

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

«Многоканальные телекоммуникационные системы»

(для студентов по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные  
технологии и системы связи профиль Мобильная связь и интернет вещей)

Ростов-на Дону  
2022

УДК 621.372.88 (021)

ББК

Б

**Борисов Б.П.** *Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Многоканальные телекоммуникационные системы».* (Для студентов по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи профиль **Мобильная связь и интернет вещей** всех форм обучения). Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал МТУСИ, 2022. - 125 с.

Лабораторные работы по направлению подготовки 11.03.02.62 профиль МТС охватывают материалы 2-х семестров дисциплины Многоканальные телекоммуникационные системы, включающий в себя вопросы частотного уплотнения, преобразования аналогового сигнала в цифровой сигнал, кодирования, формирования первичных цифровых потоков плезиохронной и синхронной цифровых иерархий. Методические указания включают четырнадцать лабораторных работ, и дают рекомендации по их выполнению. Методическое пособие утверждено на заседании кафедры «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», протокол № 5 от 19 декабря 2022 г.

**Рецензент: В.В. Ершов** канд. техн. наук, доц. каф. ИТСС СКФ МТУСИ.

## 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 «Эксплуатация оборудования АСП В 12-3» .....	10
3	Лабораторная работа № 2 «Эксплуатация телекоммуникационной субпервичной системы ЦСП ИКМ-15» .....	18
4	Лабораторная работа № 3 «Исследование канального мультиплексора МК-2048» .....	22
5	Лабораторная работа № 4 «Исследование униполярного и биполярного кода БВН» .....	41
6	Лабораторная работа № 5 «Беспроводное атмосферно оптическое оборудование серии МОСТ 100/500».....	47
7	Лабораторная работа № 6 «Особенности передачи двух полярных кодовых последовательностей через линию связи» .....	71
8	Лабораторная работа № 7 «Регенерация цифровых сигналов при приёме» .....	77
9	Лабораторная работа № 8 «Изучение устройства и основ эксплуатации оборудования ВОСП МЦП-155К».....	82
10	Лабораторная работа № 9 «Исследование основ построения магистрали ВОЛС на основе технологии SDH» .....	101
11	Лабораторная работа № 10 «Эксплуатация учебной магистрали ВОЛС построенной на основе технологии SDH с использованием ИСМУС» .....	112
12	Лабораторная работа № 11 «Мониторинг мультиплекса ADR 155с» .....	123

# 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:** физическое моделирование инфокоммуникационных процессов на базе лабораторных комплексов и стандартного оборудования;

- 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!**

## «Эксплуатация оборудования АСП В 12-3»

Цель работы:

1. Изучить назначения, области применения и основных характеристик аналоговой МСП В-12-3.
2. Составить схемы уплотнения телефонных сигналов вторичного уровня.
3. Составить магистраль аналоговой МСП В-12-3.
4. Составить тракты прохождения сигналов по магистрали аналоговой МСП В-12-3.
5. Разработать алгоритм управления и контроля оборудования МСП В-12-3 и измерить параметры сигналов и трактов.

Краткие теоретические сведения

### 1 Общая характеристика

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

2. номинальные измерительные уровни мощности:

- |                             |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| на входе группового тракта  | -39 дБ/-4,5Нп;  |
| на выходе группового тракта | -5,2 дБ/-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;
- 7. 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;
- 8. 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 1.1.

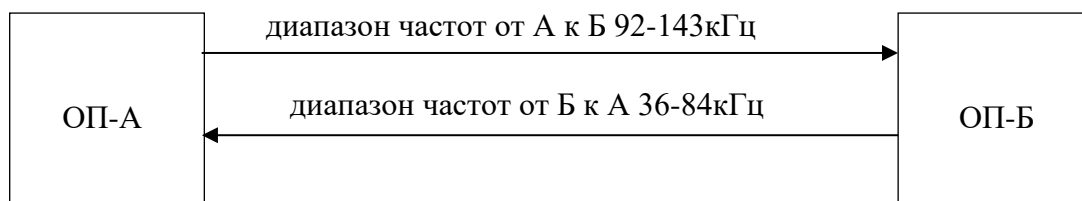


Рисунок 1.1 - Линейный тракт передачи аппаратуры В-12-3

В состав конечных пунктов входит:

- конечные станции ОА и ОБ;
- линейные согласующее устройства.

Оконечные станции ОА и ОБ включают в себя:

- приемо-передающее оборудование;
- обще стоечное оборудование;
- генераторное оборудование.

и выполнены в виде стоек представленных на рисунках 3 и 4

## 2 Принцип группообразования

В индивидуальном оборудовании В-12-3 применены 2 ступени преобразования.

В первой ступени с помощью несущих 12, 16, 20 кГц формируются четыре стандартные трехканальные пред группы, занимающие полосу частот 12,3-23,4 кГц.

Как следует из рисунка 1.2, на первый канал с эффективно-передаваемой полосой частот 0,3-3,4кГц подается несущая частота  $f_{11}=12\text{кГц}$  и с помощью LC-канального полосового фильтра (КПФ-1) выделяется верхняя боковая полоса частот 12,3-15,4кГц; на второй канал

подается несущая частота  $f_{12}=16\text{кГц}$  и с помощью LC-канального полосового фильтра (КПФ-2) выделяется верхняя боковая полоса частот 16,3-19,4кГц и на третий канал подается несущая частота  $f_{13}=20\text{кГц}$  и с помощью LC-канального полосового фильтра (КПФ-3) выделяется верхняя боковая полоса частот 20,3-23,4кГц. Таким образом, сформирован спектр трехканальной пред группы, занимает полосу частот 12,3-23,4 кГц (округленно 12-24кГц).

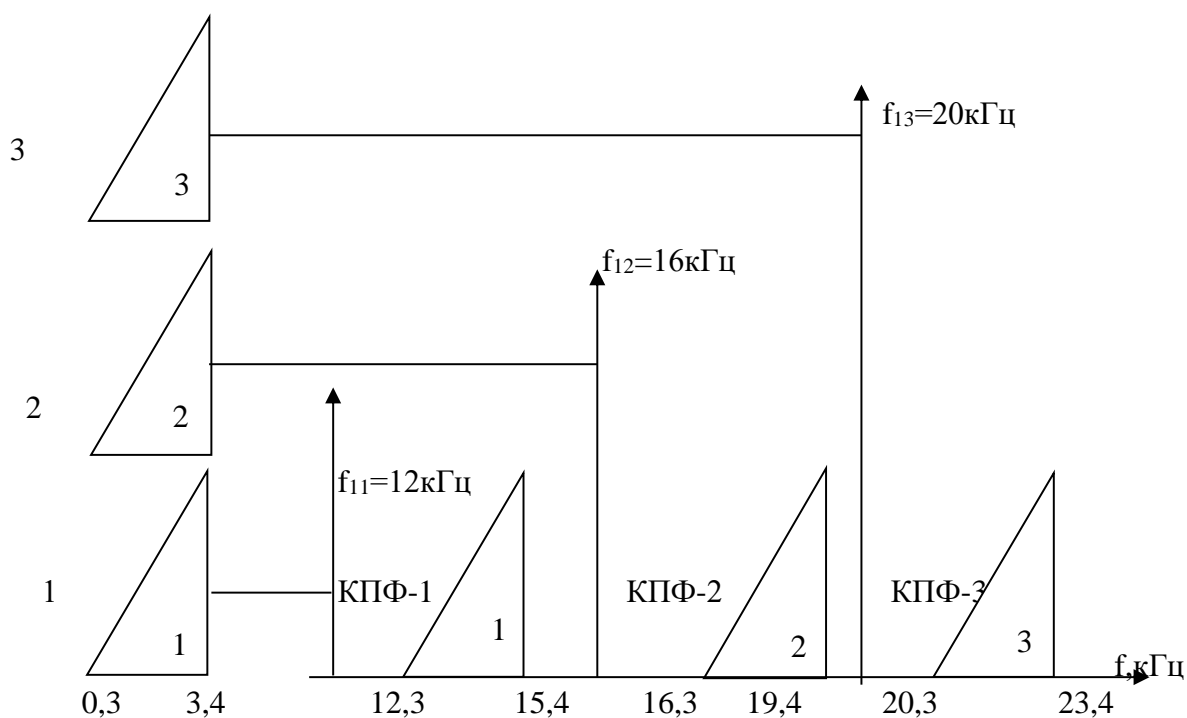


Рисунок 1.2 - Формирование стандартной трехканальной предгруппы.

Во второй ступени четыре трехканальные пред группы с помощью несущих 84,92,108 и 120 кГц переносятся в полосу частот стандартной первичной группы (ПГ) 60,6-107,7 кГц.

Как видно из рисунка 1.3, на первую трехканальную пред группу, занимающую полосу частот 12,3-15,4кГц, подается несущая второй ступени преобразования  $f_{21}=120\text{кГц}$  и полосовым фильтром пред группы (ПФПрГ-1) выделяется нижняя боковая полоса частот 92,6-107,7кГц. На вторую пред группу подается несущая  $f_{22}=108\text{кГц}$  и полосовым фильтром пред группы (ПФПрГ-2) выделяется нижняя боковая полоса частот 84,6-91,7кГц. На третью пред группу подается несущая  $f_{23}=96\text{кГц}$  и полосовым фильтром пред группы (ПФПрГ-3) выделяется нижняя боковая полоса частот 72,6-83,7кГц и на вторую пред группу подается несущая  $f_{24}=84\text{кГц}$  и полосовым фильтром пред группы (ПФПрГ-4) выделяется нижняя боковая полоса частот 60,6-71,7кГц.

Достоинством двухступенчатого преобразования является уменьшение разности канальных фильтров с 12 до 7, а также уменьшение числа фильтров в генераторном оборудовании. Недостатком является некоторое увеличение собственных шумов аппаратуры за счет увеличения ступеней преобразования.

В групповом оборудовании применены также две ступени преобразования, которые позволяют устранить влияние преобразуемой полосы частот на полосу частот линейного спектра, вследствие чего можно наиболее легко получить 4 варианта линейного спектра аппаратуры. В первой ступени преобразования с помощью несущей 324кГц осуществляется перенос полосы частот стандартной ПГ в полосу частот 384-432кГц. Во 2 ступени осуществляется формирование линейного спектра аппаратуры В-12-3 с использованием несущих 468,348, 290,292,525 и 527кГц.

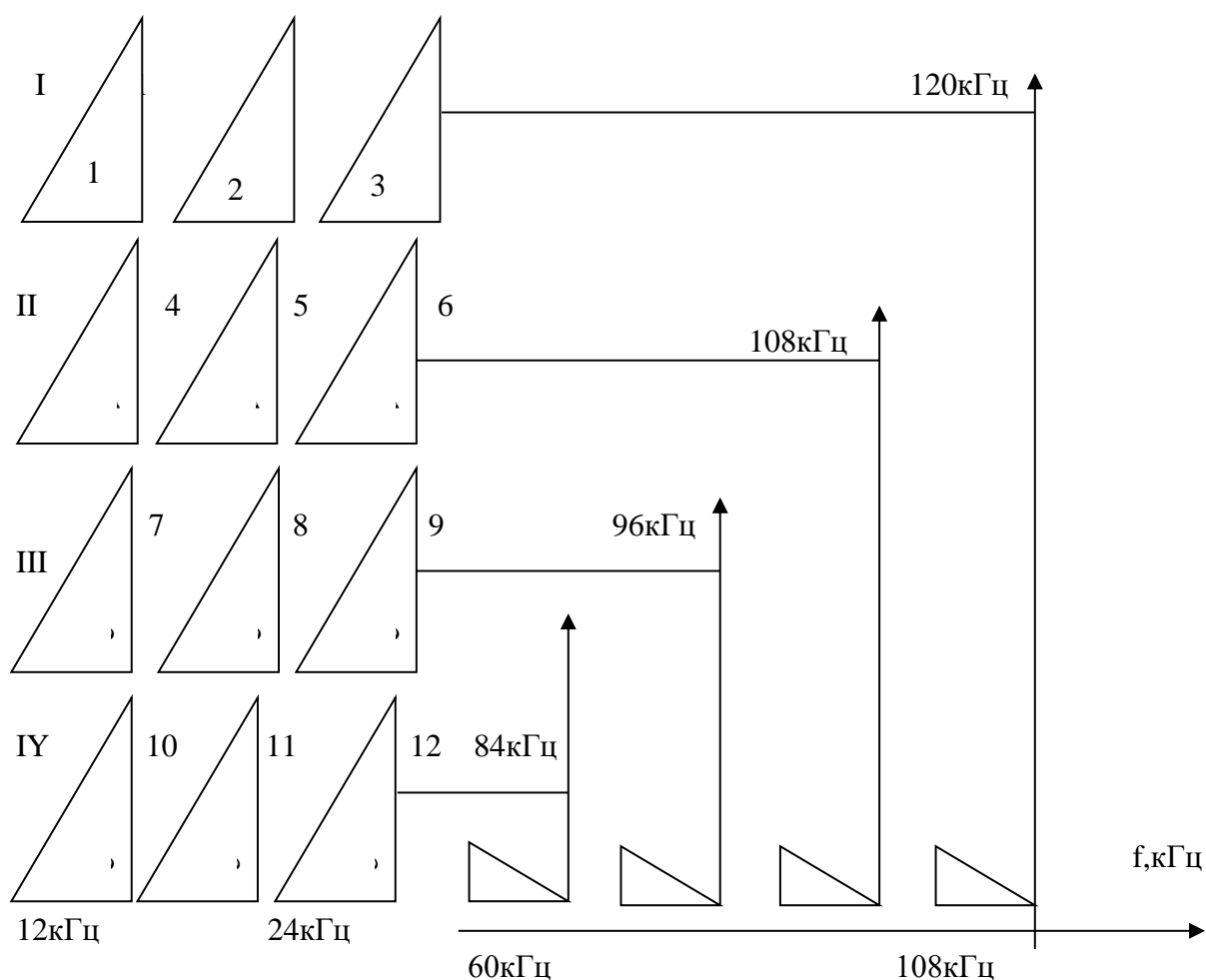


Рисунок 1.3 - Формирование стандартной первичной группы

Принцип канала построения. Построим тракт приема и тракт передачи на примере 1-ого канала.

