на питание номинальным током 85 мА до семи промежуточных станций (ПС).

ПС предназначена для регенерации линейного цифрового сигнала и состоит из усилителей линейных регенеративных (УЛР), блоков служебной связи и блока телеконтроля (БТК) для образования шлейфов сигнала и тока ДП поочередно для всех ПС и ОС2 по команде с ОС1. Команды подаются путем двукратной переполюсовки напряжения дистанционного электропитания.

Основные технические характеристики магистрали ЦСП ИКМ-15:

Дальность связи	50 км
Перекрываемое затухание регенерационного участка на частоте 512 кГц	26 ... 46 дБ
Длина регенерационного участка:	
для кабеля КСПП 1×4×0,9	4,5 ... 6,8 км
для кабеля КСПП 1×4×1,2	5,3 ... 7,5 км
Минимальная длина регенерационного участка:	
для кабеля КСПП 1×4×0,9	1,5 км
для кабеля КСПП 1×4×1,2	2,3 км
Ток дистанционного электропитания	85 мА
Максимальное число дистанционно-питаемых	

промежуточных станций (ПС)	7
Выходное и входное сопротивления тракта передачи и приема	120 Ом ± 10 %

2 Измерительные задачи

1. Исследование амплитудной характеристики (АХ) тракта многоканальных телекоммуникационных систем.

3. Исследование амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) тракта многоканальных телекоммуникационных систем.

4. Проведение контрольно – сдаточных измерений и разработка протокола паспортизации параметров многоканальных телекоммуникационных систем.

3 Оборудование рабочего места

1. Учебная магистраль ИКМ-15
2. Осциллограф
3. Генератор сигналов низкочастотный
4. Измеритель уровня
5. Электронный вольтметр.....

4 Контрольные вопросы:

1. Приведите основные характеристики телефонного сигнала.
2. Основные этапы аналого-цифрового преобразования.
3. Какая теорема лежит в основе преобразования?
4. В чем различие сигналов АИМ-I и АИМ-II.
5. От чего зависят ошибки квантования?
6. Чему равна скорость передачи по ОЦК и почему?
7. Какие блоки образуют измерительный тракт?

5 Содержание и оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Название, цель лабораторной работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Результаты выполнения заданий.
4. Выводы по работе.

Отчет оформляется в тетради по лабораторному практикуму.

Приложения

1. Формы представления АХ тракта

1.1 Математические

$$1.1.1 \quad a [\text{дБ}] = p_{\text{н вх}} - p_{\text{н вых}} = \varphi(p_{\text{н вх}}) | F = \text{const}$$

$$1.1.2 \quad a [\text{Нп}] = p_{\text{н вх}} - p_{\text{н вых}} = \varphi(p_{\text{н вх}}) | F = \text{const}$$

если $a < 0$, то $S = |a|$

1.2 Графические

$$1.2.1 \quad S = \varphi(p_{\text{н вх}}) [\text{дБ}]$$

$$2.2. \quad S = \varphi(p_{\text{н вх}}) [\text{Нп}]$$

1.3 Расчет погрешности измерения

$$\pm \Delta p_{\text{нвх}} [\text{дБ}] = 20 \lg \frac{U_{\text{изм}} + \Delta_{\Sigma \text{вх}}}{0,775} - 20 \lg \frac{U_{\text{изм}}}{0,775} = 20 \lg \frac{U_{\text{изм}} + \Delta_{\Sigma \text{вх}}}{U_{\text{изм}}} = 20 \lg \frac{U_{\text{изм}}}{U_{\text{изм}} - \Delta_{\Sigma \text{вх}}};$$

$$\pm \Delta p_{\text{нвх}} [\text{Нп}] = \ln \frac{U_{\text{изм}} + \Delta_{\Sigma \text{вх}}}{U_{\text{изм}}} = \ln \frac{U_{\text{изм}}}{U_{\text{изм}} - \Delta_{\Sigma \text{вх}}};$$

$$\pm \Delta p_{\text{нвых}} [\text{дБ}] = 20 \lg \frac{U_{\text{изм}} + \Delta_{\Sigma \text{вых}}}{U_{\text{изм}}} = 20 \lg \frac{U_{\text{изм}}}{U_{\text{изм}} - \Delta_{\Sigma \text{вых}}};$$

$$\pm \Delta p_{\text{нвых}} [\text{Нп}] = \ln \frac{U_{\text{изм}} + \Delta_{\Sigma \text{вых}}}{U_{\text{изм}}} = \ln \frac{U_{\text{изм}}}{U_{\text{изм}} - \Delta_{\Sigma \text{вых}}};$$

Схема электрическая функциональная измерительного процесса

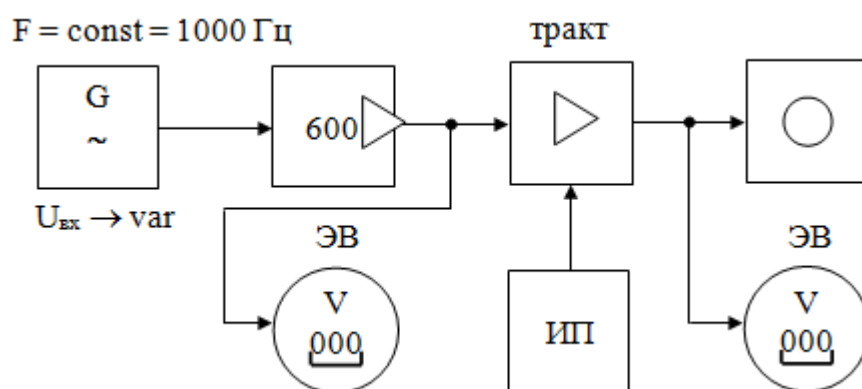


Таблица результатов измерений $F = 1000$ Гц

№ отсче-тов	Измерения на входе объекта									
	отсч. знач.	измер. знач.	$\Delta_{оп}$ [В]	$\Delta_{дп}$ [В]	$\Delta_{\Sigma вх}$ [В]	$\delta\%$	$p_{н вх}$ [дБ]	$p_{н вх}$ [Нп]	$\Delta p_{вх}$ [дБ]	$\Delta p_{вх}$ [Нп]
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

2 Формы представления АЧХ тракта

2.1 Математические

2.1.1 a [дБ] = $p_{н вх} - p_{н вых} = \square (p_{н вх}) \mid p_{н вых} = \text{const}$

2.1.2. a [Нп] = $p_{н вх} - p_{н вых} = \square (p_{н вх}) \mid p_{н вых} = \text{const}$

если $a < 0$, то $S = |a|$

2.2 Графические

2.2.1 $S = \phi (F)$ [дБ]

2.2. $S = \phi (F)$ [Нп]

2.3 Расчет погрешности измерения

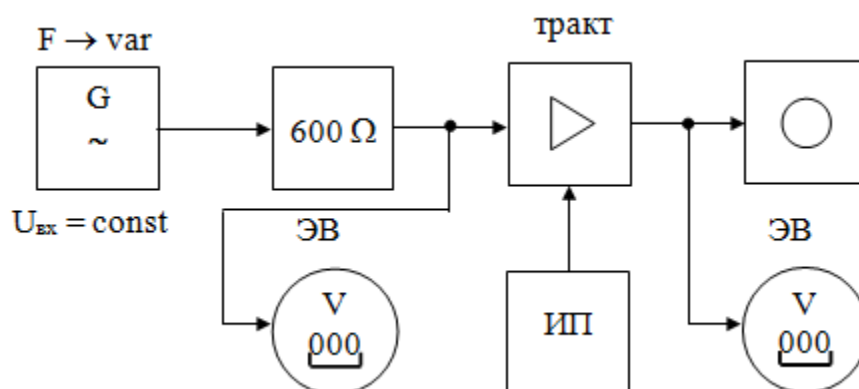
$$\pm \Delta p_{н вх} [\text{дБ}] = 20 \lg \frac{U_{изм} + \Delta_{\Sigma вх}}{0,775} - 20 \lg \frac{U_{изм}}{0,775} = 20 \lg \frac{U_{изм} + \Delta_{\Sigma вх}}{U_{изм}} = 20 \lg \frac{U_{изм}}{U_{изм} - \Delta_{\Sigma вх}};$$

$$\pm \Delta p_{н вх} [\text{Нп}] = \ln \frac{U_{изм} + \Delta_{\Sigma вх}}{U_{изм}} = \ln \frac{U_{изм}}{U_{изм} - \Delta_{\Sigma вх}};$$

$$\pm \Delta p_{н вых} [\text{дБ}] = 20 \lg \frac{U_{изм} + \Delta_{\Sigma вых}}{U_{изм}} = 20 \lg \frac{U_{изм}}{U_{изм} - \Delta_{\Sigma вых}};$$

$$\pm \Delta p_{\text{нвых}} [Hn] = \ln \frac{U_{\text{изм}} + \Delta_{\Sigma \text{вых}}}{U_{\text{изм}}} = \ln \frac{U_{\text{изм}}}{U_{\text{изм}} - \Delta_{\Sigma \text{вых}}};$$

Схема электрическая функциональная измерительного процесса



$U_{\text{вх}} = \dots = \text{const}$

$p_{\text{н вых}} [Hn] = \dots$

$F \in \{0,3 - 20\} \text{ кГц}$

$N = 10$

$p_{\text{н вых}} [\text{дБ}] = \dots$

Таблица результатов измерений

№ отсче- тов	F кГц	Измерения на выходе объекта									
		отсч. знач.	измер. знач.	$\Delta_{\text{оп}}$ [В]	$\Delta_{\text{дп}}$ [В]	$\Delta_{\Sigma \text{вых}}$ [В]	$\delta\%$	$p_{\text{н вых}}$ [дБ]	$p_{\text{н вых}}$ [Hn]	$\Delta p_{\text{вых}}$ [дБ]	$\Delta p_{\text{вых}}$ [Hn]
1	0,3										
2	1,0										
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10	20										

Лабораторная работа № 5

Тема: Измерение параметров телекоммуникационной системы ИКМ-480.

Цель работы:

1. Закрепление знаний основ построения систем PDH.
2. Изучение оборудования системы ИКМ-480.
3. Получение навыков определения состояния системы ИКМ-480 на основе наблюдения и измерения параметров сигналов в трактах.

1 Краткие теоретические сведения

Комплекс аппаратуры третичной плезиохронной цифровой системы передачи (ЦСП) европейской иерархии ИКМ-480 предназначен для организации каналов на внутризоновых и магистральных участках первичной сети по кабелям типа МКТ-4 с коаксиальными парами малого диаметра (1.2/4.6 мм). Аппаратура обеспечивает организацию до 480 каналов ТЧ при скорости передачи группового потока 34368 кбит/с.

Линейный тракт организован по однокабельной схеме. Максимальная дальность связи 2500 км, номинальная длина регенерационного участка 3 км.

Структурная схема комплекса представлена на рисунке 5.1.

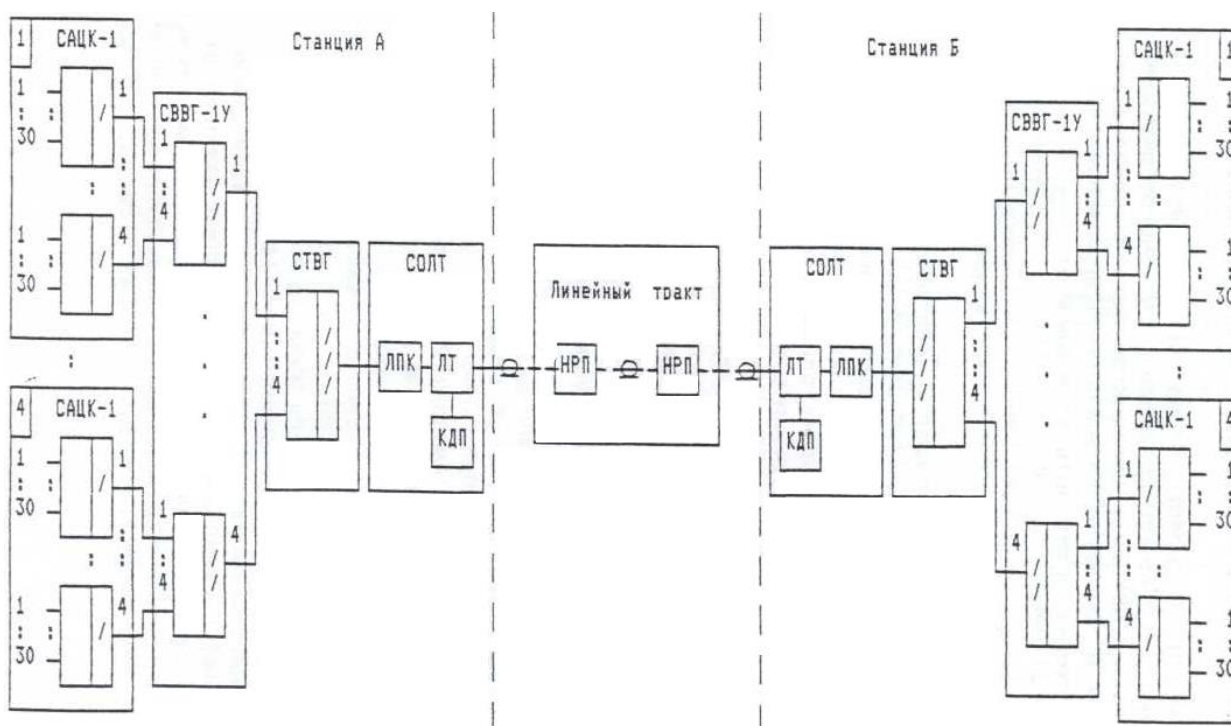


Рисунок 5.1 - Структурная схема комплекса ИКМ-480

Для проверки работоспособности систем сигнализаций стойки САЦК — 1 и комплектов АКУ-30 и КСО необходимо выполнить следующее:

- перевести тумблеры на КСО и на комплекте источников электропитания (КИЭ) в положение ВКЛ, при этом светятся светодиоды "24/60" на КСО и ИКМ Пр на комплекте

АКУ-30, а также лампочки на верхней раме стойки, жёлтые лампы на транспаранте и общестоечном табло, звенит Звонок;

- нажать кнопку ОТКЛ.ИНДИКАЦИИ на КСО. При этом должны выключиться звонок и лампочка на верхней раме стойки;

- нажать кнопку ПРОВЕРКА ИНДИКАЦИИ на КСО, при этом должны светиться все светодиоды на КСО и на комплекте АКУ-30, а также указанные лампочки, звенеть звонок;

- отжать кнопку ПРОВЕРКА ИНДИКАЦИИ. Светодиоды, лампочки и звонок отключаются, кроме светодиодов "24/60" на КСО и ИКМ ПР па комплекте АКУ-30. Нажать кнопку ВКЛ. ШЛЕЙФА. Должен светиться светодиод ВКЛ. ШЛЕЙФА и погаснуть светодиод ИКМ ПР па комплекте АКУ-30, жёлтые лампы на транспаранте и общестоечном табло;

- выключить тумблер на КИЭ, при этом должны светиться светодиоды " + 5В" и "- 5В" на комплекте АКУ-30, лампочка на верхней раме стойки, все лампы на транспаранте и общестоечном табло и звонить звонок.