В направлении А-Б

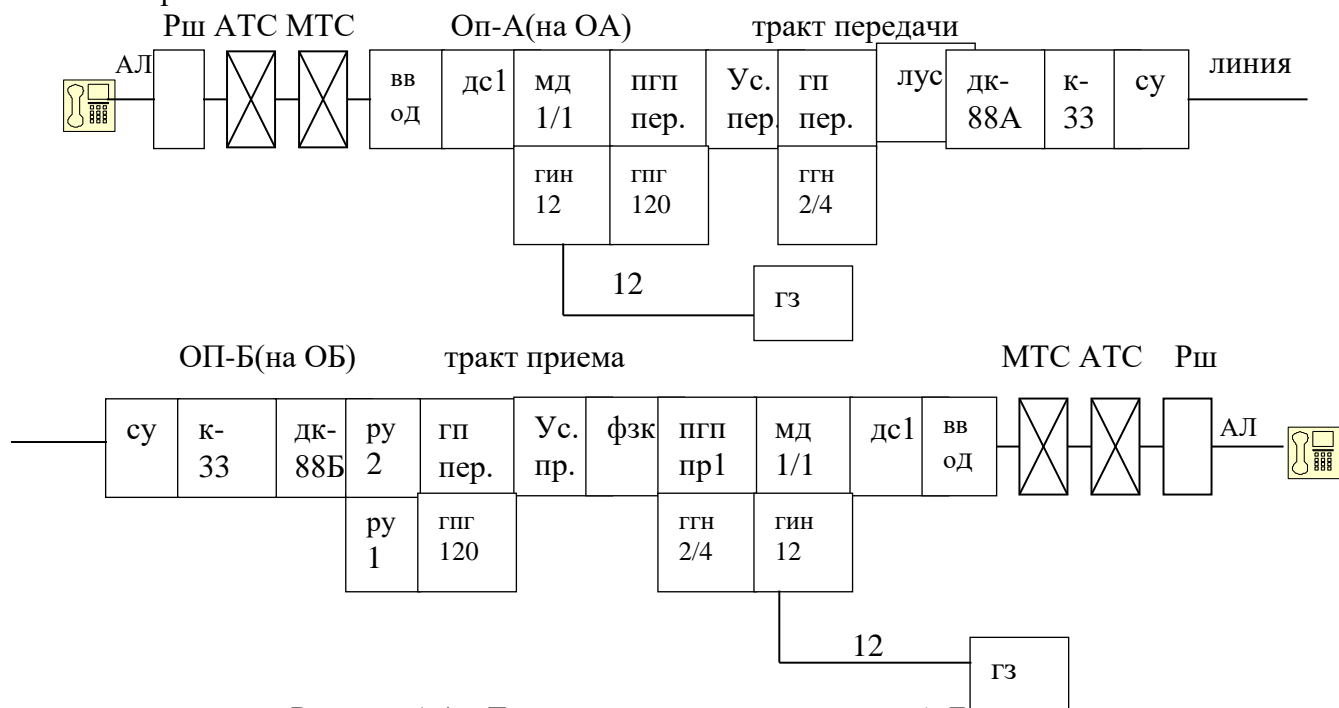


Рисунок 1.4 - Тракт передачи в направлении А-Б

В направлении Б-А

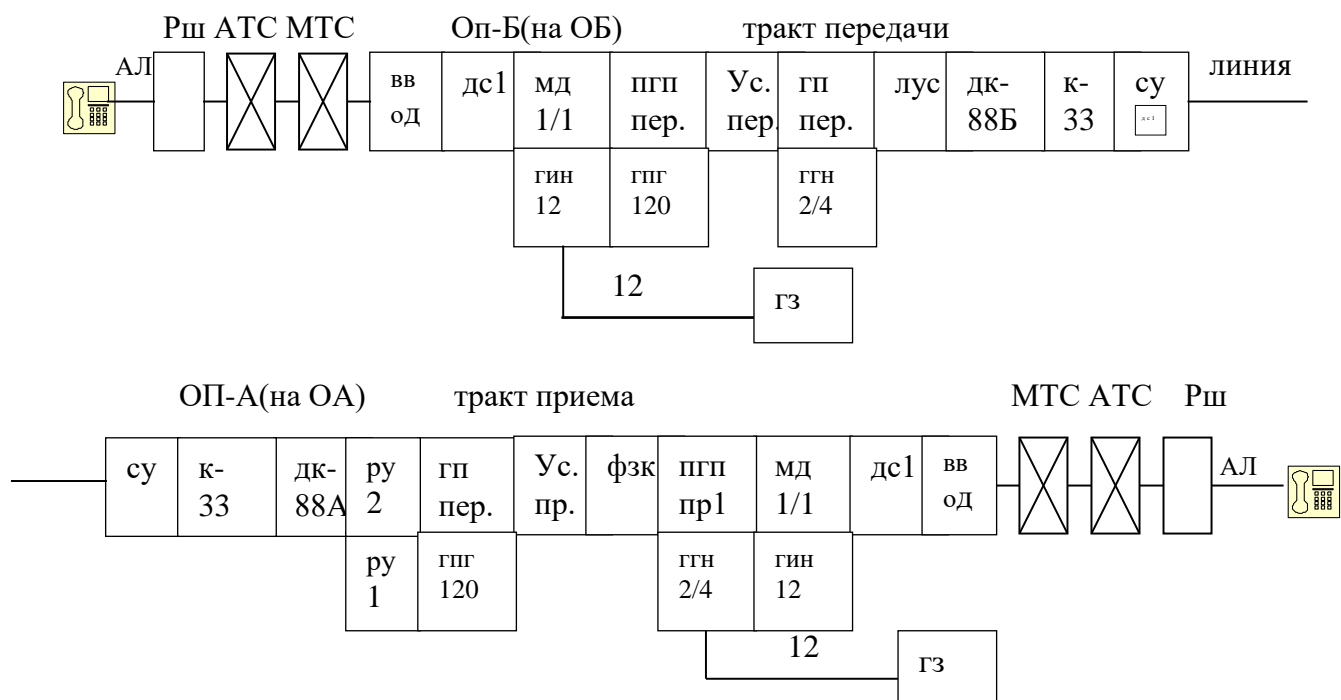


Рисунок 1.5 - Тракт передачи в направлении Б-А

### Оборудование рабочего места

1. Вводы								
2. ППДП-1			3. ППДП-2			4. СУ		
5 ЛУС			6. СТ.О			7. ПР 24/30		
8. ГП перА.		9. ДК-88А		10. ДК-33		11. ГТВ		
12. РУ2- 36-84	13. УСпер 60-108	14. ПГП- пер	15. МДІ	16. МДІІ	17. МДІІІ	18. МДІ	19. МДІІ	20. МДІІІ
21. РУ1- 36-84	22. ФЗКпр 84,14	23. ПГПпр 2-4	24. ДС	25. ДС	26. ДС	27. ДС	28. ДС	29. ДС
30. ГПпр А	31. УСпр 60-108	32. ПГПпр 1-3	33. МДІ	34. МДІІ	35. МДІІІ	36. МДІ	37. МДІІ	38. МДІІІ
39. АРУ 84,14	40. АРУ- П	41. АРУ- Н	42. УКЧ- 36-84	43. ГГН-2	44. ГГН-2/4	45. ГК-А	46. ГПН	47. ГИН
48. Обще стоечная панель								
						49. ГГНК	50. ГЗ	

Рисунок 1.6 - Оконечная станция ОА

- 1.Блок ввода.
- 2,3. ППДП - Блоки преобразования передачи дистанционного питания.
4. СУ - Блок согласовывающего устройства.
5. ЛУС - Блок линейного усиления.
6. СТ.О - Блок стабилизатора напряжения оконечной станции.
7. ПР-24/30 - Блок преобразователя.
8. ГПпер.А - Блок преобразования групповой передачи.
- 9,10. Блоки фильтров ДК88, ДК-33.
11. ГТВ - Блок генератора тонального вызова.
- 12,21. РУ - Блоки регулятора усиления.
13. УСпер.60 -108- Блок усилителя передачи.
14. ПГПпер. - Блок пред группового преобразователя передачи.
- 15-20,33-38. МД-Блоки модуляторов.
22. ФЗК - Блок заграждающих кварцевых фильтров.
- 23,32. ПГПпр.- Блоки пред группового преобразователя приема.
- 24-29. ДС - Блоки дифференциальных систем.
30. ГПпр.А - Блок преобразования группового приема.
31. УСпр. - Блок усилителя приема.
- 39-41. АРУ - Блоки автоматической регулировки усиления.
42. УКЧ - Блок усиления частоты.
- 43-44. ГГН - Блоки генераторов групповых несущих частот.
45. ГК-А - Блок генератора оборудования контрольных частот.
46. ГПН - Блок генераторов пред групповых несущих частот.
47. ГИН - Блок генераторов индивидуальных несущих частот.
48. Обще стоечная панель.
49. ГГНК - Блок генератора групповой несущей и контрольных частот.
50. ГЗ - Блок задающего генератора.

1. Вводы								
2. ппдп-1			3. ППДП-2			4. су		
5 ЛУС			6. СТ.О			7. ПР 24/30		
8. ГП пер.Б		9. ДК-88Б		10. ДК-33		11. ГТВ		
12. РУ2- 92-143	13. УСпер 60-108	14. ПГПпер	15. МД I	16. МД II	17. МДIII	18. МД I	19. МД II	20. МД III
21. РУ1- 92-143	22. ФЗКпр 84,14	23. ПГПпр 2-4	24. ДС	25. ДС	26. ДС	27. ДС	28. ДС	29. ДС
30. ГПпр Б	31. УСпр 60-108	32. ПГПпр 1-3	33. МД I	34. МД II	35. МДIII	36. МД I	37. МД II	38. МД III

39. АРУ 84,14	40. АРУ- П	41. АРУ-Н	42. УКЧ- 92-143	43. ГГН-2	44. ГГН-2/4	45. ГК-Б	46. ГПН	47. ГИН
48. Обще стоечная панель								
						49. ГГНК	50. ГЗ	

Рисунок 1.7 - Оконечная станция ОБ

Блоки аналогичны блокам станции ОА.

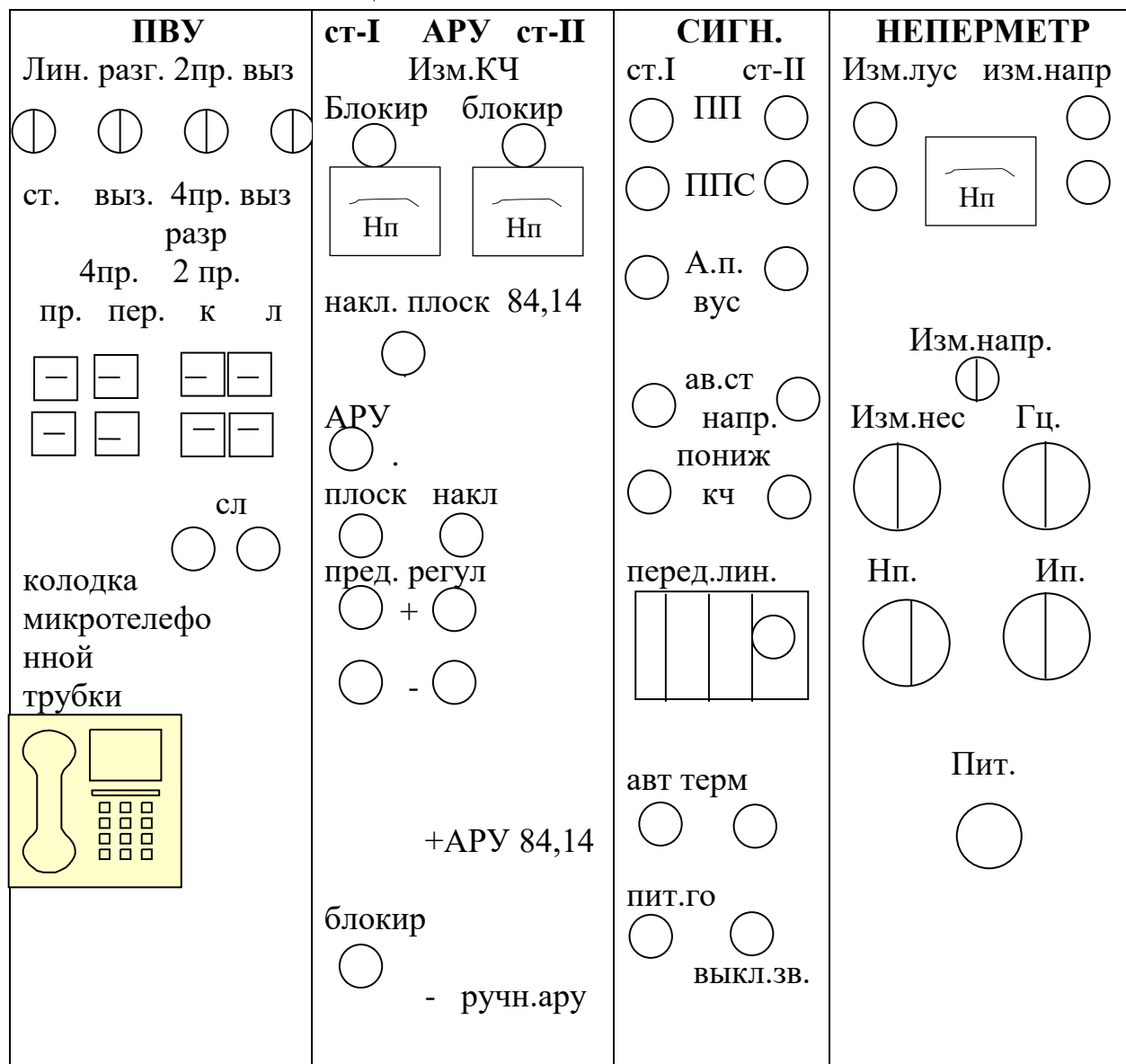


Рисунок 1.8 – Обще стоечная панель

Блоки обще стоечной панели

1. ПВУ- переговорно-вызывные устройства.
2. АРУ- автоматическая регулировка усиления.
3. СИГН. – сигнализация.
4. Измеритель уровня (НЕПЕРМЕТР)



## Задание

1. Изучить назначение, области применения и основных характеристик аналоговой МСП В-12-3.
2. Составить схемы мультиплексирования телефонных сигналов вторичного уровня.
2. Составить магистраль аналоговой МСП В-12-3.
3. Изучить оборудования оконечных и промежуточных пунктов аналоговой системы МСП В-12-3.
4. Составить тракты прохождения сигналов по магистрали аналоговой МСП В-12-3.
5. Получить навыки определения состояния МСП В-12-3 на основе наблюдения и измерения параметров сигналов в трактах.

## Содержание и оформление отчета

Отчет содержит:

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

## Порядок выполнения работы

Лабораторная работа выполняется последовательно в соответствии с заданием.

## Контрольные вопросы

1. Области применения аналоговой системы передачи В-12-3.
2. Основные характеристики аналоговой системы передачи В-12-3.
3. Какие блоки участвуют в формировании группового сигнала.
4. Для чего служит блок ДС.
5. На каких частотах осуществляется индивидуальное преобразование.
6. Какой принцип группообразования реализуется в оборудовании В-12-3.
7. Что выполняет блок МД.
8. С какой целью используются контрольные частоты.

## Информационные источники

1. Иванов В.И., Гордиенко В.Н., Попов Г.Н. Цифровые и аналоговые системы передачи. - М.: изд. Горячая линия - Телеком, 2003. – 232 с.: ил.
2. Крухмалев В.В., Гордеенко В.Н., Моченов А.Д. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов – М.: изд. Горячая линия - Телеком, 2008. – 424 с.: ил.
3. Техническое описание В-12-3.

## «Эксплуатация телекоммуникационной субпервичной системы ЦСП ИКМ-15»

Цель работы:

1. Изучить устройство оборудования оконечных и промежуточных пунктов.
2. Составить тракт прохождения сигналов по магистрали ЦСП ИКМ-15.
3. Привести алгоритмы управления и контроля оборудования ЦСП ИКМ-15 и выполнить измерения параметров сигналов и трактов.

### 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  $KI_1 - KI_{15}$ ). Нулевой канальный интервал  $KI_0$  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 2.1.

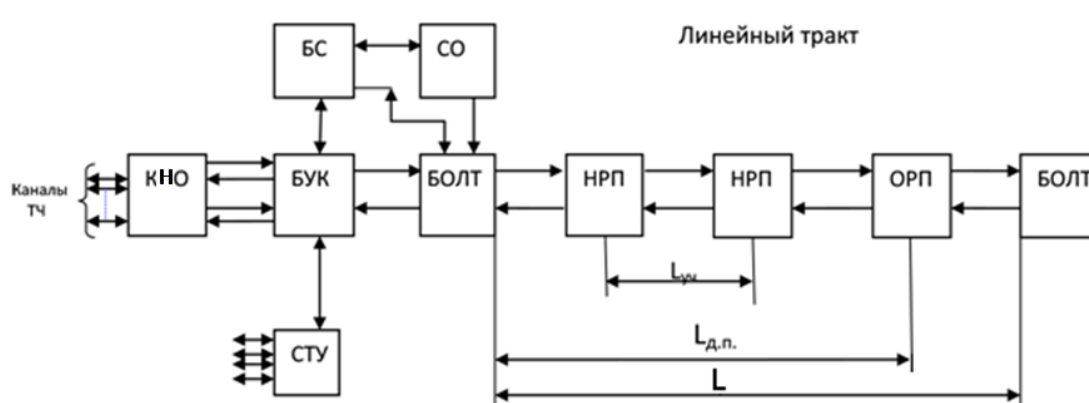


Рисунок 2.1 - Структурная схема ЦСП ИКМ-15

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).

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 двухкратной 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 Оборудование рабочего места

1. Учебная магистраль ИКМ-15. Учебная магистраль моделирует участок сельской первичной сети. Она включает в себя две оконечных станции (станция А и станция Б) и два НРП, соединенные кабелем КСПП 1х4х1,2.

2. Комплекс средств измерений.

3. Комплект технической документации.

#### 3 Задание

1. Изучение устройства оборудования оконечных и промежуточных пунктов.

2. Составление трактов прохождения сигналов по магистрали ЦСП ИКМ-15.

3. Разработка алгоритмов управления и контроля оборудования ЦСП ИКМ-15 и измерения параметров сигналов и трактов.

## Содержание и оформление отчета

Отчет содержит:

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

Отчет оформляется в тетради по лабораторному практикуму.

## Порядок выполнения работы

Процесс выполнения лабораторной работы предусматривает:

- индивидуальную подготовку к работе за счет времени, предусмотренного в программе дисциплины на самостоятельную работу;
- допуск к самостоятельным экспериментальным исследованиям;
- выполнение экспериментальных исследований в соответствии с заданием;
- защиту полученных результатов с их теоретическим обоснованием.

## Контрольные вопросы

1. Назначение оборудования ИКМ-15
2. Из каких блоков и узлов состоит тракт передачи ИКМ-15?
  1. Каким образом в кодирующем устройстве системы ИКМ-15 представляется информация о полярности передаваемого сигнала?
  2. В каком виде импульсной модуляции АИМ-1 или АИМ-2 должен быть представлен аналоговый сигнал для кодирования и почему?
  3. Дайте определение цифрового сигнала связи.
  4. Чему равен цикловый интервал?
  5. Для чего предназначен распределитель импульсов каналов в тракте передачи ИКМ-15?
  6. С какой целью включается фильтр нижних частот в индивидуальном передатчике на выходе телефонного канала?
  7. Каково назначение ключей передачи КПРД в тракте передачи ИКМ-15?
  8. Почему необходимо включать комплекты низкочастотных окончаний (КНО) на входе индивидуального тракта передачи?
  9. С какой целью двоичный сигнал с выхода кодера преобразуется в ячейке цифровой передачи в тракте передачи ИКМ-15?
  10. С какой целью вводятся в ячейке ЦПРД сигналы управления и взаимодействия (СУВ), цифровой информации (ЦИ1)?
  11. Как осуществляется кодирование группового АИМ сигнала (равномерное или неравномерное) и чему равно число разрядов в кодовой комбинации в тракте передачи ИКМ-15.

## Информационные источники

1. Иванов В.И., Гордиенко В.Н., Попов Г.Н. Цифровые и аналоговые системы передачи. – М.: изд. Горячая линия - Телеком, 2003. – 232 с.: ил.
2. Крухмалев В.В., Гордеев В.Н., Маченов А.Д. Основы построения телекоммуникационных систем сетей: Учебник для вузов – М.: изд. Горячая линия - Телеком, 2008. – 424 с.: ил.
3. Техническое описание ИКМ-15.

## Исследование канального мультиплексора МК-2048

Цель работы:

1. Практическое ознакомление с аппаратурой МК-2048
2. Изучение принципов построения аппаратуры МК-2048 и функциональных схем отдельных узлов
3. Измерения соответствующих электрических характеристик каналов с целью проверки их соответствия существующим нормам.

Задание:

1. Изучить принципы построения аппаратуры МК-2048 и функциональные схемы отдельных узлов.
2. Провести измерения соответствующих электрических характеристик каналов с целью проверки их соответствия существующим нормам. схемы канального мультиплексора плезиохронной иерархии.

Краткие теоретические сведения

### 1 Назначение

Многофункциональная каналообразующая аппаратура с гибким конфигурированием и управлением модернизированная (МК-2048/ГК) 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 2048кбит/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 ( $1 \leq n \leq 31$ ) по Рек. V.35 МСЭ-T;
- 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) сонаправленный и противонаправленный 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).

## 2 Основные технические данные

### 2.1. Конструктивные параметры

2.1.1. Габаритные размеры секции МК-2048/ГК (МВТК-2): 480х238х223мм.

2.1.2. Масса секции с комплектом плат МК-2048/ГК не более 12,5 кг.

### 2.2. Электропитание

2.2.1. Напряжение внешнего источника питания минус 60В, допустимое колебание напряжения от 48 до 72 В (при питании от минус 24 В допустимые пределы изменения от 19 до 29 В).

2.2.2. Псофометрическое напряжение пульсаций источника не более 0,005В.

2.2.3. Ток, потребляемый системой контроля и сигнализации секции МК-2048/ГК, не более 0,15 А.

### 2.3. Электрические параметры

2.3.1. Параметры каналов ТЧ соответствуют Рекомендациям G.712, G.713, G.714 МСЭ-Т.

2.3.2. Параметры интерфейсов цифровых каналов (64 кбит/с) соответствуют Рекомендации G.703 МСЭ-Т.

2.3.3 Параметры первичного цифрового интерфейса (2048 кбит/с) соответствуют Рекомендациям G.703, G.704, G.732 МСЭ-Т.

Система автоматического контроля выдает во внешние устройства (УСО-01) аварийные сигналы при следующих аварийных ситуациях:

- отсутствие первичного напряжения питания минус 60 В (минус 24В) и отсутствие вторичных напряжений питания;
- пропадание выходного сигнала 2048 кбит/с на передаче (по любому из направлений);
- пропадание входного сигнала 2048 кбит/с на приеме (по любому из направлений);
- пропадание сигнала тактовой синхронизации 2048 кГц;
- нарушение тактовой синхронизации 3Г;

- нарушение цикловой синхронизации (на приеме, по любому из направлений);
- нарушение сверхцикловой синхронизации (на приеме, по любому из направлений);
- прием сигнала индикации аварийного состояния СИАС (по любому из направлений);
- прием сигнала "ИЗВЕЩЕНИЕ" в КИ0 (по любому из направлений);
- прием сигнала "ИЗВЕЩЕНИЕ" в КИ16 (по любому из направлений);
- повышение коэффициента ошибок в принимаемом сигнале 2048 кбит/с до  $10^{-5}$  (по любому из направлений);
- повышение коэффициента ошибок в принимаемом сигнале 2048 кбит/с до  $10^{-3}$  (по любому из направлений).

Одновременно в аппаратуре включается индикатор аварийного состояния.

### 3 Сигнализация

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.

### 4 Структура цикла

Мультиплексор МК-2048/ГК формирует первичный цифровой поток 2048 кбит/с со стандартным циклом в соответствии с Рекомендациями G.703, G.732 МСЭ-Т.

Временной спектр линейного сигнала (рисунок 3.1) состоит из последовательно следующих друг за другом сверхциклов. Каждый сверхцикл содержит 16 циклов (Ц0 - Ц15). Циклы, в свою очередь, разделяются на 32 канальных интервала (КИ0-КИ31), каждый из которых состоит из восьми разрядов (Р1 - Р8).

Длительность цикла равна 125 мкс (она равна периоду дискретизации  $T_d = 1/F_d$ ), длительность сверхцикла - 2 мс, длительность канального интервала - 3,9 мкс, длительность разряда - 488 нс.

Канальные интервалы в каждом цикле нумеруются следующим образом:

КИ0, КИ1, КИ2, ..., КИ31.

Отсчет КИ в цикле начинается с КИ0, содержащего цикловой синхросигнал «0011011», передаваемый в Р2 - Р8 четных циклов сверхцикла. Разряд Р1 в КИ0 во всех циклах используется для организации передачи дискретной информации со скоростью 8 кбод. В нечетных циклах символ разряда Р3 в КИ0 используется для передачи сигнала о нарушении циклового синхронизма на противоположную станцию, Р2 имеет значение «1», а Р6 используется для передачи сигнала контроля остаточного затухания в 23-м телефонном канале. Использование символов разрядов Р4, Р5, Р7, Р8 в КИ0 нечетных циклов не регламентируется и на их места формируется «1».

Циклы в сверхцикле нумеруются следующим образом: Ц0, Ц1, Ц2, ..., Ц15, отсчет циклов в сверхцикле начинается с Ц0, в котором передается сверхцикловой синхросигнал «0000» в разрядах Р1 — Р4 шестнадцатого канального интервала (КИ16). Символы осталь-



ных разрядов КИ16 в Ц0 имеют вид: P5 - «1», P7 - «0», P8 - «1», P6 используется для передачи сигнала о нарушении сверхциклового синхронизма на противоположную станцию.

Канальный интервал КИ16 в циклах Ц1- Ц15 используется для передачи сигнала управления и взаимодействия (СУВ) между АТС (вызов, набор номера, ответ, отбой и т.п.). Каждому телефонному каналу (ТК) отводится два одноразрядных канала СУВ, которые располагаются в соответствующих разрядах КИ-16 и циклах сверхцикла следующим образом: ТК1 в Ц1 (P1 и P2), ТК2 в Ц2 (P1 и P2), .... ТК15 в Ц15 (P1 и P2); ТК16 в Ц1 (P5 и P6), ТК17 в Ц2 (P5 и P6), ... ТК30 в Ц15 (P5 и P6).

Символы P3, P7 КИ16 в любых циклах сверхцикла имеют значение "0", а символы P4, P8- "1". Таким образом, в КИ16 каждого цикла осуществляется передача СУВ для двух телефонных каналов (ТК) и в течение сверхцикла обеспечивается передача СУВ для всех 30 ТК.

Канальные интервалы КИО и КИ16 используются для передачи циклового синхросигнала и СУВ соответственно, а канальные интервалы КИ1 - КИ15 и КИ17 - КИ31 используются для передачи информации 30-ти телефонных каналов.

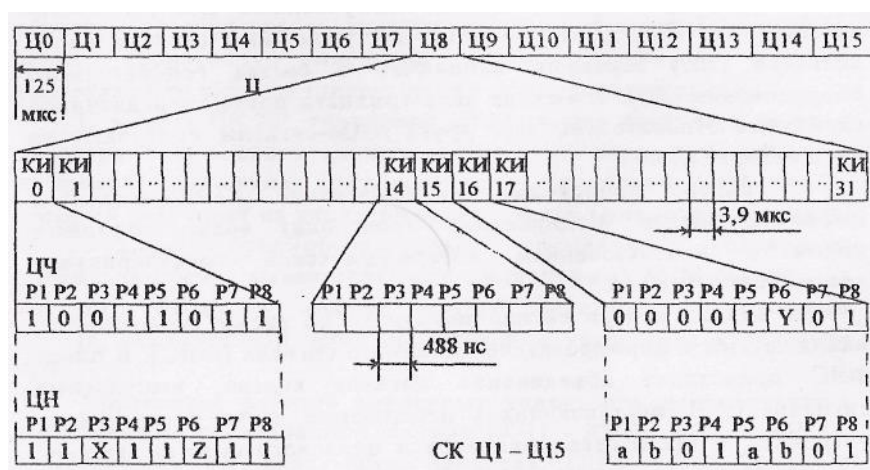


Рисунок 3.1 - Временной спектр линейного сигнала (структура цикла).

- X — аварийный сигнал цикловой синхронизации;
- Y - аварийный сигнал сверхцикловой синхронизации;
- Z — сигнал контроля остаточного затухания в 23 телефонном канале;
- a - первый сигнальный канал;
- b - второй сигнальный канал;
- ЦН — цикл нечетный
- ЦЧ - цикл четный
- КИ - канальный интервал
- ТК - телефонный канал
- СК - сигнальный канал
- Ц - цикл
- СЦ С/С - сверхцикловой синхросигнал
- Ц С/С - цикловой синхросигнал

## 5 Устройство и работа МК-2048/ГК

Структурная схема приведена в рисунке 3.2 и содержит следующие блоки и платы:

- платы устройств первичных электрических стыков (УПС) с цикловым и сверхцикловым фазированием цифровых потоков Е1, образующие до девяти первичных цифровых интерфейсов (2048 кбит/с) по Рек. G.703, G.704 МСЭ-Т;

- плата устройства кросс-коммутации каналов (УКК) с цифровым суммированием, обеспечивающая коммутацию каналов в группе до восьми первичных потоков Е1, а также образование конференц-каналов;
- плата мультиплексора-демультиплексора (МД) выделяемых каналов;
- платы канальных интерфейсов (ИК);
- плата интерфейсов каналов мониторинга и служебной связи (ИК-МСС);
- блок контроля, сигнализации и управления (КСУ);
- блок вторичного электропитания (ВП).

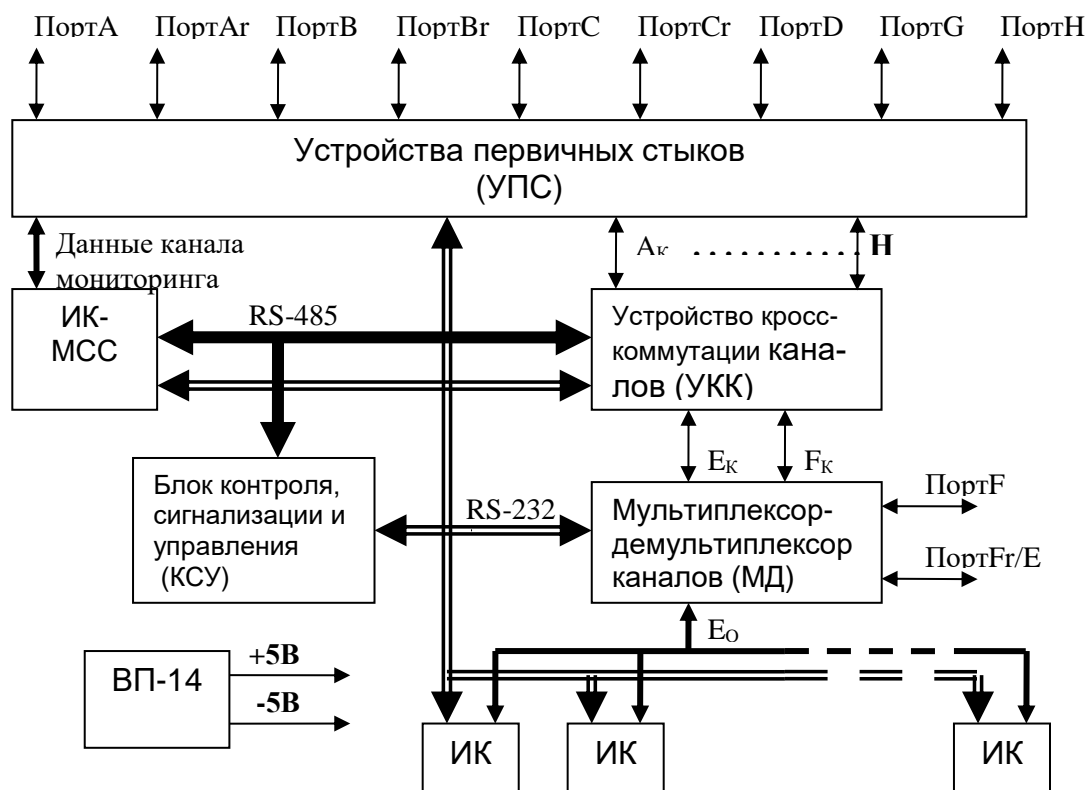


Рисунок 3.2 - Структурная схема мультиплексора МК-2048

На рисунке 3.3 представлено размещение модулей в блоке.

ИК-04	ИК-04	ИК-ОЦК	ИК-ОЦК					МД	ИК-МСС	УПС	УКК	КСУ-4	ВП-14
-------	-------	--------	--------	--	--	--	--	----	--------	-----	-----	-------	-------

Рисунок 3.3 - Расположение блоков в секции мультиплексора МК-2048/ГК

Плата ИК-04/ЗК предназначена для организации передачи/приема до трех каналов ТЧ с 4-х-проводными окончаниями и для передачи/приема сигналов Е&М-сигнализации.

Питание платы ИК-04/3К осуществляется от стабилизированного источника питания с напряжением плюс ( $5\pm 0,25В$ ) и минус ( $5\pm 0,25В$ ) в составе аппаратуры МВТК-2К(4U).

5.2.2. УПС-4U предназначен для организации стыков по цифровым первичным потокам (до трех потоков Е1) с тактовым, цикловым и сверхцикловым фазированием.

Режимы работы УПС-4U обеспечиваются вводом команд с лицевой панели блока КСУ-4U либо с местного или удаленного терминала.

Кросс-коммутатор каналов (УКК) обеспечивает следующие виды соединений (в соответствии с заданной программой):

коммутацию любого из 30 канальных интервалов (кроме КИ0, КИ16) входящих цифровых потоков на любой из 30 канальных интервалов исходящих цифровых потоков;

образование до 21 конференции с общим количеством входящих в них каналов не более 64; для каждого канала, входящего в конференц-соединение, может быть установлено дополнительное затухание по входу и по выходу канала для выравнивания уровня сигнала, принимаемого абонентами, участвующими в конференции;

коммутацию сигнальных каналов (СУВ), образованных в рамках сверхциклов в КИ16.

Программирование микропроцессорного устройства управления кросс-коммутатором производится либо от персонального компьютера, либо от удаленного терминала по каналу дистанционного управления, который образуется на свободных позициях в КИ0 (либо в КИ31) цифрового потока Е1, передаваемого по линейному тракту.

КСУ выполняет автоматический контроль функционирования узлов мультиплексора и качества передачи/приема сигналов, формирует сообщения на запросы локального или удаленного компьютерного терминала, выполняет управляющие команды от этого терминала, а также отображает на индикаторах информацию о текущем состоянии оборудования.

ИК-МСС содержит программируемый маршрутизатор каналов мониторинга и управления, который выделяет адресные запросы и команды для данного мультиплексора, обеспечивает передачу ответных сообщений от данного узла, а также транзит сигналов, адресованных к другим станциям сети. ИК-МСС организует канал служебной связи с избирательным вызовом (DTMF) для всех подключенных к данному каналу связи абонентов.

МД выполняет соединение между внутренним портом Ек кросс-коммутатора и общей шиной (внутренний порт Ео) подключения блоков канальных интерфейсов (ИК), а также содержит устройства первичных стыков порта F и порта Fg/E, устройство тактовой синхронизации, вырабатывающее основную рабочую частоту и сигналы установки по циклу и сверхциклу для всех модулей аппаратуры МВТК-2К(4U).

## 6. Выбор структуры лабораторной установки

Проанализировав возможные схемы конфигурации аппаратуры МК-2048/ГК-Е, остановимся на узловом мультиплексоре каналов с кросс-коммутацией каналов в группе до 3-х потоков Е1. Так как эта конфигурация наиболее полно реализует возможности гибкой каналообразующей аппаратуры МК-2048ГК/Е в составе лабораторного комплекса «Цифровая волоконно-оптическая линия связи».

Так как лабораторная установка рассчитывается на три рабочих места, то исходя из комплектности выбранного оборудования СЦИ и ПЦИ, целесообразно выбрать топологию «линейная последовательная цепь» содержащую:

- два терминальных мультиплексора (МЦП-155К) и один мультиплексор ввода/вывода (МЦП-155К), которые обеспечивают формирование и передачу по оптической среде агрегатного потока STM-1;
- три узловых каналообразующих мультиплексора МК-2048/ГК-Е, комплектация каждого из которых обеспечивает формирование потока Е1 из шести каналов тональной частоты (ТЧ) и шести основных цифровых каналов (ОЦК);

- три персональных компьютера (локальных терминала), посредством которых будет обеспечиваться управление и мониторинг всей цифровой системы передачи. Структурная схема лабораторной установки приведена на рисунке 4. Каждое рабочее место укомплектовано следующим оборудованием:
- гибким узловым каналообразующим мультиплексором МК-2048/ГК-Е;
- устройством разветвления входных сигналов ТЧ и ОЦК, предназначенным для подачи одного источника сигнала ТЧ и одного источника сигнала ОЦК на каждый из трех портов плат ИК-04/3К и ИК-ОЦК/3К каналообразующего мультиплексора МК-2048/ГК-Е;
- кросс-платы, для удобства подключения измерительной аппаратуры к выходным низкочастотным интерфейсам МК-2048/ГК-Е;
- синхронного мультиплексора МЦП155К, предназначенного для формирования СТМ-1 из потока Е1, формируемого МК-2048/ГК-Е, а так же для передачи Ethernet трафика в структуре СТМ-1;
- электрического кросса цифровых потоков Е1, для коммутации выходного потока Е1 мультиплексора МК-2048/ГК-Е на вход МЦП155К;
- персонального компьютера, соединенного с МЦП155К по Ethernet и с МК-2048/ГК-Е по RS-232, для конфигурирования и мониторинга оборудования.
- Так же на рабочем месте № 2 установлен блок питания лабораторной установки.

6.1.Электрическое сопряжение МК-2048/ГК-Е с МЦП155К и с оконечным оборудованием

6.1.1 Сопряжение мультиплексора МК-2048/ГК-Е с синхронным мультиплексором МЦП155К.

Сопряжение гибкого каналообразующего мультиплексора МК-2048/ГК-Е с синхронным мультиплексором МЦП155К производится через стандартизованные электрические интерфейсы согласно рекомендации МСЭ-Т G.703, параметры электрических интерфейсов 2048 кбит/сек представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 - параметры электрических интерфейсов 2048 кбит/сек

Параметры сигнала	рекомендация G.703
Линейное кодирование	HDB3
Номинальная частота сигнала	2,048 МГц.
Относительная нестабильность частоты	$\pm 50 \times 10^{-6}$
Маска импульсов	рекомендация G.703 рис.15
Тип кабеля	симметричный
Нагрузочное сопротивление (активное)	120 Ом
Номинальное пиковое напряжение	3В
Пиковое напряжение пробела	$0 \pm 0,3В$
Номинальная длительность импульса	244нс
Отношение амплитуд положительной и отрицательной полярности в середине импульса по длительности	От 0,95 до 1,05
Затухание отражения в диапазоне: от 51 до 102 кГц от 102 до 2048 кГц от 2048 до 3072 кГц	не менее 12 дБ не менее 18 дБ не менее 14дБ

Окончания портов потоков Е1 выведены на кросс-плату аппаратуры МК-2048/ГК-Е.

### 6.1.2 Сопряжение гибкого мультиплексора каналов с оконечным оборудованием.

Сопряжение гибкого мультиплексора каналов с оконечным оборудованием производится через цифровые интерфейсы ОЦК, согласно Рекомендации G.703.1. Электрические параметры которых, представлены в таблице 6.2.

Таблица 3.2 - электрические параметры ОЦК

Параметр	Значение
Размах фазового дрожания на выходе ОЦК в диапазоне частот от 20 Гц до 10 кГц, ЕИ, не более	0,25
Затухание соединительной линии на частоте 128 кГц, дБ, не более	3
Устойчивость к перенапряжениям, В	500
Номинальное пиковое значение посылки, В	1
Длительность одиночного импульса на уровне 0,5 В, мкс	3,90±0,39
Длительность сдвоенного импульса на уровне 0,5 В, мкс	7,8±0,39

Окончания портов TS7 (time slot), TS8, TS9, TS10, TS11, TS12 цифровых канальных интерфейсов выведены на кросс-плату аппаратуры. Номера портов соответствуют номерам КИ в структуре потока Е1

Сопряжение мультиплексора с аналоговым низкочастотным оборудованием производится через 2х/4х проводные аналоговые канальные интерфейсы, согласно Рекомендациям G.712/G.713(G.714/G.715) МСЭ-Т, электрические параметры которых представлены в таблице 6.3. Окончания портов TS1, TS2, TS3, TS4, TS5, TS6 канальных интерфейсов выведены на кросс-плату аппаратуры.