- включить тумблер на КИЭ, при этом указанные элементы сигнализации должны отключиться. Выключить тумблер на КСС, при этом должен светиться светодиод " + 5В" на КСО, лампочка на верхней раме стойки, красные лампы на транспаранте и общестоечном табло, звонить звонок. При включении тумблера на КСО указанные элементы сигнализации отключаются;

- нажать на КСО кнопку "1/АКУ-30" и кнопку ВЫЗОВ, при этой должны светиться светодиоды ВЫЗОВ на комплекте АКУ-30, лампочка на верхней раме стойки, зелёные лампы на транспаранте и общестоечном табло, звонить звонок. При отжатии кнопки ВЫЗОВ указанные элементы сигнализации отключаются.

Проверка напряжения ИВЭ. При помощи вольтметра измерить напряжения на контрольных гнездах " + ", "- " и "-L" комплекта АКУ-30. Напряжение первичного источника электропитания должно быть в пределах от минус 21.6 В до минус 26.4 В. При этом выходные напряжения ИВЭ должны быть в пределах:

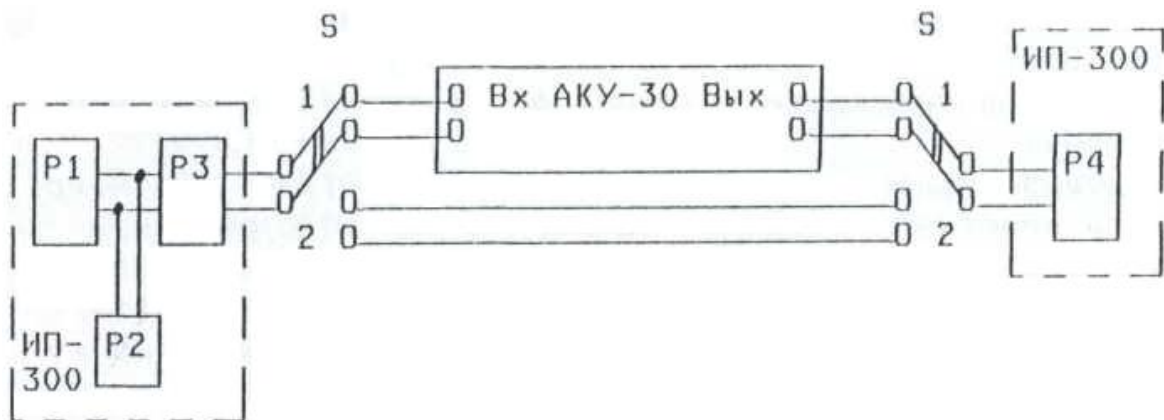
- плюс $(5 \pm 0.25)В$;
- минус $(5 \pm 0.25)В$.

Проверка работы комплекта АКУ-30 в режиме "Передача-Приём". Режим работы "Передача-Приём" осуществить, нажав на лицевой панели комплекта кнопку ВКЛ.ШЛЕЙФА. При этом должен засветиться индикатор, расположенный рядом с переключателем. Далее:

- проверить частоту задающего генератора, для чего подключить к гнезду ТАКТ на лицевой панели АКУ-30 частотомер и измерить частоту, которая должна быть равной 2048 кГц. Абсолютная нестабильность $(5 \cdot 10^{-5})$ кГц.

- проверить наличие последовательностей импульсов в гнездах 4 кГц ПЕР и 4 кГц НР с помощью осциллографа. Частота следования импульсов должна быть равной 4 кГц, длительность импульсов - 125 нс.

- измерить остаточное усиление в одном из каналов ТЧ. Для этого собрать рабочее место для проведения измерений согласно рисунку 5.2. Установить на РЗ затухание минус 13 дБ. Перевести переключатель S в положение 2 и, регулируя напряжение на выходе генератора, установить по измерителю уровня ИУ сигнал с уровнем минус 13 дБ и частотой (820-10)Гц, контролируя частоту при помощи частотомера. Перевести переключатель S в положение 1. При помощи измерителя уровня ИУ измерить уровень сигнала на выходе комплекта АКУ-30. Остаточное усиление канала определить по Формуле: $a = P + 13$ (дБ), где P - показания ИУ (Р4). Остаточное усиление канала должно быть $a = 17$ дБ.



P1 – генератор ГЗ-33, $R_{\text{вых}} = 600 \text{ Ом}$; P2 – частотомер ЧЗ-57;
P3 – магазин затуханий симметричный, $R_{\text{вх}} = R_{\text{вых}} = 600 \text{ Ом}$;
P4 – измеритель уровня ИУ-600, $R_{\text{вх}} = 600 \text{ Ом}$; S – переключатель.

Рисунок 5.2 – Схема измерения остаточного усиления канала

3 Оборудование рабочего места

1. Оборудование ИКМ-480
2. Измерительные приборы:
 - генератор ГЗ-33;
 - частотомер ЧЗ-57;
 - измеритель уровня ИУ-600.

4 Контрольные вопросы:

1. Какие встроенные измерительные приборы имеются в системе ИКМ-480?
2. Какие измерительные приборы необходимы для контроля приема-передающего тракта?
3. Какие параметры контролируются при эксплуатации ИКМ-480?
4. Какие параметры влияют на искажения импульса при распространении по линии связи?
5. Как влияет длительность импульса на ширину спектра и что представляет собой спектр одиночного импульса?

5 Содержание и оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Название, цель лабораторной работы.
2. Краткие теоретические сведения. Структурная схема комплекта АКУ-30.
3. Схему измерений и результаты измерений.
4. Выводы по работе.

Отчет оформляется в тетради по лабораторному практикуму.

Лабораторная работа № 6

Тема: Измерение параметров гибкого мультиплексора МК-2048 ГК

1. Провести контроль состояния мультиплексора МК-2048 ГК.
2. Провести контроль параметров ошибок сетевых трактов.
3. Представлять результаты измерений по установленной форме.

1 Краткие теоретические сведения

МК-2048/ГК – это многофункциональная каналообразующая аппаратура с гибким конфигурированием и управлением и предназначена для формирования первичных цифровых потоков со скоростью передачи 2048 кбит/с, с обеспечением следующих функций:

- образование различных аналоговых и цифровых канальных интерфейсов;
- выделение части каналов из первичного цифрового потока 2048 кбит/с (с цифровым транзитом остальных каналов);
- образование групповых каналов циркулярной связи (конференц-каналов);
- кроссировка каналов в пределах группы (до четырех) первичных цифровых потоков с программируемой конфигурацией коммутационной матрицы;
- образование интерфейса со скоростью передачи $n \times 64$ кбит/с по Рек. V.35 МСЭ-Т;
- образование U-интерфейса для доступа к цифровым сетям с интеграцией служб (ЦСИС-ISDN);
- передача сигнализации от абонента к АТС и сигналов управления и взаимодействия (СУВ) между АТС;
- локальный и дистанционный мониторинг состояния оборудования и качества передаваемой информации;
- дистанционное управление конфигурированием соединений через канал управления.

В аппаратуре МК-2048/ГК устанавливается (по требованию заказчика) либо электрический (по Рек. G.703), либо, при использовании дополнительного оборудования, оптический (по Рек. G.957) первичный цифровой интерфейс.