Таблица 3.3 - электрические параметры четырехпроводного канала ТЧ

Наименование параметра	ТЧ канал					
	2-х проводный			4-х проводный		
Закон компандирования	А			А		
Номинальные измерительные уровни на входе, дБ	0	0	0	-13	-3,5	+4,3
Номинальные измерительные уровни на выходе, дБ	- 2	- 3,5	- 7	+4,3	- 3,5	- 13
Уровень перегрузки кофидека	на 3 дБ выше номинального			на 3 дБ выше номинального		
Изменение остаточного затухания аналог-аналог в течение 10 мин	± 0,2 дБ			± 0,2 дБ		
Величина искажения затухания на частоте 1020 Гц относительно номинального значения	± 0,3 дБ			± 0,3 дБ		
Величина искажений затухания относительно значения на частоте 1020 Гц для режима аналог-цифра и цифра-аналог в диапазоне частот:						
200-300 Гц	не менее			не менее		
300-400 Гц	- 0,3 дБ			- 0,25 дБ		
	- 0,3 ÷ + 1,0 дБ			-0,25 ÷ +0,25 дБ		
400-600 Гц	- 0,3 ÷ + 0,75 дБ			± 0,25 дБ		
600-2400 Гц	- 0,3 ÷ + 0,35 дБ			± 0,25 дБ		
2400-3000 Гц	- 0,3 ÷ + 0,55 дБ			-0,25 ÷ +0,45 дБ		

3000-3400 Гц 3400-3600 Гц	- 0,3 ÷ + 1,5 дБ не менее - 0,3 дБ	- 0,25 ÷ + 0,9 дБ не менее - 0,25 дБ
Входные и выходные сопротивления	600 Ом	600 Ом
Шум в незанятом канале, при НЧ входе, нагруженном на 600 Ом	- 67 дБ	- 67 дБ

### 6.1.3 Ввод вывод сигналов тактовой синхронизации

Ввод вывод сигналов тактовой синхронизации производится через порт SYN кросс-платы МК-2048/ГК-Е, электрические параметры которых представлены в таблице 6.4 , в соответствии с Рек. G.703 МСЭ-Т.

Таблица 3.4 - электрические параметры СТС

Параметры сигнала	рекомендация G.703.10
Номинальная частота сигнала	2,048 МГц.
Относительная нестабильность частоты	$\pm 50 \times 10^{-6}$
Тип кабеля	симметричный
Нагрузочное сопротивление (активное)	120 Ом
Максимальное пиковое напряжение	1,9В
Минимальное пиковое напряжение	1,0В
Допустимое затухание соединительной линии на частоте 1024 кГц.	от 0 до 6 дБ
Затухание отражения на частоте 2048 кГц	не менее 15 дБ

Методические указания:

Процесс выполнения работы предусматривает:

- индивидуальную подготовку к работе за счет времени, предусмотренного в программе дисциплины на самостоятельную работу;
- выполнение расчётно-графических работ;
- экспериментальные исследования;
- защиту полученных результатов с их теоретическим обоснованием.

Для выполнения задания студент должен:

- знать основные термины и определения теории и техники цифровых систем передачи;
- знать теоретические основы процессов преобразования первичных сигналов связи и передачи данных в цифровые, методы мультиплексирования и демультиплексирования в цифровых системах передачи;
- знать устройство и технические характеристики оборудования МК-2048;
- знать структуру учебной магистрали ЦСП ее принцип действия и функциональные возможности

Структурная схема организации связи лабораторной установки приведена на рисунке 3.4.

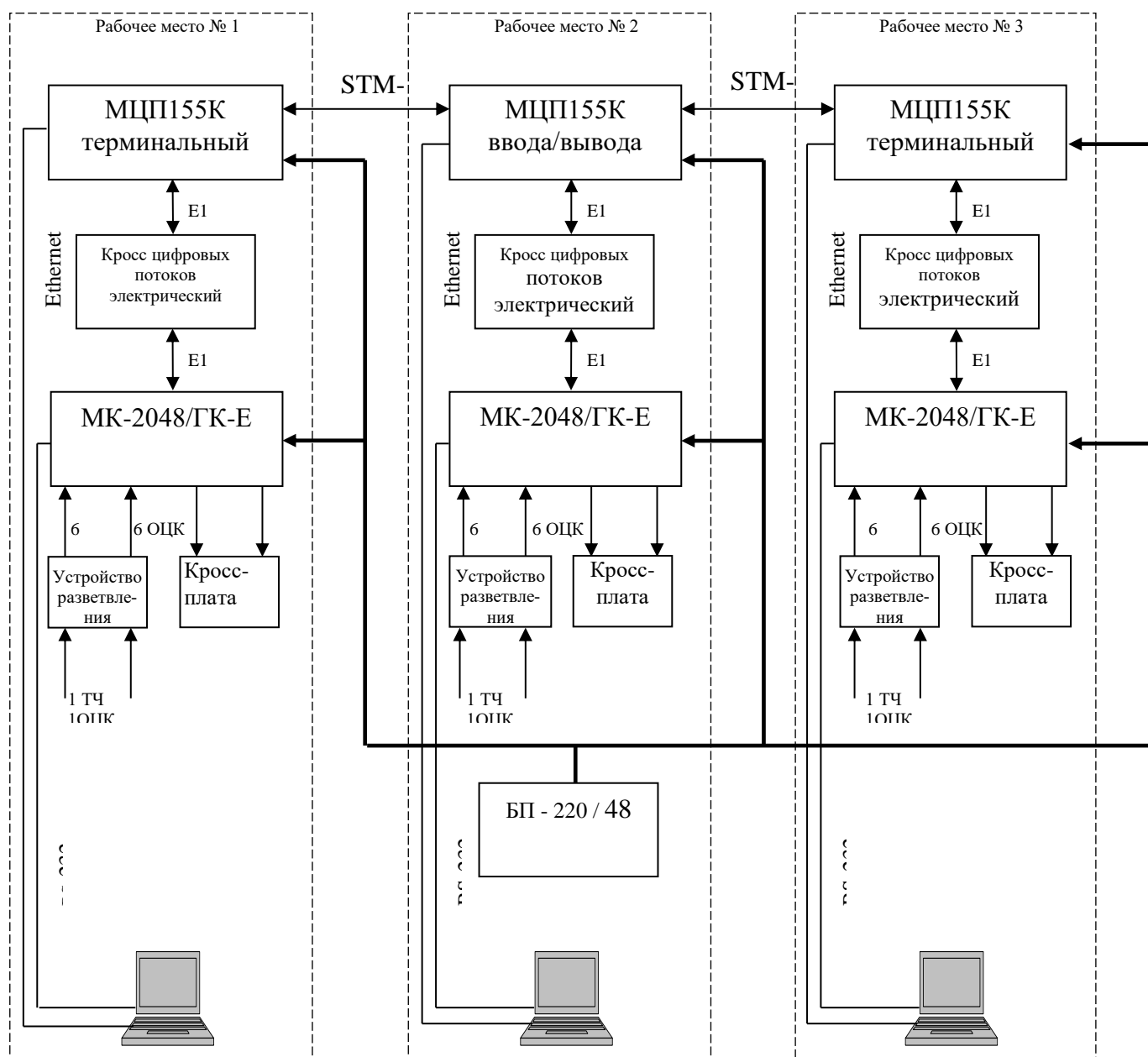


Рисунок 3.4 - структурная схема лабораторной установки

## 7 Включение и настройка МК-2048/ГК-Е

### 7.1 Установка режима работы плат

Перед включением аппаратуры следует выставить нужный режим работы плат, в соответствии с требуемой конфигурацией оборудования. Выбор режима работы плат производится коммутацией переключателей (установкой JMP- переключателей) на гребенках в соответствующие положения. Рассмотрим возможные положения переключателей и для получения нужной конфигурации установим переключатели в соответствующие положения.

#### 7.1.1 Блок МД-4U

Гребенки P1...P17, P19...P21, P23...P25 – технологические предназначены для программирования микросхем D2...D4, D6...D8, D10, D11, D14, D15, D18 и проверки режимов функционирования на предприятии-изготовителе.

Гребенка P18 – определяет параметры тактового входа синхронизации (контакты 2 и 6 вилки X50). При замкнутых переключателем контактах гребенки 1 – 2 обеспечивается входное сопротивление 75 Ом, при разомкнутых – 120 Ом. При замкнутых переключателем контактах гребенки 3 – 4, контакт 6 тактового входа синхронизации заземляется, при разомкнутых – обеспечивается симметричный вход синхронизации.. Переключатель устанавливать не будем – вход симметричный 120 Ом.

Гребенка P22 – определяет источник для тактового выхода синхронизации (контакты 3 и 7 вилки X50). При замкнутых переключателем контактах гребенки 1 – 2 – от направления передачи. При замкнутых переключателем контактах гребенки 2 – 3 – от направления приема. Переключатель установим в положение 1 – 2 – синхронизация от направления передачи.

#### 7.1.2 Блок КСУ-4U

При локальном подключении компьютера к разъему «RS-232» блока КСУ-4U контакты 1 – 2 гребенки P1 должны быть замкнуты.

Контакты гребенок P2 и P3 должны быть замкнуты.

Гребенки P4, P5, P6, P8, P9, P10 должны быть свободны.

Гребенки P7, P11, P12 и P13 являются технологическими и используются для программирования микросхем. Так как предполагается локальное подключение к компьютеру блока КСУ-4U, то установим переключатель в положение 1 – 2.

#### 7.1.3 Плата УКК-4U

Гребенки P2, P3 – технологические и при эксплуатации все контакты должны быть свободны.

Гребенка P1 – контакты 1 – 2 замкнуты – включен режим дистанционного конфигурирования, контакты 1 – 2 разомкнуты - режим дистанционного конфигурирования выключен. Для возможности дистанционного конфигурирования контакты 1 – 2 оставим разомкнутыми.

#### 7.1.4 Плата УПС-4U

Плата УПС-4U в конфигурации не нуждается, поскольку имеющиеся гребенки являются технологическими и используются заводом-изготовителем.

#### 7.1.5 Плата ИК-04/3К

Конфигурирование платы ИК-04/3К осуществляется установкой переключателей на штыревых гребенках в соответствии с таблицей 3.5.

Таблица 3.5 - конфигурирование платы ИК-04/3К

Уровень	I канал		II канал		III канал	
	№ гребенки и контактов	Состояние контактов	№ гребенки и контактов	Состояние контактов	№ гребенки и контактов	Состояние контактов
Вх. -13 дБ	P7/1, P7/2	Разомкн.	P8/1, P8/2	Разомкн.	P9/1, P9/2	Разомкн.
Вых. +4 дБ	P10/1, P10/2	Замкн.	P11/1, P11/2	Замкн.	P12/1, P12/2	Замкн.
Вх. -3,5 дБ	P7/1, P7/2	Замкн.	P8/1, P8/2	Замкн.	P9/1, P9/2	Замкн.
Вых. -3,5 дБ	P10/1, P10/2	Разомкн.	P11/1, P11/2	Разомкн.	P12/1, P12/2	Разомкн.

В соответствии с целевым назначением лабораторной установки, выберем четырехпроводный режим работы платы ИК-04/3К. Для этого установим переключатели на контакты соответствующие уровням сигнала минус 13 дБ и плюс 4 дБ ( четырехпроводный режим работы ), для каждого из трех каналов, в соответствии с таблицей 6.1

7.1.6 Плата ИК-ОЦК/3К. Конфигурирование платы заключается в установке, для каждого канала местного или удаленного шлейфа по ОЦК (64 кбит/сек). Установка шлейфов осуществляется при помощи перемычек на плате, либо дистанционно с удаленного терминала ( блок КСУ-4U или ПК)



Конфигурирование осуществляется при помощи переключателей на штыревых гребенках, в соответствии с таблицей 3.6

Таблица 3.6 - конфигурирование платы ИК-ОЦК/ЗК

Режим включения	Замкнуты контакты гребенок		
	1 канал	2 канал	3 канал
Местный шлейф			
Выключен	P2/1 – P2/2	P4/1 – P4/2	P6/1 – P6/2
Включен	P2/2 – P2/3	P4/2 – P4/3	P6/2 – P6/3
Управление от удаленного терминала	P2/3 – P2/4	P4/3 – P4/4	P6/3 – P6/4
Удаленный шлейф			
Выключен	P3/1 – P3/2	P5/1 – P5/2	P7/1 – P7/2
Включен	P3/2 – P3/3	P5/2 – P5/3	P7/2 – P7/3
Управление от удаленного терминала	P3/3 – P3/4	P5/3 – P5/4	P7/3 – P7/4

Гребенки P1, P8, P9, P10 являются технологическими и при эксплуатации не используются.

Для удобства и безопасности проведения лабораторных работ установим режим управления от удаленного терминала, в соответствии с таблицей 7.2.

## 7.2 Включение и настройка МК-2048/ГК

Перед включением аппаратуры МК-2048/ГК необходимо проверить:

- крепеж плат в секции;
- подключение цепей питания;
- подключение оконечной аппаратуры к интерфейсным платам;
- подключение цепей приема и передачи сигналов 2048 кбит/с;
- включить тумблер на блоке питания БП-220/48.

Включение оборудования производится с помощью тумблера на блоке вторичного питания ВП-14, при этом загорается индикация на самом блоке ВП-14, а также на блоке КСУ-4У.

7.2.1 Работа с блоком КСУ-4У. Конфигурацию оборудования, мониторинг всех плат, а также кросс-коммутацию каналов можно производить с блока КСУ-4У, при помощи трех двузначных цифровых индикатора и клавиш управления. Рассмотрим управление и мониторинг аппаратуры с лицевой стороны блока КСУ-4У более подробно.

Блок КСУ-4 с точки зрения индикации и управления может находиться в четырех состояниях:

- управление параметрами;
- управление объектом;
- настройка портов;
- режим индикация.

Кнопки и цифровые индикаторы, расположенные на лицевой панели платы, при этом выполняют разные функции и отображают разную информацию.

Перевод КСУ из одного состояния в другое производится нажатием верхней кнопки «У». После включения питания, КСУ находится в состоянии управления параметрами. Индикация состояния осуществляется верхними индикаторами.

При вводе положения параметров новые положения записываются в постоянную память микроконтроллера автоматически.

7.2.1.1 Управление параметрами. Верхние индикаторы отображают «УП» (Управление Параметрами). Средние индикаторы отображают название выбранного параметра. Нижние индикаторы отображают положение (величину) выбранного параметра. Переключение к

следующему параметру осуществляются кнопкой «П» (переключение к предыдущему параметру можно осуществить кнопкой «ВВ», если не выбрано новое положение параметра). Выбор положения параметра переключается кнопкой «В». После выбора нового положения на нижнем левом индикаторе будет мигать новое выбранное положение параметра. Для введения выбранного положения в аппаратуру и записи его в памяти следует нажать кнопку «ВВ». Выбранное положение должно появиться на нижнем правом индикаторе. Появление мигающей точки на нижнем правом индикаторе информирует о том, что текущее положение параметра не соответствует положению параметра заданного оператором (командой компьютера). Если при выборе нового положения не нажать кнопку ввода «ВВ» в течение 5 секунд, то информация о новом положении параметра гаснет. Порядок управления блоком одинаков для всех четырех состояний.

Индикация параметра «Синхронизация» осуществляется на двух индикаторах (нижние индикаторы). Поэтому новое положение параметра индицируется тоже на нижних индикаторах, только при этом мигают нижние точки. Список параметров которые отображает блок КСУ в режиме «Управление параметрами» приводится в таблице 7.3. Так как блок универсальный, то он отображает параметры, которые для конфигурации нашего мультиплексора не нужны. В этой таблице и в последующем приведем параметры которые соответствуют приобретенной комплектации.

Таблица 3.7 - список параметров «Управление параметрами»

Параметр		Положение	
Индикация	Название	Индикация	Название
СН	Синхронизация	А	От порта А
		В	От порта В
		F	От порта F
		SY	Внешняя
		AU	Авто генерация
Ab	Транзит А-В	1	Включен
		0	Выключен
7A	Информация по битам 7 Порта А	от 0 до 255	
7B	Информация по битам 7 порта В	от 0 до 255	

7.2.1.2 Управление объектом. Верхние индикаторы отображают «УО» (Управления Объектом). Средние индикаторы отображают название выбранного параметра. Нижние индикаторы отображают положение (величину) выбранного параметра.

Список параметров которые выводятся на индикаторы блока КСУ приводятся в таблице 7.4

7.2.1.3 Настройка портов. В состоянии «Настройка портов» верхние индикаторы отображают «НП». Средние индикаторы отображают название выбранного параметра. Нижний левый индикатор отображает выбранный порт (А, В, F,). Нижний правый индикатор отображает положение параметра. Переключение к следующему параметру осуществляются кнопкой «П». Выбор порта осуществляются кнопкой «В». Кнопку «ВВ» инвертирует текущее состояние параметра и вводит его в аппаратуру.

Список параметров находится в таблице 3.8

Таблица 3.8 - список параметров «управление объектом»

Параметр		Положение	
Индикация	Название	Индикация	Название
РЕ	Режим индикации	0	Индикация аварий
		1	Индикация конфигурации матрицы коммутации основных каналов
		2	Индикация состояния каналов
НС	Номер сети	от 1 до 99	
НН	Номер подсети	от 1 до 99	
Н0	Номер объекта	от 1 до 99	
РС	Режим синхронизации	1	Опорный
		2	Линейный
		3	Жесткий
ПО	Положение объекта в кольце	1	Первый
		2	Средний
		3	Последний
СС	Служебная связь	1	Включена
		0	Выключена
БС	Блокировка трубки служебной связи и индикация положения трубки	1	Блокировка включена
		0	Блокировка выключена и трубка опущена
		8	Блокировка выключена и трубка поднята
ЗП	Запись в память	1	Выполнить
		0	Не выполнить
НУ	Начальная установка	1	Выполнить
		0	Не выполнить
ОС	Общий сброс	1	Выполнить
		0	Не выполнить

Таблица 3.9 - список параметров «настройка портов»

Параметр		Положение	
Индикация	Название	Индикация	Название
БП	Блокировка порта	1	Включить
		0	Выключить
LP	Шлейф порта	1	Включить
		0	Выключить
С4	Функция CRC-4	1	Включить
		0	Выключить
16	СУВ	0	Не использовать СУВ(КИ16 свободен)
		1	Использовать СУВ (КИ16 занят)
31	Положение канала мониторинга	0	Канал мониторинга в TS0 (КИ31 свободен)
		1	Канал мониторинга в TS31 (КИ31 занят)
OF	Канал мониторинга	0	Выключить
		1	Включить

7.2.1.4 Режим индикация. Индикация разделяется на три режима – режим индикации аварий, режим индикации конфигурации матрицы коммутации основных каналов и режим индикации состояния каналов. Переключение между режимами осуществляется параметром «Режим индикации».

В режиме индикации аварий отображаются одна за одной все имеющиеся аварии в аппаратуре. В этом режиме верхние индикаторы отображают «АП» (Аварии Плат). Средние индикаторы – номер платы с аварией. Нижние индикаторы – код аварии. Список аварий приведен в таблице 6.1. Скорость перебора аварий регулируется кнопкой «П» (три скорости). Для индикации только верхней аварии служит кнопка «В». Переход в состояние перебора аварий осуществляется ею же. Если включен звонок стоечной сигнализации, то нажатие кнопки «ВВ» выключает его. Если звонок стоечной сигнализации выключен, то нажатие кнопки «ВВ» приводит к индикации следующей аварии.

В режиме индикации конфигурации матрицы коммутации основных каналов индицируется соответствие входящего канала исходящему каналу. Номер входящего канала отображается на верхних индикаторах, порт входящего канала – на левом среднем индикаторе. Номер исходящего канала отображается на нижних индикаторах, порт исходящего канала – на правом среднем индикаторе. Выбор порта осуществляется кнопкой «В». Кнопка «П» включает/выключает автоматический перебор КИ выбранного порта. При включенном автоматическом переборе кнопка «ВВ» изменяет скорость перебора (три скорости), а при выключенном автоматическом переборе кнопка «ВВ» увеличивает номер КИ.

Индикация состояния каналов. Верхний левый индикатор отображает «С» (Состояние канала). Верхний правый – код тип канала (при отсутствии канала отображается «-»). Средние индикаторы отображают номер канала (от 1 до 30) Нижний правый индикатор отображает код состояния канала (при отсутствии канала отображается «-»). Выбор канала осуществляются кнопкой «П». Кнопки «В» и «ВВ» используются для управления каналом:

- ближний шлейф (индикация – нижняя левая точка, команда – кнопка «В»);
- дальний шлейф (индикация – нижняя правая точка, команда – кнопка «ВВ»).

Список типов, состояний и команд каналов приведен в таблице 3.10.

Таблица 3.10 - список типов, состояний и команд каналов

Код типа	Тип	Код состояния	Состояние	Команды
4	ИК-04	0	Нет активности	Дальний шлейф (кнопка «ВВ»)
		1	Активность	
7	ИК-ОЦК	0	Дальний шлейф	Ближний шлейф (кнопка «В») Дальний шлейф (кнопка «ВВ»)
		1	Обрыв линии	
		2	КЗ линии	
		3	ПВС	
		4	СИАС	
		5	Работа	

7.2.2 Конфигурация с ПК. Конфигурацию мультиплексора также можно производить с ПК.

Конфигурирование мультиплексора может быть проведено либо дистанционно, с ПК дальней станции через канал мониторинга, либо локально, с ПК местной станции. В последнем случае ПК подключается через 9-контактный разъем на лицевой панели платы УКК-4U. Для этого нужно:

1. подключить соединительный кабель из комплекта ПК с одной стороны к лицевому 9-контактному разъему модуля УКК-4U, с другой стороны - к разъему COM ПК;
2. включить питание персонального компьютера;
3. произвести загрузку Windows 98 (2000), XP ;

4. загрузить рабочую программу RemoteConfigUniversal.exe для конфигурации гибкой части оборудования МК-2048/ГК-Е, при этом на экране появляется заголовок: «Конфигуратор n.m.l.p.», где n.m.l.p. – номер версии программы.

На рисунке 3.5 представлено горизонтальное меню с условно структурным изображением гибкого мультиплексора. А, В, С, D, E, F, G, Н - порты ввода вывода направления передачи, в нашем случае используются порты А, В , F и E.

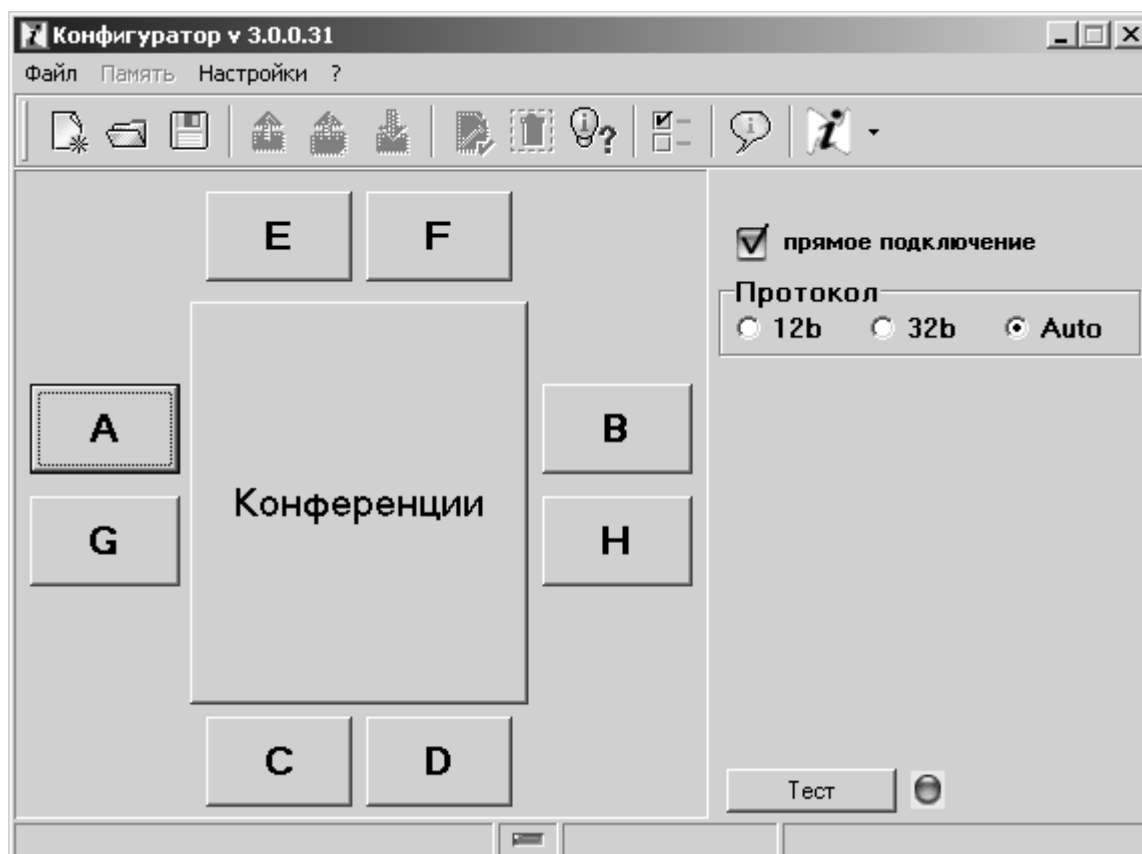


Рисунок 3.5 - меню программы конфигурирования

5. Открыть меню «Настройки» и с помощью подменю «Настройки COM порта» установить требуемый порт (в зависимости от того, к какому COM порту ПК подключен кабель);

Конференция - матрица конференц-связей.

В случае локального конфигурирования нужно:

1. выбрать «Прямое подключение»;
2. проверить связь ПК с процессором платы УКК-4U. Для этого нужно выбрать кнопку «Тест», при наличии связи между процессором в плате УКК-4U и ПК индикатор кнопки «Тест» становится зеленым. При отсутствии связи индикатор - красный;
3. при дистанционном конфигурировании нужно установить адрес конфигурируемой станции из списка «Дальний объект» и собственный адрес из списка «Ближний объект»;
4. перед заданием новой конфигурации необходимо прочитать конфигурацию, имеющуюся в памяти мультиплексора. Для этого необходимо перейти в меню «Память» и выбрать «Прочитать активную зону», при этом в нижнем левом углу появится надпись «Чтение Порт..., канал...», показывающая процесс чтения памяти мультиплексора;

5. после появления надписи «Чтение завершено!» нужно выбрать интересующий порт, на экране появится таблица конфигурации ( текущее состояние матрицы коммутации) мультиплексора, состоящая из четырех столбцов (Рисунок 6.2). Первый и третий столбцы соответствуют входящим канальным интервалам (КИ) порта выбранного порта, второй и четвертый столбцы соответствуют порту и номеру исходящего КИ. Конфигурацию можно задавать двумя способами:

- путем загрузки в рабочую программу готового файла конфигурации,
- вводом с клавиатуры компьютера;

При ручном задании конфигурации необходимо:

1. выбрать нужный порт, при этом на экране появится заголовок: Порт А (В, F), а ниже 4 столбца конфигурации на 30 каналов.
2. ввести в соответствующие строчки столбцов исходящих КИ порт и номер исходящего КИ, причем для ввода направления необходимо использовать только латинскую раскладку клавиатуры, так как при вводе кириллических символов или номера исходящего КИ равного 0,16,32,33,34 .... программа выдает ошибку( 0 и 16 КИ служебные, 32, 33...КИ не существуют);
3. нажать кнопку «ОК», при этом на экране снова появится изображение рисунка 3.5;
4. выбрать меню «Память»;
5. выбрать пункт «Записать активную зону», при этом данные о конфигурации мультиплексора из компьютера записываются в память мультиплексора.

1	К-	17	С-17
2	К-	18	С-18
3	С-3	19	С-19
4	С-4	20	С-20
5	С-5	21	С-21
6	С-6	22	С-22
7	С-7	23	С-23
8	С-8	24	С-24
9	С-9	25	С-25
10	С-10	26	С-26
11	С-11	27	С-27
12	С-12	28	С-28
13	С-13	29	С-29
14	С-14	30	С-30
15	С-15	31	К-

OK Cancel

Рисунок 3.6 - пример записи кросс-коммутации каналов

На рисунке 3.6 показан пример записи программы соединений КИ1-КИ31 порта А с соответствующими КИ порта С, причем при дуплексном режиме достаточно задать только одно направление соединения.

Следует помнить – каждое инициирование команды «Запись» производится в новую область памяти, которая называется «Зоной». Количество зон 64 (от 0 до 63). Предыдущие (неактивные зоны) можно прочитать, воспользовавшись разделом меню «Прочитать неак-

тивную зону». По команде «Инициализация» происходит полное стирание памяти и инициирование нулевой зоны.

После составления схемы соединений всю информацию можно запомнить в файле, затем перепрограммировать плату УКК-4U, как было описано ранее.

После окончания диалога между компьютером и процессором МК необходимо выключить питание компьютера и отсоединить кабель от разъема на модуле УКК-4U.

Информацию о конфигурации можно снять с индикаторов блока КСУ.

## 8 Порядок выполнения работы

8.1 Собрать схему лабораторной установки (рисунок 4). Подготовить мультиплексор МК-2048 к работе. Для этого:

- включить электропитание 48 В на блоке БП-220-48/60;
- подключить соединительный кабель из комплекта ПК с одной стороны к лицевому 9-контактному разъему модуля УКК-4U, с другой стороны – к разъему СОМ ПК;
- включить питание ПК;
- на блоке ВП-14 тумблер перевести в положение «вкл».

8.2. Проверка параметров на блоке КСУ по пункту 7.2.1.

8.3. Выполнить конфигурирование мультиплексора МК-2048 по пункту 7.2.2.

8.4. 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) на стойке 2 подключить измеритель уровня и записать результаты измерений;
- Остаточное затухание определить по формуле:  $a = p_{вх} - p_{вых}$ .

8.5. Измерение амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) остаточного затухания канала ТЧ:

- 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, 1200, 2400, 3000 и 3400 Гц;
- записать результаты измерений в таблицу 8.1 и определить остаточные затухания;
- определить величины искажений затухания относительно значения на частоте 1020 Гц;
- сравнить полученные результаты с величинами искажений, указанными в таблице 6.3.
- сделать выводы о пригодности канала ТЧ к эксплуатации.

Таблица 8.1 – Результаты измерений

f, кГц	0,3	0,4	0,6	1,2	2,4	3,0	3,4	4,0
$P_{вых}, НП$								
a, дБ								
Ааост., дБ								

## Содержание и оформление отчета

Отчет содержит:

1. Название, цель лабораторной работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Результаты выполнения заданий.

#### 4. Выводы по работе.

Отчет оформляется в тетради по лабораторному практикуму.

#### Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен мультиплексор МК-2048?
2. Какие аварийные сигналы могут иметь место при аварийных ситуациях?
3. Какова структура цикла цифрового потока Е1.
4. Перечислите основные функциональные узлы мультиплексора МК-2048.
5. В чем заключается гибкость мультиплексора?
6. Какие интерфейсы имеет мультиплексор?

#### Информационные источники

1. В. В. Крухмалев, Гордиенко, А.Д. Моченов, В.Н. Цифровые системы передачи: Учебное пособие, Ростов-на-Дону, М.: Горячая линия - Телеком, 2012.
2. Программное обеспечение аппаратуры МК-2048/ГК-Е.



## Исследование униполярного и биполярного кода БВН

Цель работы: Исследование изменения формы импульсного сигнала при передаче его по каналам связи с различной полосой пропускания.

Задание:

1. Определить параметры тестовых сигналов и представить осциллограммы.
2. Построить спектры тестовых сигналов.
3. Исследовать прохождение тестовых сигналов через линию связи при различных значениях полосы пропускания линии связи и представить осциллограммы сигналов на выходе линии связи для 3-х положений переключателя «полоса пропускания».

### 1 Краткие теоретические сведения

При исследовании используются:

- формирователь тестовых импульсов, расположенный на левой панели;
- синхронизация осциллографа, расположенная на левой панели;
- осциллограф с внешней синхронизацией.

Формирователь вырабатывает три тестовых сигнала F1, F2 и F3. Вы должны определить основные параметры тестовых сигналов:

- период;
- частоту;
- длительность импульса;
- скважность;
- амплитуду.

Алгоритм приближённого построения спектра ПППИ (периодическая последовательность прямоугольных импульсов) содержит:

- 1) расчет постоянной составляющей:

$$U_0 = \frac{U_m}{q}$$

- 2) расчет частоты, на которых огибающая спектра пересекает ось абсцисс:

$$\frac{1}{T}, \quad \frac{2}{T}, \quad \frac{3}{T} \dots$$

- 3) расчет экстремумов огибающей спектра:

$$S_0 = \frac{2U_m}{q} \quad S_1 \approx \frac{S_0}{5} \quad S_2 \approx \frac{S_0}{8}$$

- 4) определение частоты составляющих спектра

$$F_1 = \frac{1}{T}, \quad F_2 = \frac{2}{T}, \quad F_3 = \frac{3}{T} \dots$$

## 2 Оборудование рабочего места

Лабораторная установка (рисунок 4.1) состоит из 3 основных частей:

- 1) левая панель – источники передаваемых сигналов;
- 2) средняя панель – эквивалент линии связи с регулируемыми параметрами;
- 3) правая панель – устройства приёма и обработки принятого сигнала.

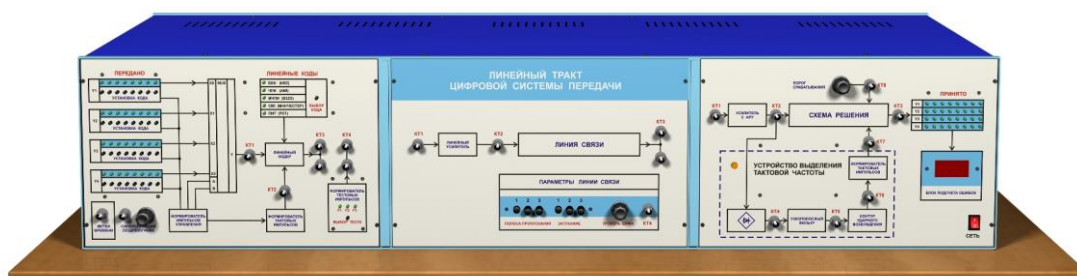


Рисунок 4.1 - Внешний вид установки

Установка позволяет проводить лабораторные работы по темам:

1. Особенности передачи импульсных сигналов по каналу связи с различными параметрами (полоса пропускания, затухание, уровень шума);
2. Изучение линейных кодов:
  - код БВН униполярный;
  - код БВН биполярный;
  - биполярный код с замещением трёх нулей (B3ZS).
3. Регенерация цифрового сигнала:
  - вопросы синхронизации;
  - выделение тактовой частоты;
  - восстановление формы сигнала;
4. Сравнение помехозащищённости линейных кодов при прохождении сигналов через линии связи с различными параметрами.

Установка содержит:

- источник передаваемого кода;
- формирователь линейных кодов (линейный кодер);
- линейный усилитель;
- эквивалент линии связи с переключаемыми параметрами;
- блок регенерации принятого сигнала;
- блок выделения тактовой частоты
- индикатор принятого кода;
- блок подсчёта ошибок.

На левой панели установки (рисунок 4.2.) расположен формирователь передаваемого кода, который включает в себя:

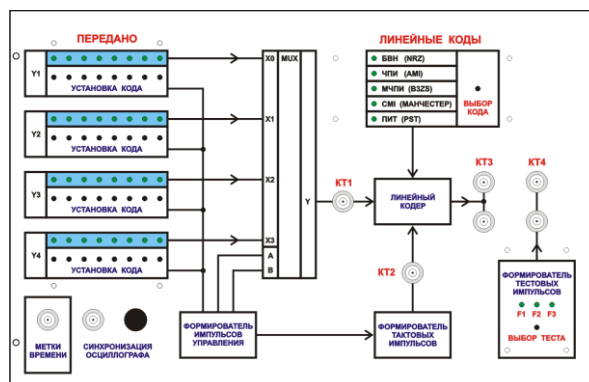


Рисунок 4.2 - . Левая панель установки

— четыре восьмиразрядных регистра с возможностью параллельной записи информации, представляющей собой четыре цифровых сигнала;

— мультиплексор, выполняющий побайтовое объединение четырёх цифровых сигналов в единый поток. Коэффициент мультиплексирования равен четырём.

— линейный кодер, который преобразует объединённый поток в один из выбранных кодов:

- код БВН униполярный;
- код БВН биполярный;
- биполярный код с замещением трёх нулей (B3ZS)

— формирователь импульсов управления, который вырабатывает импульсные сигналы для считывания информации с регистров Y1, Y2, Y3 и Y4, управления работой мультиплексора и синхронизации генератора тактовых импульсов, необходимых для работы формирователя линейных кодов.

— генератор меток времени (рисунок 4.3), предназначенных для визуальной индикации:

- начала цикла объединённого потока;
- начала байта цифрового сигнала;
- начала каждого бита.