В составе аппаратуры МК-2048/ГК имеется ряд взаимозаменяемых блоков, обеспечивающих образование следующих аналоговых и цифровых интерфейсов:

- а) 2-х/4-х-проводный интерфейс канала ТЧ с Е/М-сигнализацией;
- б) 2-х/4-х-проводный интерфейс канала ТЧ с передачей СУВ по двум выделенным сигнальным каналам;
- в) стационарный и абонентский интерфейсы 2-х-проводного канала ТЧ для подключения прямого абонента;
- г) 3-х-проводный интерфейс канала ТЧ (двухпроводная абонентская линия + провод от тангенты) для подключения операторов оперативно-технологической связи (ОТС) к конференц-каналу;
- д) со направленный и против направленный интерфейсы основного цифрового канала (ОЦК) со скоростью передачи 64 кбит/с (по Рек. G.703);

е) интерфейс цифровых каналов передачи данных, соответствующий Рекомендации V.35 МСЭ-Т;

ж) вместо пяти каналов ТЧ или ОЦК в МК-2048/ГК может быть организован интерфейс канала передачи звукового вещания (ЗВ) первого класса либо двух каналов ЗВ второго класса. Также может быть организован интерфейс канала ЗВ высшего класса вместо шести каналов ТЧ (ОЦК) с помощью блоков, установленных вместо части канальных модулей;

з) U-интерфейс для доступа к цифровым сетям с интеграцией служб (ЦСИС-ISDN) по Рекомендации Рек. G.961 МСЭ-Т.

Имеется модификация гибкого мультиплексора МК-2048/ГК (аппаратура МВТК-2), которая выполнена в секции Евро конструкции с шириной 19”.

Параметры аппаратуры обеспечиваются в пределах ТУ при температуре окружающей среды от 5 до 40 град. С и относительной влажности воздуха до 80% (при температуре 25 град. С).

В аппаратуре имеются индикаторы состояния передаваемых и принимаемых сигнальных каналов, а также возможность блокировки каналов (с помощью кнопки); индикаторы выбранных номеров входящих канала и направления и соответствующих номеров исходящих канала и направления (с помощью кнопок).

Система автоматического контроля обеспечивает прием команд блокировки каналов от комплекта УСО-01, мониторинга локального или дистанционного, прием запросов и передачу ответов о состоянии каналов.

Аппаратура позволяет обеспечивать контроль снижения достоверности передачи информации по циклическому избыточному коду (CRC-4) в соответствии с Рекомендацией G.704 МСЭ-Т.

2 Измерительные задачи

1. Измерение номинального остаточного затухания четырехпроводного канала ТЧ.

Для этого:

- на вход канала ТЧ (плата ИК-04) на стойке 1 через переходные гнезда подключить генератор с внутренним сопротивлением 600 Ом на частоте 1020 Гц и установить уровень сигнала, равный номинальному измерительному уровню в четырехпроводном режиме;
- к выходу канала ТЧ (плата ИК-04) подключить измеритель уровня и записать результаты измерений;
- остаточное затухание определить по формуле: $a = p_{вх} - p_{вых}$.

2. Измерить амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) канала ТЧ.

Для этого:

- на измерительном генераторе произвести изменение частоты в диапазоне 300-3400 Гц при неизменном уровне сигнала на входе (-13 дБ) при четырехпроводном окончании; измерения $p_{вых}$ рекомендуется выполнять на частотах 300, 400, 600, 1020, 2400, 3000 и 3400 Гц.

По окончании измерений сделать выводы о пригодности канала ТЧ к эксплуатации.

3 Оборудование рабочего места

1. Мультиплексор МК-2048 ГК.
2. Измерительный приёмник ЕТ-70Т/V.
3. Измерительный генератор ГЗ-33 с нагрузкой $R = 600 \text{ Ом}$.
4. Соединительные кабели.

4 Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен мультиплексор МК-2048?
2. Какие аварийные сигналы могут иметь место при аварийных ситуациях?
3. Какие интерфейсы имеет мультиплексор?
4. Какие измерительные приборы используются при проведении измерений?
5. Чему равен уровень сигнала 10 дБ в абсолютных значениях?
6. Какие функции выполняет коммутационная матрица в мультиплексоре?

5 Содержание и оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Название, цель лабораторной работы.
2. Краткие теоретические сведения. Структурная схема комплекта АКУ-30.
3. Схему измерений и результаты измерений.
4. Выводы по работе.

Отчет оформляется в тетради по лабораторному практикуму.

Лабораторная работа № 7

Тема: Измерение параметров беспроводного атмосферно оптического оборудования серии МОСТ 100/500

Цель работы:

1. Научиться пользоваться интерфейсом MML.
2. Провести контроль состояния оборудования серии МОСТ 100/500.
3. Представлять результаты измерений по установленной форме.

1 Краткие теоретические сведения

Оборудование МОСТ 100/500 обеспечивает:

- соединение по потоку Ethernet 10/100 Мбит/с;
- создание локальной сети;

Комплекс серии МОСТ 100/500 позволяет:

- осуществлять контроль функционирования аппаратуры с помощью встроенных средств мониторинга;
- отслеживать изменение качества передаваемого сигнала в зависимости от погодных условий.

Приемная часть лабораторной установки состоит из двух приемопередающих модулей (ППМ), общая площадь объективов которых составляет 70 см² оптической схемы, обеспечивающей некогерентное суммирование световых сигналов, их пространственную и частотную фильтрацию и фото приёмного устройства на основе быстродействующего PIN фотодиода или APD. В состав приемной части входит также датчик пространственного положения оптической оси, который позволяет контролировать точность наведения ППМ друг на друга. Для его работы, оптическая схема использует небольшую часть (4%) суммарного принятого оптического излучения.

Система пространственной стабилизации (СПС) автоматически поддерживает направление оптической связи, что позволяет устанавливать ППМ на нестабильных основаниях (деревянные крыши, вышки сотовой связи и т.д.).

В зависимости от типа внешнего стыка, ППМ содержат в своем составе необходимый интерфейс с соответствующей программой управления. Он обеспечивает прием и передачу сигналов распространяющихся по электрическим линиям, их перекодировку под требования оптического канала и, при необходимости, мультиплексирование потоков. Все интерфейсы являются не настраиваемыми, не программируемыми и прозрачными. Длина соединительных сигнальных кабелей может достигать 100 м для потоков Ethernet и Fast Ethernet и 150 м для потоков E1.

В состав ППМ входит также мультипроцессорный вычислительный модуль, работающий под управлением специально разработанной операционной системы. Она позволяет в реальном масштабе времени обрабатывать асинхронные и параллельно протекающие процессы.

Модуль обеспечивает следующие функции и сервис:

- Контроль рабочих режимов узлов ППМ, включая температуру.

- Стабилизация параметров изделия во всем диапазоне изменений условий внешней среды.
- Мягкий запуск аппаратуры при отрицательных температурах эксплуатации.
- Переключение режимов работы ППМ: автоматическое поддержание направления связи, центрирование СПС.
- Индикация состояния ППМ и направления связи на встроенном 24 разрядной контрольной панели.
- Формирование последовательного потока информации в стандарте RS-232 для обеспечения функций удаленного мониторинга и управления.

В комплект поставки входит программа удаленного контроля АОЛС, позволяющая осуществлять мониторинг состояния ППМ, подключенного к компьютеру через последовательный порт RS-232. Программа представляет собой 32-х разрядное приложение, функционирующее под управлением ОС Windows'9x/NT/2000/XP.