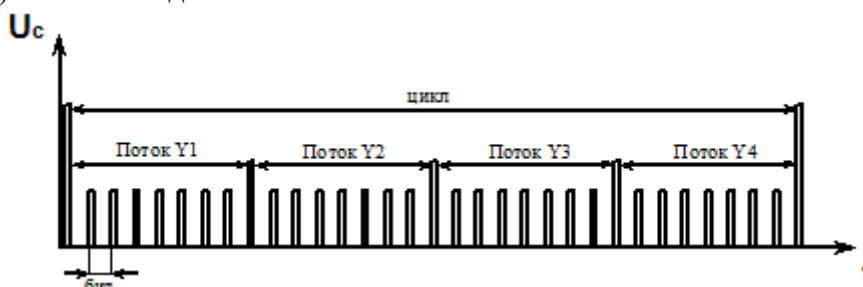


Рисунок 4.3 - Метки времени

— выход для синхронизации осциллографа, позволяющий просматривать поочерёдно потоки цикла Y1, Y2, Y3 и Y4. Выход этого блока подключается к входу внешней синхронизации осциллографа.

— формирователь тестовых импульсов вырабатывает три варианта импульсных сигналов со следующими параметрами:

- период (T) равен 16 мс;
- частота (f) равна 62,5 Гц;
- амплитуда ( $U_m$ ) равна 5 В;
- длительность ( $\tau$ ) равна: F1 = 0,125 мс; F2 = 0,25 мс; F3 = 0,5 мс;
- скважность (q) равна: F1 = 128; F2 = 64; F3 = 32.

На средней панели установки (рисунок 4.4.) расположен эквивалент линии связи, который включает в себя:

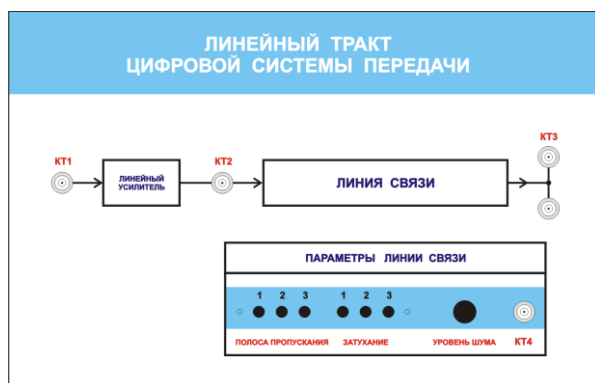


Рисунок 4.4 – Эквивалент линии связи

— линейный усилитель, который усиливает мощность передаваемого сигнала с коэффициентом усиления по напряжению равным 1;

— эквивалент линии связи с изменяемыми параметрами:

а) полоса пропускания:

- 1) 1100 Гц;
- 2) 2050 Гц;
- 3) 9000 Гц;

б) затухание:

- 1) 1,5 дБ;
- 2) 9 дБ;
- 3) 18 дБ;

г) генератор шума с регулируемым уровнем.

На правой панели установки (рисунок 4.5.) расположена приёмная часть, которая включает в себя:

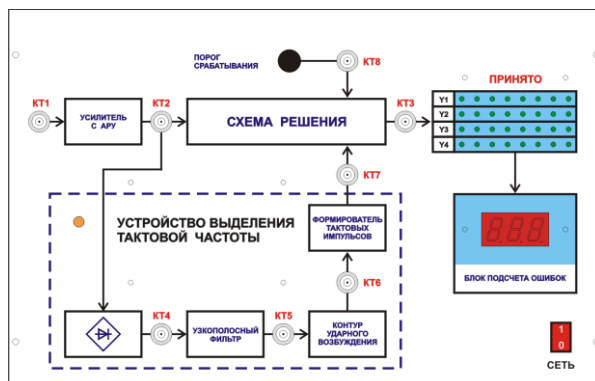


Рисунок 4.5 – Приемная часть

— усилитель с АРУ (автоматической регулировкой уровня);

— устройство выделения тактовой частоты:

- а) выпрямитель;
- б) узкополосный фильтр;
- в) контур ударного возбуждения;
- г) формирователь тактовых импульсов;

— схема решения с изменением порога срабатывания от -5 до +5 В;

— индикатор принятого кода, зелёным светом загораются правильно принятые импульсы (присутствующие на передаче), красным светом не правильно принятые (отсутствующие на передаче);

— блок подсчёта ошибок показывает процент ошибок в линии.

Установка выполнена в металлическом корпусе, устанавливается на полку лабораторного стола. Питание установки осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением 220В частотой 50Гц.

Для проведения лабораторных занятий из внешних измерительных приборов требуется двухканальный осциллограф с полосой 20 МГц.

### 3 Содержание и оформление отчета

1. Осциллограммы тестовых импульсов;
2. Таблица с параметрами тестовых импульсов;
3. Расчёт спектров тестовых импульсов;
4. Осциллограммы сигналов на выходе линии связи для 3-х положений переключателя «полоса пропускания» (для всех 3-х тестовых импульсов F1, F2 и F3);
5. По полученным результатам сформулировать выводы о связи формы импульса на выходе линии от спектра передаваемых импульсов и полосы пропускания.

### 4 Порядок выполнения работы

Последовательность подключения:

- подключите выход формирователя тестовых импульсов к входу канала А осциллографа;

- подключите выход «синхронизации осциллографа», расположенный на левой панели установки, к входу внешней синхронизации осциллографа.

Схема соединений изображена на рисунке 4.6.

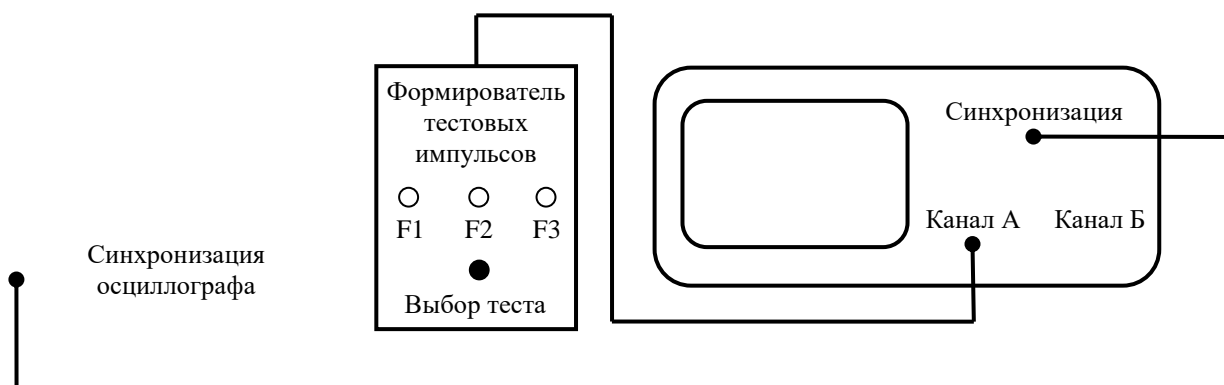


Рисунок 4.6 - Схема соединений

Последовательность исследования:

- установите тестовый импульс F1;
- зарисуйте осциллограмму импульса;
- по осциллограмме определите основные параметры:
  - а) период (T);
  - б) длительность ( $\tau$ );
  - в) амплитуду ( $U_m$ );
- рассчитайте:

- а) частоту ( $f$ );
- б) скважность ( $q$ ).
- все основные параметры занесите в таблицу 4.1;
- повторите измерения для тестовых импульсов F2 и F3.

Таблица 4.1 – Параметры кодовых последовательностей

Тестовый импульс	F1	F2	F3
T			
$\tau$			
$U_m$			
$f$			
$q$			

### 5 Контрольные вопросы

1. Какие коды позволяет исследовать лабораторная установка?
2. Чем отличаются код униполярный от биполярного?
3. Как выглядит униполярный код с возвращением к нулю?
4. Как выглядит биполярный код с возвращением к нулю?
5. Что позволяет реализовать избыточность кода?
6. Причины межсимвольных помех.

### 6 Информационные источники

1. Крухмалев В. В. Гордиенко В. Н. Моченов А. Д. Цифровые системы передачи: Учебное пособие 2-е изд. для вузов – М.: изд. Горячая линия - Телеком, 2012. – 376 с.: ил.
2. В.В. Величко, Г.П. Катунин, В.П. Шувалов; под ред. профессора В.П. Шувалова. Основы инфокоммуникационных технологий. Учебное пособие для вузов – М.: изд. Горячая линия - Телеком, 2009. – 424 с.: ил.

### **Беспроводное атмосферно оптическое оборудование серии МОСТ 100/500**

Цель работы:

1. Изучение атмосферно оптического оборудования МОСТ 100/500, его назначение, конструкцию и основные параметры и овладеть навыками эксплуатации.

Задание:

1. Изучить атмосферное оптическое оборудование МОСТ 100/500, его назначение, конструкцию и основные параметры.
2. Овладеть методикой и навыками выполнения операций по техническому обслуживанию и эксплуатации оборудования МОСТ 100/500.
3. Выполнить измерения с помощью программы “Удаленный контроль АОЛС”. Рассмотреть влияния экранов различной тонировки на уровень сигнала. Осуществить передачу информации через оптический канал связи.

Оборудование.

1. Атмосферно оптическое оборудование МОСТ 100/500.
2. Устройство внешнего интерфейса.
3. Персональный компьютер.
4. Штатив для стёкол.
5. Стёкла с различной тонировкой.

Лабораторное задание.

1. Собрать схему согласно рисунку 5.1.
2. Установить штатив.
3. Включить электропитание.
4. Запустить программу “Удаленный контроль АОЛС”.
5. Сделать юстировку.
6. Проверить работоспособность оборудования.
7. Произвести замеры уровня сигнала при различных стёклах.
8. По результатам измерений сделать соответствующие выводы.

#### **1 Краткие теоретические сведения**

При эксплуатации изделия следует предпринять особые меры для защиты обслуживающего персонала и посторонних лиц от воздействия лазерного излучения.

Трасса связи должна пролегать на высоте, которая обеспечивает недоступность попадания посторонних или случайных лиц в зону лазерной опасности (ЗЛО). Минимальное допустимое расстояние до границы зоны 2,2 м.

Если ширина ЗЛО превышает габариты приемопередающего модуля, то при расстоянии между приемником и передатчиком менее 200 м необходимо применять экран, который ограничит попадание лазерного излучения, превышающего ПДУ, в зону возможного пребывания людей за приемником. Если расстояние между приемником и передатчиком превышает 200 м, то никаких ограждений и экранов не потребуется при условии, что боковые границы ЗЛО по всей трассе недоступны для людей.

Лазерное излучение при воздействии на человека может вызвать органические изменения, возникающие в облучаемых тканях (первичные биологические эффекты), и неспецифические изменения в организме, возникающие, как реакция на облучение (вторичные биологические эффекты). Степень воздействия лазерного излучения зависит от физико-технических характеристик лазера – плотности мощности (энергии излучения), длины волны, времени облучения, интенсивности излучения, длительности воздействия, площади облучаемой поверхности.

Классификацию лазеров с точки зрения безопасности проводит предприятие-изготовитель путем сравнения выходных характеристик излучения с предельно допустимыми уровнями (ПДУ) при однократном воздействии. По степени опасности генерируемого излучения лазеры делятся на четыре класса:

- I не представляет опасности для глаз и кожи;
- II представляет опасность для глаз прямым или зеркально отраженным излучением;
- III представляет опасность при облучении прямым, зеркально отраженным, а также диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности и (или) при облучении кожи прямым или зеркально отраженным излучением;
- IV представляет опасность при облучении кожи диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности.

Лазерные излучатели, используемые в современных системах передачи, как правило, относятся ко второму классу по степени опасности.

По степени лазерной опасности согласно ГОСТ Р 50723 - 94 изделие относится к классу 3Б (максимальная мощность лазерного излучения до 500 мВт), поэтому при эксплуатации изделия следует предпринять меры для защиты обслуживающего персонала и посторонних лиц от воздействия лазерного излучения согласно требованиям СанПин 5804 - 91.

В связи с тем, что лазерное излучение почти невидимо, следует соблюдать осторожность вблизи выхода излучения от передатчиков, т.к. оно может вызвать повреждение сетчатки глаз, если непрерывно смотреть со стороны переднего торца изделия на источник излучения.

Основной элемент зрительного аппарата человека - сетчатка глаза - может быть поражена лишь излучением видимого (от 0.4 мкм) и ближнего ИК-диапазонов (до 1.4 мкм), что объясняется спектральными характеристиками человеческого глаза. При этом хрусталик и глазное яблоко, действуя как дополнительная фокусирующая оптика, существенно повышают концентрацию энергии на сетчатке, что, в свою очередь, на несколько порядков понижает максимально допустимый уровень (МДУ) облученности зрачка.

Биологический эффект лазерного облучения зависит как от вида воздействия излучения на ткани организма (тепловое, фотохимическое), так и от биологических и физико-химических особенностей самих тканей и органов.

Наиболее опасно лазерное излучение с длиной волны:

- 380÷1400 нм — для сетчатки глаза,
- 180÷380 нм и свыше 1400 нм — для передних сред глаза,
- 180÷10<sup>5</sup> нм (т.е. во всем рассматриваемом диапазоне) — для кожи.

## 2 Описание лабораторной установки.

С целью получения практических навыков в работе с беспроводным оптическим оборудованием серии МОСТ 100/500, а так же знакомства с методами мониторинга и управления, влияние на уровень сигнала различных помех спроектирована учебная беспроводная оптическая магистраль на базе аппаратуры МОСТ 100/500.

Основой лабораторной установки является оборудование МОСТ 100/500. Она должна обеспечивать

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



Данный лабораторный комплекс 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  $70\text{см}^2$  оптической схемы, обеспечивающей некогерентное суммирование световых сигналов, их пространственную и частотную фильтрацию и фотоприемного 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.

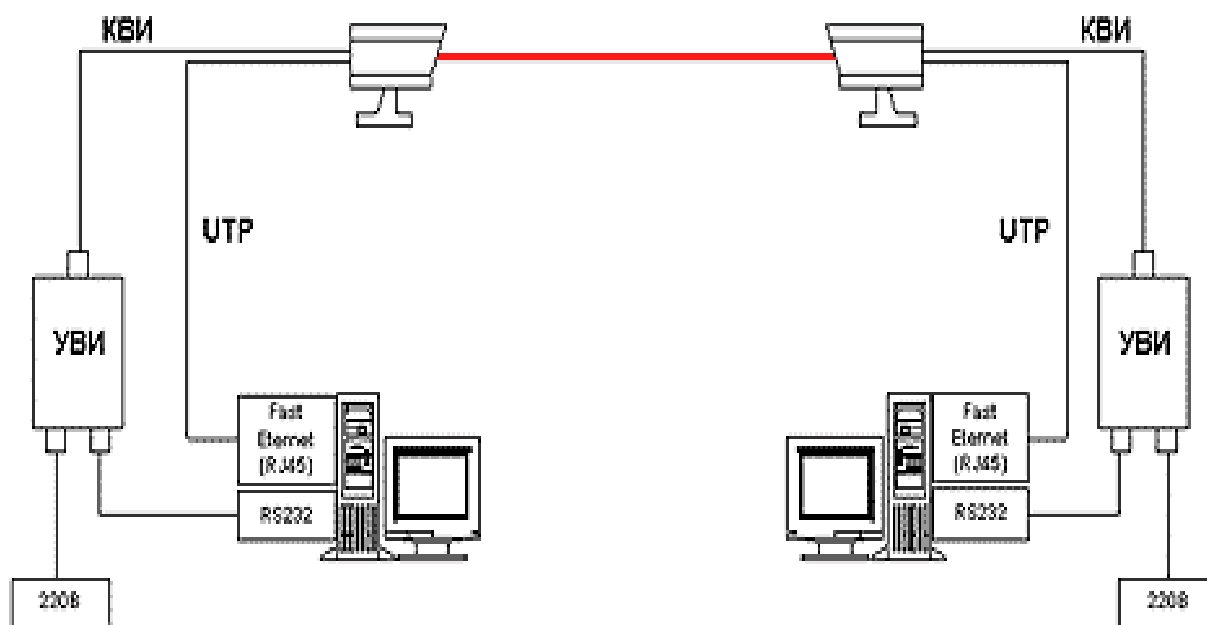


Рисунок 5.1 - Структурная схема лабораторной установки.

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 пространственно разнесёнными объектами.

Преимущества:

- не требуется согласования частотного диапазона
- высокая скрытность и защищённость передачи
- отсутствие взаимных помех при одновременной работе нескольких систем
- быстрая установка (4 – 6 часов) и простота подключения
- низкие затраты на установку и эксплуатацию системы.

Общая функциональная схема оптического приемника, содержащего перечисленные ниже элементы, показана в рисунке 5.2.

Основными элементами приемного оптоэлектронного модуля являются:

- фотоприемник, преобразующий полученный оптический сигнал в электрический;
- каскад электрических усилителей, усиливающих сигнал и преобразующих его в форму, пригодную для обработки;
- демодулятор, воспроизводящий первоначальную форму сигнала.