Для обеспечения удобства и простоты установки линии связи каждый пост снабжен опорно-поворотным устройством. Оно обеспечивает жесткое закрепление ППМ на горизонтальной опорной поверхности, грубую и точную угловые юстировки. Для первоначальной визуальной наводки в состав изделия входят диоптрийные прицелы. Внешне, различные изделия серии отличаются только типом соединителей сигнальных портов.

Для имитации различных погодных условий окружающей среды (туман, сильный дождь, слабый дождь, снегопад) в лабораторной установке используются стекла различной тонировки, которые устанавливаются на специальную опору, находящуюся между постами.

Рассматриваемое в данном лабораторном комплексе оборудование МОСТ 100/500 предназначено для беспроводной передачи цифровых данных между двумя точками с активным оборудованием.

Изделие МОСТ 100/500 применяется в качестве элемента формирования среды передачи информации при организации телекоммуникационных сетей интегрированного обслуживания, при организации локальных вычислительных сетей, для обеспечения доступа в Интернет, для соединения АТС между собой и в других случаях, когда нужно высокоскоростное и экономичное решение для передачи информации между пространственными разнесёнными объектами.

Схема лабораторной установки представлена на рисунке 7.1. Основными элементами комплекта лабораторной установки является ППМ FE (приёмно-передающий модуль), работающий по стандарту Fast Ethernet, обеспечивающий оптическую связь и позволяющий организовать локальную сеть.

Приемо – передающий модуль включает в себя следующие функциональные узлы:

- устройство линейного интерфейса с четырьмя портами G.703;
- два лазерных передатчика;
- три приемных объектива с объединяющей оптикой
- фото приемное устройство информационного сигнала;
- фото приемное устройство определения точности наведения постов друг на друга (датчик координат);
- микропроцессорное устройство (контроллер);
- вторичные источники питания перечисленных выше устройств;

- опорное поворотное устройство (ОПУ) с механизмом точной юстировки для точного наведения постов;
- прицельное диоптрийное устройство;
- защитный кожух с экранами.

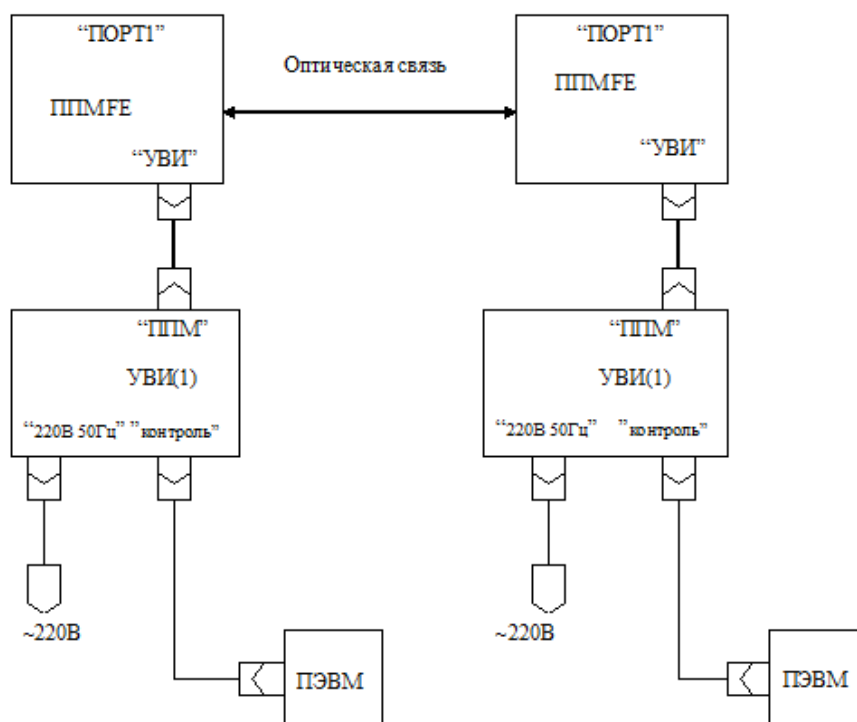


Рисунок 7.1. Структурная схема лабораторной установки

Оптико-электронные блоки ППМ смонтированы в герметичном литом корпусе, защищающем их от воздействия влияния окружающей среды. Корпус укреплен с помощью опорной плиты на опорно-поворотном устройстве (ОПУ). На опорной плите закреплен также кожух с блендами, обеспечивающий защиту ППМ от конденсированных осадков и солнечной радиации. Под защитным кожухом, на верхнем срезе корпуса установлено прицельное диоптрийное устройство, предназначенное для предварительной визуальной наводки ППМ.

Контроль состояния оборудования определяется по показаниям индикаторов контрольной панели ППМ для всех режимов работы. В таблице 7.1. показаны значения индикаторов контрольной панели в режиме "Работа".

Таблица 7.1 - Значение индикаторов контрольной панели в режиме "Работа"

Индикатор	Значение
Излучение 1	Когда горит, то подано питание на центральный передатчик. Осторожно! Лазерное излучение.
Излучение 2	Когда горит, то подано питание на боковой передатчик. Осторожно! Лазерное излучение.
Готовность (зеленый)	Когда горит, то устройство готово к работе. Если мигает - идет процесс анализа параметров ППМ при включении изделия, либо подготовка рабочего режима интерфейса при отрицательной температуре.

LNO	Когда горит, то обнаружено наличие оптической связи с другим постом. Есть синхронизация.
ERO	Когда горит или мигает, то обнаружены ошибки при передаче информации по атмосферному оптическому каналу.
RCO	Когда горит, то идет прием информации по оптическому каналу от другого поста.
LT1-LT4	Горят в отсутствии подключения коммуникационного оборудования к порту 1-4 соответственно. При подключении оборудования к одному из портов соответствующий индикатор гаснет.
IFD	Горит или моргает при превышении предельного уровня оптического сигнала на входе приемника. Необходимо уменьшить принимаемый сигнал путем диафрагмирования приемных каналов.

Программа удаленного контроля АОЛС позволяет осуществлять мониторинг состояния приемопередатчика (ППМ), подключенного к компьютеру через последовательный порт RS-232.

Можно на одном компьютере контролировать состояние двух ППМ, для этого необходимо подключить ППМ к последовательным портам COM1 и COM2 и сделать еще одну копию каталога с файлами программы. После этого нужно запустить поочередно программу telecnt.exe в каждом из каталогов, на вкладке “Настройка” задать и записать для каждой из программ свой последовательный порт связи с ППМ - COM1 или COM2. Теперь, запустив обе программы telecnt.exe из разных каталогов, можно в двух окнах наблюдать за состоянием обоих ППМ.

На вкладке Параметры (рисунок 7.2) расположены индикаторы, отображающие значения следующих параметров ППМ:

- время наработки ППМ;
- температура окружающей среды;
- уровень мощности принимаемого сигнала;
- ток фотоприемника;
- мощность и ток лазеров.

Кнопка, расположенная в левом верхнем углу вкладки, позволяет переключиться с режима отображения в виде индикаторов, в режим отображения динамики параметров в виде графиков и обратно. Для отображения в виде графиков параметров первого или второго лазеров, необходимо выбрать переключатель с его номером на соответствующей панели.

Вкладка Журнал позволяет просмотреть историю изменения параметров ППМ за выбранный период. На вкладке расположены индикаторы для выбора параметров, включаемых в журнал, а также поля для задания требуемого периода. Для того чтобы получить указанные данные, необходимо, чтобы в отмеченный период работала программа мониторинга, и параметры ППМ записывались в журнал (должен быть отмечен индикатор Вести журнал на вкладке “Настройка”).

По нажатию кнопки Таблица происходит формирование списка отмеченных параметров за указанный период и его отображение на экране. В правом верхнем углу списка появляется кнопка, позволяющая его закрыть. Для передачи данных в Excel

достаточно сформировать список, закрыть его, а затем открыть в Excel файл logan.txt, появившийся в рабочем каталоге программы мониторинга.

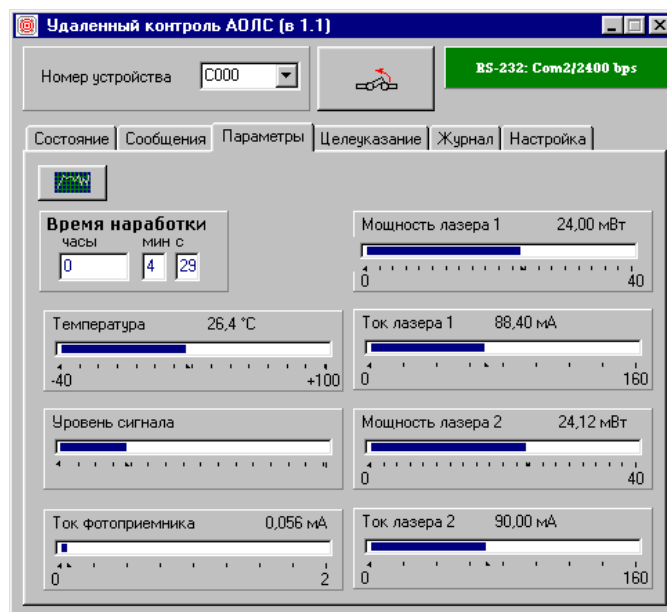


Рисунок 7.2 - Вкладка “Параметры”

2 Измерительные задачи

1. Провести контроль параметров ППМ.
2. Сделать выписку из журнала состояния.

3 Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначено оборудование серии МОСТ 100/500?
2. Какие аварийные сигналы могут иметь место при аварийных ситуациях?
3. Какие интерфейсы имеет оборудование серии МОСТ 100/500?
4. Какие измерительные приборы используются при проведении измерений?
5. Чему равен уровень сигнала -30 дБ в абсолютных значениях?
6. Какие функции выполняет оптический модуль?
7. От каких параметров и факторов зависит дальность связи?

4 Содержание и оформление отчета

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель лабораторной работы.
3. Краткие сведения по оборудованию МОСТ 100/500.
4. Измерения уровня сигнала.
5. Вывод.

Лабораторная работа № 8

Тема: Измерение параметров мультиплексора SDH МЦП-155К

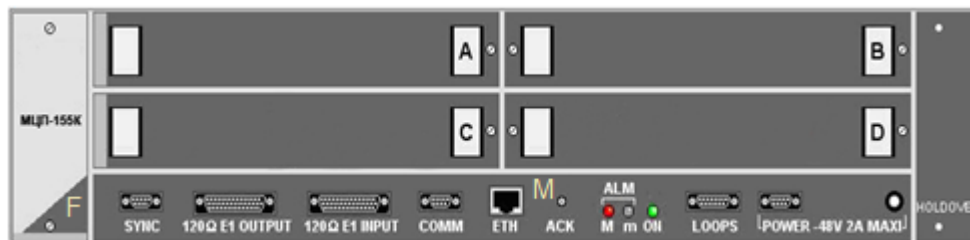
Цель работы:

1. Научиться пользоваться интерфейсом MML.
2. Провести контроль состояния оборудования.
3. Провести контроль параметров ошибок сетевых трактов.
4. Представлять результаты измерений по установленной форме.

1 Краткие теоретические сведения

МЦП-155К (рисунок 8.1) является развитием ряда выпускаемых НПП «Новел-ИЛ» высокотехнологичных систем передачи и создан на базе мультиплексора ADR 155С фирмы SAGEM. МЦП-155К представляет собой компактный мультиплексор 1-го уровня SDH нового поколения, способный обеспечить интеграцию услуг традиционных телекоммуникаций и Internet.

МЦП-155К построен по модульному принципу и содержит материнскую плату, поддерживающую основные функции мультиплексора, в том числе кросс-коммутацию, и четыре слота для установки трибутарных (компонентных) и линейных интерфейсов.



М – материнская плата (базовый блок);

А, В, С, D – слоты для размещения плат передачи;

F – слот для вентиляционного модуля.

Рисунок 8.1 - Лицевая панель МЦП155К

МЦП-155К, благодаря модульной архитектуре построения, в одном конструктивном исполнении может реализовать функции:

- терминального мультиплексора на 63х2 Мбит/с или 3х34 Мбит/с компонентных потока – МЦП - 155КТ;
- мультиплексора ввода/вывода 63х2 Мбит/с компонентных потока – МЦП - 155КА;
- регенератора агрегатного потока 155 Мбит/с - МЦП-155КР;
- кросс - коммутатора VC12, VC3, VC4 с полнодоступной матрицей кросс - коммутации на пять направлений СТМ-1 - МЦП-155КК;
- компактного терминального мультиплексора для оптических выносов на 21х2 Мбит/с компонентных потока МЦП-155КС.

МЦП-155К, кроме традиционных потоков PDH, имеет возможность транспортирования и кросс-коммутации потоков LAN, таких как Ethernet 10 и 100, V.11 и HSSI.

МЦП-155К обеспечивает защиту трафика по схемам MSP и 1+1.

МЦП-155К имеет возможность локального конфигурирования и обслуживания, а также интегрируется в системы сетевого управления IONOS-ANM, IONOS-NMS фирмы SAGEM и систем других производителей, поддерживающих протокол управления SNMP

МЦП155К Н является оптическим STM-1/STM-4 мультиплексором цифровых потоков ввода/вывода, используемым для построения:

- STM-1/ STM-4 линий связи по типу точка – точка;
- STM-1 или STM-4 для построения кольца;
- сетей связи с SNC или MSP резервированием;
- транспортировки потоков 2 Мбит/с, 34 или 45 Мбит/с, сигналов Ethernet, сигналов STM-1

МЦП155К Н может использоваться как:

- окончательный STM-1 мультиплексор на 63 потока VC12 с резервированием 1+1 (МЦП155К НТ);
- STM-1 регенератор, передающий 2 VC4 (два двухсторонних регенератора) (МЦП155К НР);
- STM-4 мультиплексор ввода - вывода с емкостью 63 через один AU4 на плате STM-4 (МЦП155КНА);
- STM-1 мультиплексор с функцией кросс - коннектирования VC12, VC3 или VC4 максимум до 4-х направлений STM-1 и с выделением до 21 VC12 , (МЦП155К НК);
- мультиплексор ПЛС через точку подсоединения VC12 или VC3 (через плату ПЛС 10/100 (ADR-LAN1) или через плату ПЛС-GFP-IO/IOO (GFP1500).

Управление МЦП155К Н может осуществляться:

- Локальным терминалом с эмуляцией VT100 (COMM доступ);
- HTTP сервером для локального или удаленного управления с использованием Веб-Браузера;
- Удаленно с помощью SNMP протокола. В этом случае, протокол SNMP обеспечивает общий сетевой мониторинг.

Использование местного терминала с эмулятором VT100 является необходимым при первом пуске оборудования для конфигурирования параметров связи.