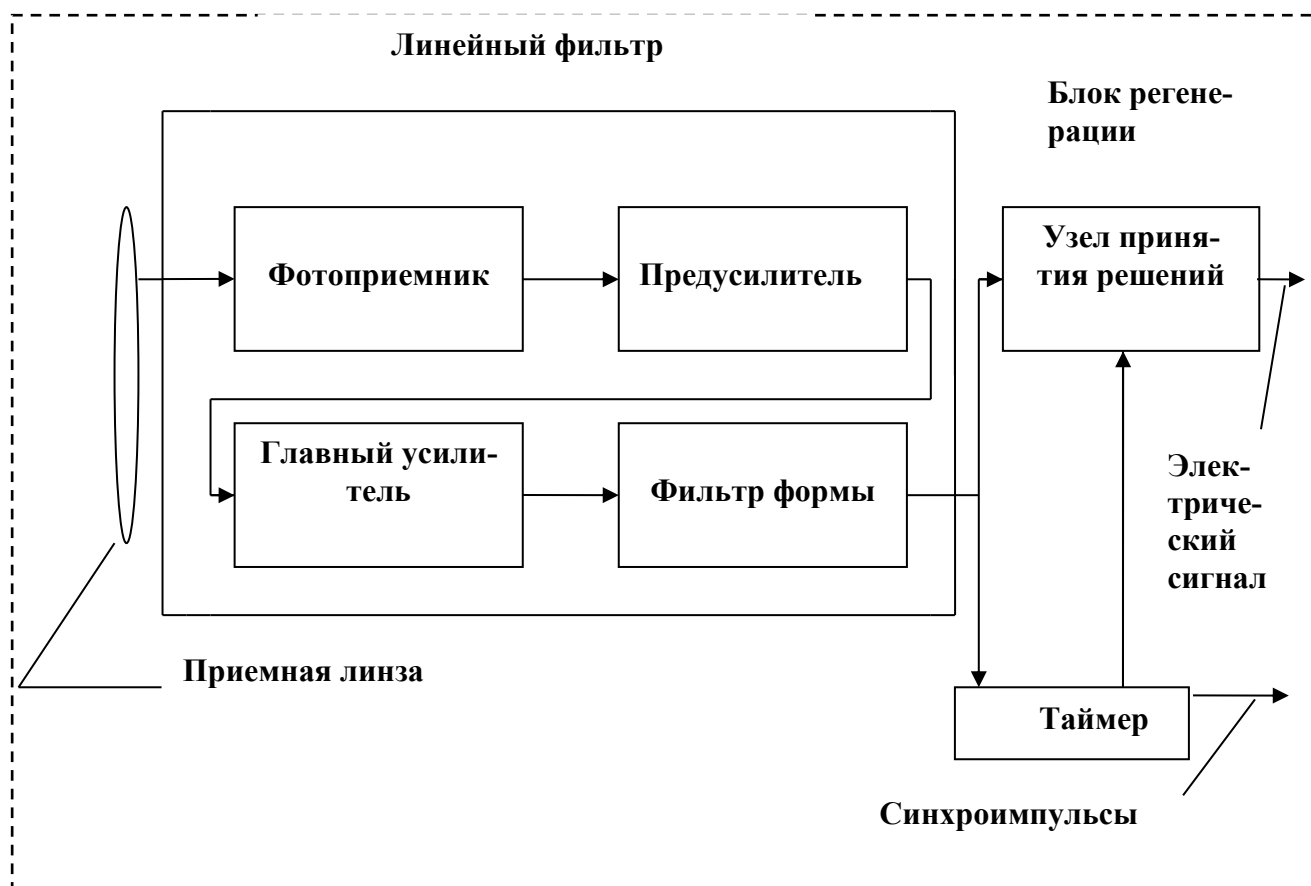


Рисунок 5.2 - Функциональная схема приемного оптоэлектронного модуля.

При цифровом приеме сигналов достаточно, чтобы приемник мог лишь различать сигналы 0 и 1, а точное воспроизведение форм их импульсов не обязательно. Поэтому цифровой приемник в качестве блока регенерации должен содержать узел принятия решений или дискриминатор, имеющий установленные пороги для различения сигналов 0 и 1. Обычно, в цифровых системах связи правильное выделение нужного сигнала может происходить при большом уровне шумов.

Различают синхронные и асинхронные режимы приема-передачи цифрового сигнала. При синхронном режиме битовый поток между приемником и передатчиком носит непрерывный характер. При асинхронном режиме данные передаются в виде организованных битовых последовательностей-пакетов. В промежутках между пакетами линия молчит, то есть сигналов нет.

При синхронном режиме приема - передачи таймер приемника выделяет в приходящей битовой последовательности специальные сигналы - синхроимпульсы, на основании которых приемник регулярно настраивает или подстраивает свои часы для правильной идентификации всех битов.

При асинхронном режиме приема-передачи приемник имеет свой независимый таймер. Принимая начальные биты пакета, таймер приемника настраивает узел принятия решений так, чтобы определение приходящего бита выполнялось на его середине.

Фотоприемник изготавливается обычно из полупроводникового материала. В основе работы фотоприемника лежит явление внутреннего фотоэффекта, при котором в результате поглощения фотонов с энергией превышающей энергию запрещенной зоны, происходит переход электронов из валентной зоны в зону проводимости.

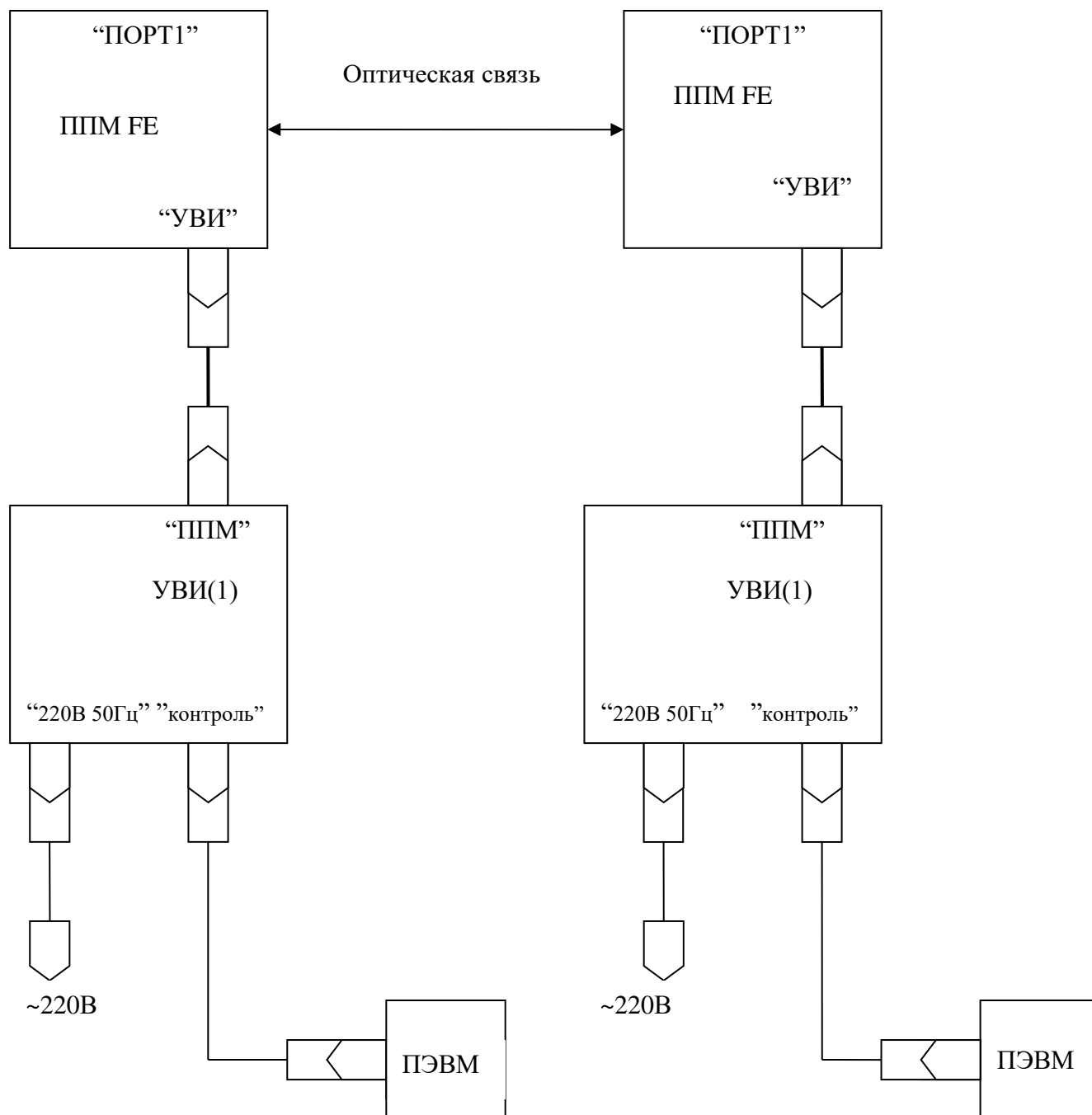


Рисунок 5.3 - Структурная схема комплекта блоков лабораторной установки

Основными элементами комплекта лабораторной установки являются:

**ППМ FE**-приёмо-передающий модуль, работающий по стандарту Fast Ethernet, обеспечивающий оптическую связь и позволяющий организовать локальную сеть. Приемо – передающий модуль является основным блоком изделия и включает в себя следующие функциональные узлы:

- устройство линейного интерфейса с четырьмя портами G.703;
- два лазерных передатчика;
- три приемных объектива с объединяющей оптикой
- фотоприемное устройство информационного сигнала;

- фотоприемное устройство определения точности наведения постов друг на друга (датчик координат);
- микропроцессорное устройство (контроллер);
- вторичные источники питания перечисленных выше устройств;
- опорно - поворотное устройство (ОПУ) с механизмом точной юстировки для точного наведения постов;
- прицельное диоптрийное устройство;
- защитный кожух с экранами.

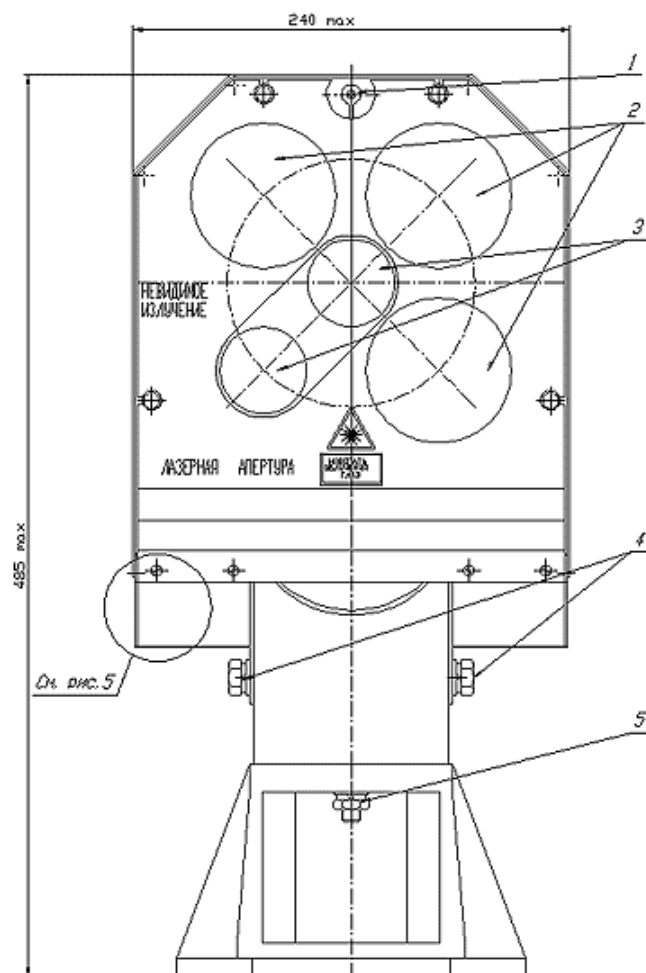


Рисунок 5.4 - Приемо-передающий модуль, вид спереди

- 1 - мушка прицельного устройства;
- 2-приемные объективы (3шт);
- 3 - лазерные передатчики (2шт);
- 4 - болты фиксации грубой юстировки в вертикальной плоскости;
- 5 - гайка фиксации грубой юстировки в горизонтальной плоскости.

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.

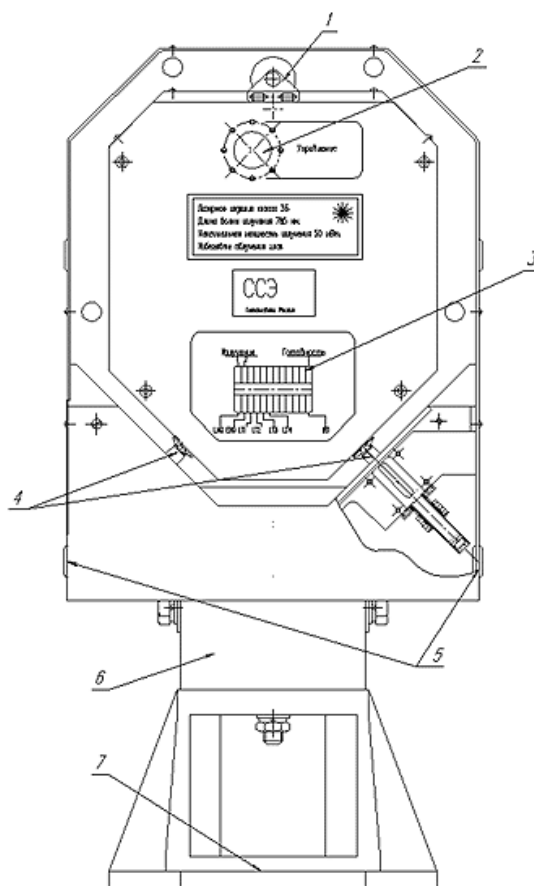


Рисунок 5.5 - Приемо-передающий модуль, вид сзади

- 1 - диоптр прицельного устройства;
- 2 - кнопка переключения режимов работы;
- 3 - панель контрольных индикаторов;
- 4 - винты точной юстировки;
- 5-заглушки на винты точной юстировки;
- 6 - опорно-поворотное устройство (ОПУ);
- 7 - опора (основание ОПУ).

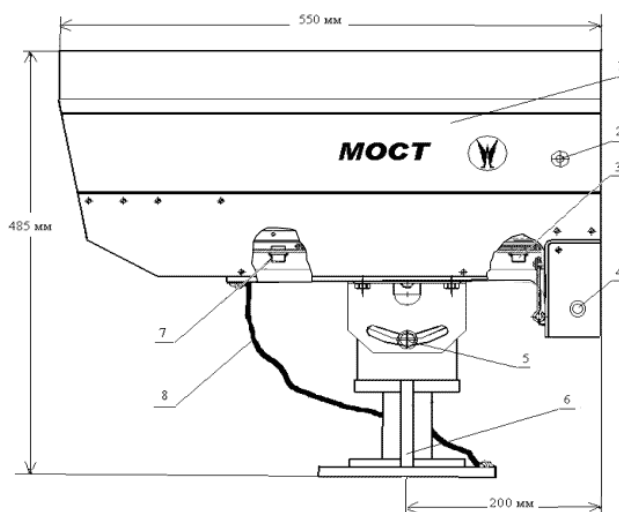


Рисунок 5.6 - Приемо-передающий модуль, вид сбоку

- 1 - защитный кожух;

- 2 - винт (2шт) крепления транспортных вкладышей (после установки удалить); 3 - разъем для подключения КВИ;
- 4 - отверстие (2шт) для доступа к винтам точной юстировки с заглушками (перед юстировкой снять заглушки);
- 5 - опорный болт (2шт) грубой юстировки в вертикальной плоскости;
- 6 - опора (основание ОПУ) с посадочными отверстиями для закрепления изделия на месте установки;
- 7 - разъем для подключения ССК;
- 8 - заземляющая шина (соединительный проводник).

**УВИ** - устройство внешнего интерфейса, осуществляющее питание поста, а также удаленный мониторинг ППМ на компьютере.

**ПЭВМ** - компьютер. С помощью компьютера отслеживается качество оптической линии и осуществляется наблюдение за постами.

При передаче, цифровые сигналы от коммуникационного оборудования в коде HDB3 по ССК поступают на линейные цифровые стыки ППМ и через разъемы PC4 попадают в устройство линейного интерфейса. Здесь они регенерируются, при необходимости мультиплексируются и преобразуются в последовательный самосинхронизирующийся транспортный код. Подготовленный таким образом цифровой поток направляется на синфазно настроенные лазерные передатчики.

В качестве источника излучения служит полупроводниковый лазерный диод, который осуществляет преобразование "ток-свет". Излучение лазерного диода формируется оптикой в пучок малой расходимости и направляется на противоположный пост.

При приеме, лазерное излучение противоположного поста собирается тремя объективами и с помощью объединительной оптики фокусируется на фоточувствительной площадке быстродействующего PIN-диода. Часть излучения перед фотодиодом направляется на датчик координат, который определяет отклонение оси приемной системы от направления на противоположный пост.

Усиленный и отфильтрованный в фотоприемном устройстве электрический сигнал направляется на устройство линейного интерфейса. Здесь происходит перекодировка сигнала и формирование линейного кода HDB3 в соответствии с требованиями G.703 к линейным цифровым сигналам коммуникационного оборудования.

Принцип работы установки основан на передаче цифрового сигнала через атмосферу путем модуляции инфракрасного излучения и его последующим детектированием оптическим фотоприемным устройством (FSO-технология).

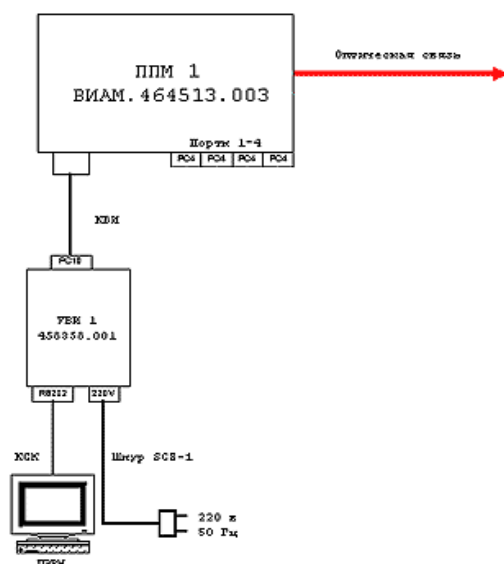


Рисунок 5.7 Электрическая схема соединений изделия

Питание ППМ осуществляется по кабелю внешнего интерфейса (КВИ), подключенному к устройству внешнего интерфейса (УВИ). УВИ подключается к сети 220 В (50 Гц) через кабель с евро вилкой.

Устройство внешнего интерфейса содержит источник питания и плату для обеспечения удаленного мониторинга ППМ на компьютере. Вид передней и задней панели УВИ приведены на рисунке 5.8.

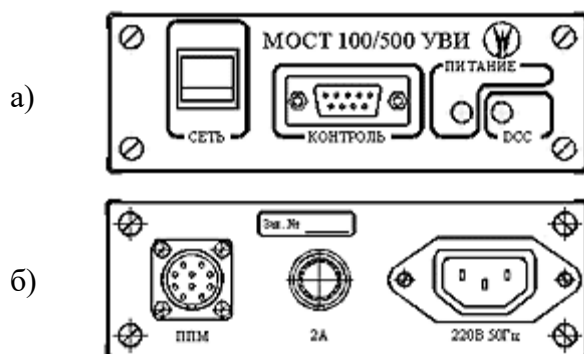


Рисунок 5.8 - Устройство внешнего интерфейса (УВИ).  
а) передняя панель; б) задняя панель

На передней панели УВИ находится тумблер включения питания (с подписью "Сеть"), разъем DB9 для подключения к порту RS232 персонального компьютера через кабель КСК, индикаторы питания и готовности ППМ "DCC".

На задней панели УВИ расположен разъем для подключения ППМ, колпачок предохранителя и разъем для подключения кабеля питания изделия к сети 220 В (евровилка).