Мультиплексор МЦП155К Н размещается в 19-ти дюймовых или ESTI несущих конструкциях. МЦП155К Н состоит из следующих узлов:

- секция МЦП155К/2G высотой 2U, включающая в себя:
 - каркас секции с кроссировочной платой и устройством удержания частоты;
 - базовый блок (ББ) с выделением 21хЕ1 и модулем питания.
 - блок вентиляторов (БВ) состоит из двух вентиляционных узлов.
 - встроенное программное обеспечение для конфигурирования и управления
 - с локального терминала.

Технические характеристики МЦП155К представлены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Основные параметры платы IC1.1-2G

Интерфейс	Мощность на выходе	Макс. допустимая мощность на входе	Чувствительность при $K_{\text{опш}}=10^{-10}$	Гарантированное затухание линии	Длина транзитного участка
IC1.1-2G	От -5 до 0 дБм	0 дБм	-34 дБм	0 – 28 дБ	0-40 км

Стандарт: ITU-T G.957/G.958

Кодирование: NRZ

Тип волокна: одномодовое (1300 нм(хх1) ITU-T G.652)

Тип соединения: FC/PC или SC/PC

Потребляемая мощность: не более 50 Вт

Структурная схема мультиплексора МЦП155К приведена на рисунке 8.2.

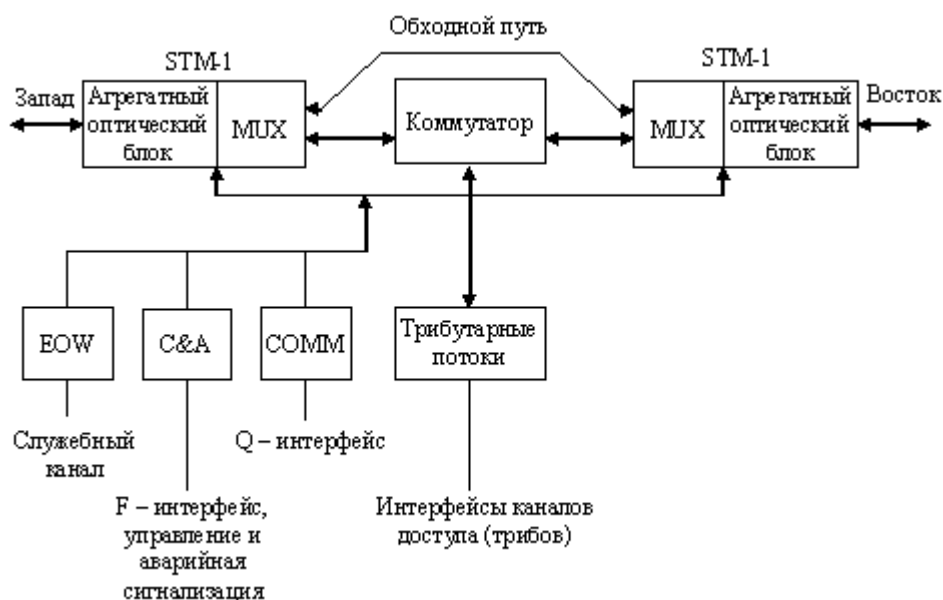


Рисунок 8.2 – Структурная схема мультиплексора

Она состоит из коммутатора, осуществляющего коммутацию сигналов на уровне VC-12, VC-3, VC-4 (так же предусмотрен обходной путь, в случае если оборудование сконфигурировано в качестве регенератора). Модуля STM-1, состоящего из синхронного мультиплексора (MUX) и агрегатного оптического модуля. Блока служебных каналов связи и передачи данных EOW. Блока C&A (Control and Alarms), предназначенного для управления и сбора данных об авариях. COMM Q – интерфейса, предназначенного для начальной настройки оборудования (порт RS-232). А так же блока интерфейсов каналов доступа – трибуutarных потоков.

Назначение портов на материнской плате (базовом блоке):

Порт «SYNC» – порт синхронизации 2 МГц (G.703). Обеспечивает два входа внешнего сигнала синхронизации (T3) 2 Мбит/с и два выхода тактовой частоты 2 МГц. Скорость передачи 2,048 Мбит/с ± 50 ppm. Стык симметричный 120 Ом. Соединитель розетка девяти - контактная DB-9F (120Ом)

Порты «E1 OUTPUT» (выход) и «E1 INPUT» (вход) - порты трафика 21 x 2 Мбит/с. (G.703). Скорость передачи 2,048 Мбит/с \pm 50 ppm. Код HDB-3. Стык симметричный 120 Ом. Соединитель – розетка типа SUB D HD 44-х контактная.

Порт «COMM» - порт управления и администрирования. Интерфейс RS-232, подключается к пульту VT100 или компьютеру. Скорость передачи 19200 бод (8 бит информационных, без бита паритета и один стоповый бит). Соединитель – розетка 9-ти контактная DB-9F.

Порт «ETH» - интерфейс. Стык управления через Ethernet на 10 Мбит/с в полудуплексном или дуплексном режиме. Предназначен для локального доступа к встроенному программному обеспечению МЦП155К. Соединитель типа RJ-45. С портом «ETH» связан светодиод:

- выкл – обрыв или неправильное соединение;
- мигает – текущий прием, цепь подсоединена;
- вкл – цепь подсоединена, но неактивна.

«LOOPS» - порт внешних аварий, удаленного контроля и станционной аварии. Соединитель – розетка 15-ти контактная типа DB-15F.

Порт источника питания «POWER». Подсоединение адаптера 110-240/48В 60Вт. Соединитель - розетка 9-ти контактная DB-9F.

Назначение световой индикации материнской платы приведено в таблице 8.2.

Таблица 8.2 - Световая индикация на материнской плате

Ethernet (доступ управления)	Без наименования	Левый зеленый	Постоянно вкл. Мигает Выкл.	Правильная линия и подключена, но не активна Текущая активность и линия подключена Не правильная линия и нет соединения
Блок ББ	"ON"	Зеленый	Вкл. Мигает Выкл.	Плата в обслуживании Самотестирование Нет питания оборудования или нет запуска программы
Оборудование	"ALA M" "ALA n"	Красный Желтый	Вкл. Вкл.	Срочная авария Не срочная авария

Кнопка «АСК» - подтверждение аварии. Нажимая эту кнопку, выключаются шлейфы выходных аварий. Световая авария удерживается.

В модуль С установлена плата LAN1 (ПЛС-10/100) – плата локальной сети. На лицевую панель этой платы выведен порт «ETH» - порт Ethernet трафика, работающий на со скоростью передачи 10 или 100 Мбит/с. В полудуплексном или дуплексном режиме согласованном с режимом собеседника. Соединитель – Ethernet Base-T RJ-45. Плата ПЛС-10/100 имеет «прямой» интерфейс Ethernet. С портом «ETH» связаны два светодиода:

- левый (зеленый) светодиод – индикатор активности передачи;
- правый (желтый) светодиод – индикатор состояния линии.

Электрические характеристики в соответствии с IEEE 802.3U

Назначение световой индикации на плате ПЛС-10/100 приведено в таблице 8.3.

В модуль D (а для промежуточного мультиплексора ввода/вывода также и в модуль В) установлены платы стандарта IC1.1-2G (ПМОИ-1,3-2G), обеспечивающие подключение СТМ-1 интерфейса («TR» порт передачи, «REC» порт приема), а так же одного канала служебной связи на 64 Кбит/с («EOW/AUX»).

Таблица 8.3 - Световая индикации на плате ПЛС-10/100

Проверяемый компонент	Наименование	Примечание	Состояние	Значение
Ethernet (доступ управления)	Без наименования	Левый зеленый	Постоянно вкл. Выкл.	Передача вкл. Нет трафика
	Без наименования	Правый желтый	Постоянно вкл. Выкл.	Исправное соединение Нет соединения
	10/100	Желтый	Вкл. Выкл.	100 Мбит/с 10 Мбит/с
	HALF/FULL	Желтый	Вкл. Выкл.	Полный дуплекс Полудуплекс

«TR» и «REC» порты. Скорость передачи 155,520 Мбит/с \pm 20 ppm. Стандарт MCЭ-T G.957. Код – не кодируемый (NRZ). Соединитель – SC/PC.

Состояние светодиодов на всех платах кроме материнской платы приведено в таблице 8.4.

Таблица 8.4 - Состояние светодиодов на всех платах, кроме базового блока

Зеленый светодиод	Красный светодиод	Обозначение
Вкл.	Выкл.	Плата сконфигурирована и в работе
Вкл.	Вкл.	Плата в работе и есть авария
Выкл.	Выкл.	Сгорел предохранитель
Выкл.	Вкл.	Плата не работает (не сконфигурирована)
Мигает		Авто тестирование по умолчанию

Чтобы показать функциональную диаграмму групп STM-1, необходимо на лицевой панели платы IC1.1 в диалоговом окне нажать на соединители TR или REC. После выбора функциональной группы можно посмотреть ее конфигурацию и сигнальное окно состояния.

Таблица 8.5 - Таблицы аварийных сообщений

Авария	Описание	Уровень серьезности
SPI: физический стык SDH LOS TF	Потеря сигнала Отказ передатчика	Значительная (Major) Значительная (Major)
RST: окончание секции регенерирования LOF	Потеря цикла	Значительная (Major)
MST:окончание секции мультиплексирования EBER-B2 SD-B2 MS-AIS MS-RDI	Битовая скорость $>10^{-3}$ байтаB2 Ухудшение сигнала B2 Сигнал индикации аварии Индикация удаленного дефекта	Значительная (Major) Незначительная (Minor) Нет аварии (Non alarmed) Незначительная (Minor)
MSP:защита секции мультиплексирования		

PAM SCM OTM	Несоответствие в системе резервирования. Несоответствие в выборе контроля Несоответствие в действиях	Незначительная (Minor) Незначительная (Minor) Незначительная (Minor)
MSA: адаптация секции мультимплексирования AU-AIS AU-LOP	Сигнал СИАС в админ. блоке Потеря указателя в админ. блоке	Нет аварии (Non alarmed) Значительная (Major)
HPOM: мониторинг заголовка тракта VC высшего порядка HO-RDI/G1 HO-TIM HO-SD(VC4) HO-UNEQ	Авария в верхнем уровне удал. обор Несоответствие идентификатору трассировке Авария сигнала в верхнем уровне Не оборудован верхний уровень	Нет аварии (Non alarmed) Нет аварии (Non alarmed) Нет аварии (Non alarmed) Нет аварии (Non alarmed)
HPТ: окончание тракта высокого порядка HO-SLM HO-RDI/G1 HO-UNEQ	Несоответствие сигн. метки вер. уровня Авария в верхнем уровне удал. оборудования Не оборудован верхний уровень	Нет аварии (Non alarmed) Незначительная (Minor) Нет аварии (Non alarmed)
HPA:адаптация тракта высшего порядка TU-LOM TU-AIS TU-LOP	Потеря сверх цикла в компонентном блоке Сигнал СИАС в компонентном потоке Потеря указателя в компонентном потоке	Незначительная (Minor) Нет аварии (Non alarmed) Значительная (Major)
LPOM: мониторинг тракт. заголовка низшего порядка LO-SD-B3 LO-SD-V5 LO-RDI LO-UNEQ	Ухудшение качества сигнала побайтуB3 Ухудшение качества сигнала по байту V5 Авария в нижнем уровне удал. оборудования Не оборудован нижний уровень	Незначительная (Minor) Незначительная (Minor) Нет аварии (Non alarmed) Нет аварии (Non alarmed)
LPT: начало/окончание маршрута VC нижн. Уровня LO-SD-V5 LO-SD-B3 LO-SLM LO-RDI LO-UNED	Ухудшение качества сигнала по байту V5 Ухудшение качества сигнала побайтуB3 Несоответствие сигн. метки ниж. уровня Авария в нижнем уровне удал. оборудования Не оборудован нижний уровень	Незначительная (Minor) Незначительная (Minor) Нет аварии (Non alarmed) Незначительная (Minor) Нет аварии (Non alarmed)
PPI: плезиохронный физический интерфейс PPI-LOS	Потеря сигнала	значительная (Major)

PPI-AIS	Сигнал СИАС	Нет аварии (Non alarmed)
SETS: хронизирующий источник синхр. Оборудования T3 LOS T1 LOS T2 LOS T4-Failure	Потеря сигнала на входе синхрониз. T3 Потеря сигнала на входе синхрониз. T1 Потеря сигнала на входе синхрониз. T2 Авария выхода синхронизации T4	Незначительная (Minor) Нет аварии (Non alarmed) Нет аварии (Non alarmed) Незначительная (Minor)
ПЛС-10/100: плат локальной сети TU-AIS TU-LOP VC3-RDI VC3-SD VC3-UNEQ VC3-SLM	Сигнал СИАС в компонентном потоке Потеря указателя в компонентном потоке Не исправна индикация ниж.ур.уд.обор Ухудшение качества побайтуВ3 Не оборудован нижний уровень Несоответствие сигн. метки ниж. уровня	Нет аварии (Non alarmed) Значительная (Major) Нет аварии (Non alarmed) Незначительная (Minor) Нет аварии (Non alarmed) Нет аварии (Non alarmed)

2 Контроль параметров ошибок сетевых трактов

Контроль параметров ошибок сетевых трактов может осуществляться средствами встроенного контроля без прекращения связи.

Возможно производить 15-и минутный и 24-х часовой контроль.

Отслеживаются ошибки:

- ES – (секунда с ошибками) – количество секунд, по крайней мере, с одной ошибкой или одной неисправностью;
- SES – (секунда с большим количеством ошибок) – это секунда, в течении которой ошибки превышают определенный порог, или в течении которой появится хотя бы одна неисправность;
- UAS – (недоступные секунды) – количество недоступных секунд;
- BBE – (блок с фоновыми ошибками) – оставшееся количество ошибочных блоков, исключая SES.

Каждой ошибке BBE,ES,SES и UAS установлен допустимый порог и когда этот порог превышен, происходит регистрация данного факта в журнале регистрации сообщений.

Для проведения тестирования контрольных точек необходимо войти в меню «Performance» и выбрать необходимую точку из представленных (VC12Near, VC12Far, VC4Near, VC4Far, MSTNear, MSTFar, RSTNear).

3 Оборудование рабочего места

Учебная магистраль SDH (STM-1)

Персональный компьютер

4 Контрольные вопросы:

1. Принципы мультиплексирования на сетях SDH?
2. Назначение, состав и область применения мультиплексора МЦП-155К.
3. Под какой операционной системой работает программное обеспечение мультиплексора МЦП-155К.
4. Периодичность проверок технического состояния мультиплексора?
5. Перечень измеряемых параметров?
6. Порядок оценки технического состояния?
7. Сигнализация об ухудшении верности передачи.
8. Перечень контрольно-профилактических работ и измерений.

5 Содержание и оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Название, цель лабораторной работы.
 2. Краткие теоретические сведения.
 3. Результаты выполнения заданий.
 4. Выводы по работе.
- Отчет оформляется в тетради по лабораторному практикуму.