### 3 Порядок выполнения лабораторной работы.

Оборудование было успешно установлено на металлическом основании предварительно спланировав трассу оптической линии связи. Придерживаясь следующих рекомендаций: по линии прямой видимости от места установки одного ППМ до места установки другого ППМ на пути луча не должно быть препятствий. Они не должны возникать и в дальнейшем, например, в виде жалюзей, стоек и т. д.

При проектировании трассы нужно учитывать сезонные изменения, например, возможное проседание фундамента здания.

Не следует прокладывать линию рядом с промышленными предприятиями. Для большинства выбросов промышленных предприятий характерно загрязнение атмосферы твердыми частицами и аэрозолями, которые могут вызывать нарушение связи.

Для установки изделия следует выбирать жесткое горизонтальное основание (опору). Рекомендуется монтаж посадочного места производить на капитальную стену здания или парапет крыши, лучше всего в месте пересечения стен. При выборе места установки следует предусмотреть свободное и безопасное пространство для персонала при юстировке.

Максимально допустимая угловая нестабильность места установки изделия не должна превышать 3-х угловых минут.

После установки и закрепления оснований ОПУ на обоих концах трассы установили на них ППМ. Соединили ППМ с ОПУ прикрутили шину. После закрепления ППМ на ОПУ опустили корпус ППМ на винты точной юстировки. И было обеспечено надежное заземление (через резьбовое отверстие в опоре ОПУ) постов.

От каждого ППМ проложены соединительные кабели ССК и КВИ до местонахождения аппаратуры пользователя и УВИ соответственно. Прокладка кабелей допустима при температуре окружающей среды не ниже -10 °С. При прокладке рекомендуется использовать



кабельные лотки или металлорукав для защиты кабелей от повреждений. При закреплении кабелей около ППМ следует сделать петлю, с тем, чтобы кабели своим весом не нагружали разъемы.

После прокладки и закрепления кабелей подключили к ним КВИ и ССК. Перед подключением к ППМ КВИ и ССК следует смазать резьбу на разъемах. Другие концы кабелей КВИ и ССК подключили соответственно к УВИ и аппаратуре пользователя. После подключения к УВИ сетевого шнура из комплекта поставки изделие готово к настройке

В связи с наличием возможности подключения к УВИ компьютера, была установлена программа удаленного контроля, помогающая при настройке устройства. Для этого соединили разъем "Контроль" на передней панели УВИ с помощью кабеля КСК с портом RS232 персонального компьютера и запустили на нем программу удаленного мониторинга "Telecnt".

Перед работой включается питание постов тумблером на УВИ. После чего на передней панели УВИ загораются контрольные индикаторы "Питание" (красный) и "DCC" (зеленый).

Каждый ППМ наводится на противоположный пост, используя встроенный диоптрийный прицел (перед наведением необходимо проследить, чтобы ось прицеливания проходила примерно по центру отверстий защитных экранов ППМ, это предварительно достигается винтами точной юстировки на этапе подготовки изделия к монтажу).

Далее проводится вручную предварительная (грубая) наводка, т.е. с помощью гаечного ключа на 17 мм ослабляются болты грубой юстировки в вертикальной и гайка закрепления юстировки в горизонтальной плоскости. На рисунке 5.9 показано положение противоположного ППМ в диоптрийном прицеле, которого добиваются при юстировке.

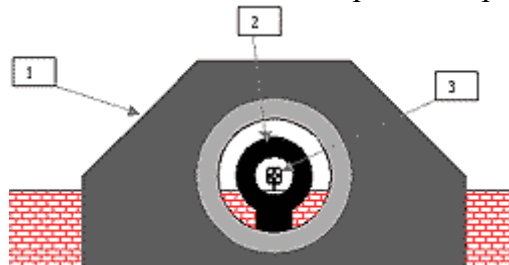


Рисунок 5.9 Положение противоположного ППМ в диоптрийном прицеле при правильном наведении. 1 - диоптрийный прицел; 2 - мушка; 3 - ППМ.

После наведения ППМ болты и гайка грубой юстировки фиксируют.

Точное наведение в пределах угла  $\pm 2^\circ$  производится с использованием винтов точной юстировки, для которых необходимы Г-образные шестигранные ключи из комплекта поставки. На данном этапе необходимо добиться концентрического расположения отверстий мушки и планки прицела (диоптра) таким образом, чтобы противоположный ППМ располагался по центру мушки прицела. Юстировочные ключи под углом 45 градусов к вертикали вводятся в боковые отверстия и вставляются в винты точной юстировки, позволяющие перемещать заднюю часть ППМ по диагонали в направлении хода винтов. Один оборот винта точной юстировки изменяет угол направления рабочей оси ППМ на  $1,5 \text{ мрад}$  ( $1,5 \cdot 10^{-3}$  радиан). Если одновременно вкручивать или выкручивать оба винта, то пучок лазерного излучения перемещается соответственно вниз или вверх (поскольку задняя часть ППМ соответственно опускается или поднимается).

На задней панели ППМ расположена панель контрольных индикаторов, которая схематично изображена на рис.10. Контрольные индикаторы показывают параметры работы и настройки поста в зависимости от режима работы ППМ, при этом цвет всех горящих индикаторов кроме индикатора "Готовность" красный. Установка режима производится кнопкой "Управление" на задней панели ППМ.

Для переключения режима работы с помощью кнопки "Управление" необходимо нажать на нее и удерживать до того момента, как прозвучит звуковой сигнал, соответствующий

щий режиму работы, после чего кнопку нужно отпустить. После выбора режима работы он отображается миганием зеленого индикатора "Готовность":

- одиночный звуковой сигнал соответствует режиму "Работа": отображение состояния ППМ;
- двойной звуковой сигнал соответствует режиму "Обнаружение": отображение уровня входного сигнала в логарифмическом масштабе;
- тройной звуковой сигнал соответствует режиму "Настройка": отображение уровня входного сигнала в линейном масштабе (чувствительность в 10-20 раз хуже, чем в режиме "Обнаружение");
- учетверенный звуковой сигнал соответствует режиму "Целеуказание": отображение величины отклонения оси приемной системы от направления на противоположный пост по двум координатам.

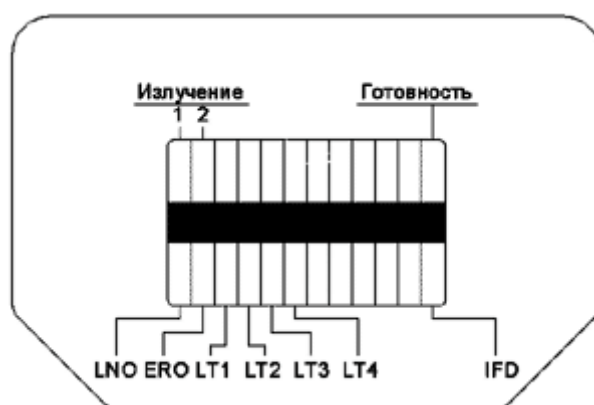


Рисунок 5.10 - Панель контрольных индикаторов на задней стенке ППМ

В таблицах 5.1- 5.4 приведены показания индикаторов контрольной панели ППМ для всех режимов работы.

Таблица 5.1 - 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.
-----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Таблица 5.2 - Значение индикаторов контрольной панели в режиме "Обнаружение"

Индикатор	Значение
Готовность (зеленый)	Режим работы - двойное мигание
Верхний ряд индикаторов (кроме крайнего правого)	Уровень мощности принимаемого сигнала (старшие разряды). По мере увеличения уровня (заполнение нижнего ряда) горящий индикатор смещается вправо, если все горящие индикаторы находятся в крайней правой позиции, то загорается крайний левый индикатор.
Нижний ряд индикаторов	Уровень мощности принимаемого сигнала (младшие разряды). По мере увеличения уровня шкала горящих индикаторов заполняется слева направо. После заполнения всей шкалы, она гаснет и загорается левый индикатор в верхнем ряду, либо горящий в верхней шкале индикатор перемещается на одну позицию вправо.

Таблица 5.3 - Значение индикаторов контрольной панели в режиме "Настройка"

Индикатор	Значение
Готовность (зеленый)	Режим работы - тройное мигание
Верхний ряд индикаторов (кроме крайнего правого)	Уровень мощности принимаемого сигнала (старшие разряды). По мере увеличения уровня (заполнение нижнего ряда) горящий индикатор смещается вправо, если все горящие индикаторы находятся в крайней правой позиции, то загорается крайний левый индикатор.
Нижний ряд индикаторов	Уровень мощности принимаемого сигнала (младшие разряды). По мере увеличения уровня шкала горящих индикаторов заполняется слева направо. После заполнения всей шкалы, она гаснет и загорается левый индикатор в верхнем ряду, либо горящий в верхней шкале индикатор перемещается на одну позицию вправо.

Таблица 5.4 - Значение индикаторов контрольной панели в режиме "Целеуказание"

Индикатор	Значение
Излучение 1	Знак координаты цели X (горит - плюс, не горит - минус)
Готовность (зеленый)	Режим работы - учетверенное мигание
LNO	Знак координаты цели Y (горит - плюс, не горит - минус)
Верхний ряд индикаторов (кроме крайнего правого)	Отклонение координаты цели по оси вдоль правого винта точной юстировки. Если ни один не горит, значит цель в центре.
Нижний ряд индикаторов	Отклонение координаты цели по оси вдоль левого винта точной юстировки. Если ни один не горит, значит цель в центре.

Режим "Обнаружение". В данном режиме попадание лазерного пучка противоположного ППМ в апертуру приемника (появление сигнала связи) сопровождается прерывистым звуковым сигналом. Поскольку в данном режиме чувствительность индикатора высока, при очень ярком фоне неба или прямой солнечной засветке возможно появление ложного звукового сигнала даже при выключенном ППМ противоположного поста.

После появления оптического сигнала на обоих постах, винтами точной юстировки добиваются максимального показания индикаторов (производят настройку на максимум) в режимах "Обнаружение" и "Настройка". При настройке в этих режимах добиваются максимального заполнения индикаторов нижнего ряда, что приводит к зажиганию одного индикатора высшего разряда в верхнем ряду, который по мере увеличения сигнала и заполнения нижнего ряда перемещается вправо. Операцию продолжают до достижения максимального количества горящих индикаторов в правой части верхнего ряда и в нижнем ряду.

Переключившись в режим "Целеуказание" и проверяется отклонение координат наведения от нулевого значения (от центра). В этом режиме индикация отклонения координат цели производится в линейном ("эквалайзерном") режиме, т.е. чем больше горит индикаторов, тем больше отклонение цели от центра наведения. При окончательном наведении на цель нижние и верхние индикаторы не горят (за исключением крайних слева, которые показывают знак и могут мигать и крайних справа. При отличных от нуля показаниях следует подъюстировать посты (т.е. добиться минимума показаний)).

Вернувшись в режим "Настройка", проверяется показание индикатора мощности. Если мощность не изменилась, или незначительно уменьшилась, настройка считается законченной.

В режиме "Целеуказание" настройка происходит по координатному устройству, а в режимах "Настройка" и "Обнаружение" непосредственно по фотоприемному каналу, то есть по уровню сигнала связи.

Переключив ППМ в режим "Работа". При этом на задней крышке ППМ засветится индикатор LN0 сигнализирующий о том, что оптический канал синхронизирован. Индикаторы "Излучение 1,2" и "Готовность" при этом непрерывно светятся. Контроллер ППМ при наличии связи автоматически поддерживает прием и передачу информации, даже если не включен режим "Работа" кнопкой управления.

Подключаются сигнальные кабели между ППМ и внешним оборудованием. При этом должны погаснуть индикаторы LT, соответствующие номерам подключенных каналов. Изделие готово к работе. Контроль потоков и качества приема и передачи сигналов можно осуществлять по индикаторам нижнего ряда в режиме "Работа".

При необходимости можно осуществлять постоянный контроль функционирования ППМ на компьютере.

Следует учитывать, что на длинных трассах лазерные пучки увеличивают площадь своего поперечного сечения, что приводит к уменьшению мощности принимаемого сигнала. В зависимости от длины трассы и климатических условий показания индикаторов контрольной панели в режимах "Обнаружение" и "Настройка" могут быть различными. Иногда сигнала (по мощности) может не хватать для работы режима "Целеуказание", с другой стороны, на коротких трассах и при хороших погодных условиях происходит насыщение фотоприемника координатного устройства и режим "Целеуказание" также может не работать, что не влияет на качество связи.

Штатив для стёкол устанавливается на опору крепления оборудования с помощью струбцин.

#### 4 Общие характеристики программы контроля

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

Программа представляет собой 32-х разрядное приложение, системные требования к компьютеру:

- операционная система Windows'9x/NT/2000;

параметры экрана:

- разрешение 800х600 и выше;

- 256 цветов;

- манипулятор “мышь”;

требуемое место на жестком диске (сразу после установки) - 2 Мбайт.

#### 4.1 Установка и запуск программы

Программа поставляется на CD-ROM диске с программой установки. Для установки программы на жесткий диск компьютера устанавливается в CD-ROM дисковод, дождаввшись автоматического запуска программы установки, выбирается язык интерфейса, нажимается кнопка с надписью “Установка программы Telecnt”. После этого необходимо следовать указаниям программы установки. В процессе установки в меню Windows “Программы” создается программная группа “Удаленный контроль АОЛС” с ярлыком TELECNT для запуска программы.

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.

При запуске программы появляется окно с управляющим индикатором “Номер устройства”, кнопкой для включения мониторинга (установки связи с ППМ через стык RS232), панелью, отображающей отсутствие связи с ППМ, а также панель с закладками “Состояние”, “Сообщения”, “Параметры”, “Целеуказание”, “Журнал” и “Настройка”. В правом углу панели задач появляется значок программы в виде кружка, цвет которого отображает состояние программы и ППМ (серый - нет связи с ППМ, зеленый - нормальное функционирование ППМ, красный - критическое состояние ППМ).

При минимизации окна программы, она не отображается на панели задач, вызвать окно можно установив маркер мыши на значок программы и нажав ее левую кнопку. По правой кнопке появляется меню, позволяющее закрыть программу или вызвать файл помощи. Для запуска мониторинга нажимаем кнопку с переключателем, так, чтобы переключатель перешел в замкнутое положение.

Если к линии связи RS-232 подключен нормально функционирующий ППМ, то его номер появится в списке “Номер устройства”, вместо красной панели с надписью “Нет связи” появится зеленая панель с параметрами соединения по RS232 и программа начнет мониторинг состояния ППМ.

#### 4.2 Состояние

На вкладке Состояние отображаются панель индикаторов и панель режима работы ППМ.

При наличии связи с ППМ на панели индикаторов отображается название интерфейса, и загораются лампочки, отображающие состояние панели индикации ППМ.

Панель режима работы ППМ представляет три кнопки, соответствующие режимам “Работа”, “Обнаружение”, “Настройка” и “Целеуказание”. Панель, соответствующая текущему режиму ППМ выделена светло-зеленым цветом. Оператор может изменить режим работы ППМ, установив на панель нужного режима указатель мыши и нажав ее левую кнопку.

В нижней части вкладки Состояние отображается номер лицензии контролируемого ППМ и оставшееся время работы, равное разнице времени, указанного в договоре поставки и отработанного времени.

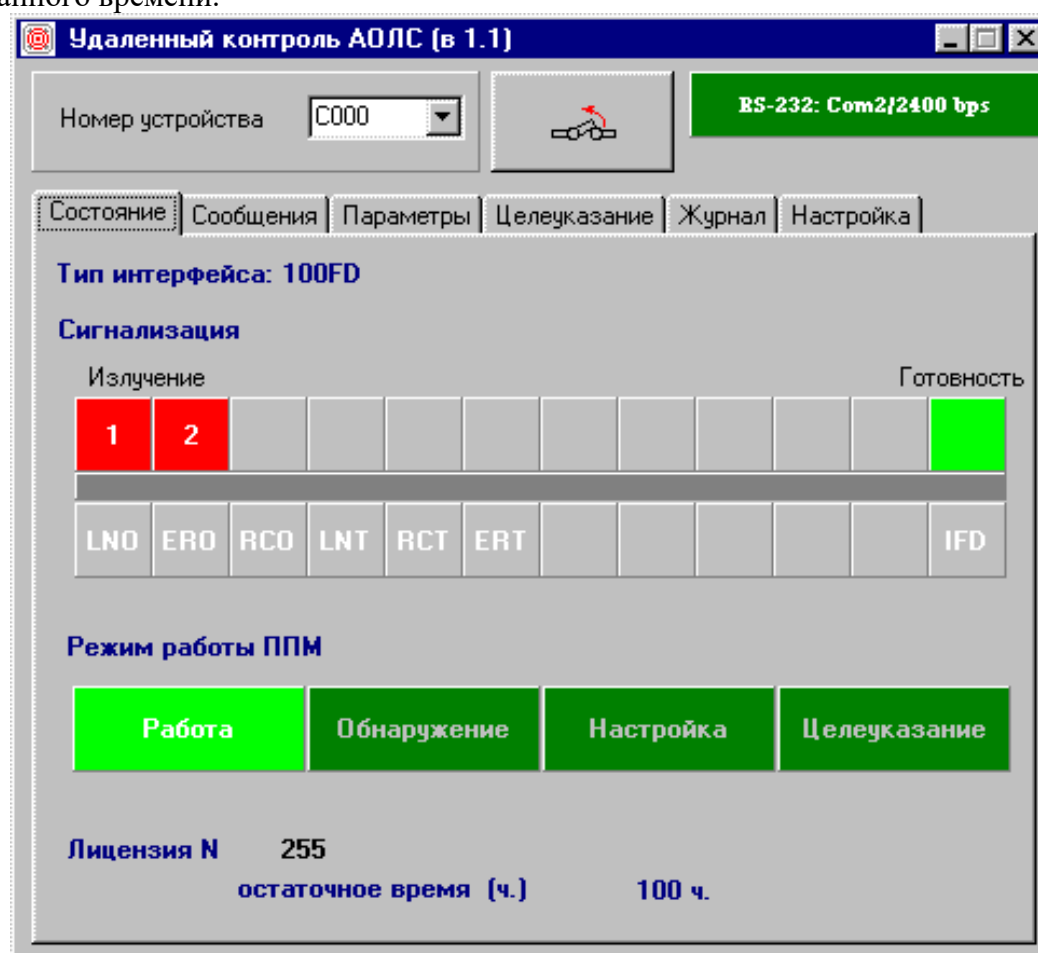


Рисунок 5.11 - Вкладка “Состояние”

#### 4.3 Сообщения

На вкладке Сообщения отображается список сообщений оператору о нештатной работе ППМ. Сообщения добавляются в список по мере их поступления с указанием времени события. Настройка текстов сообщений возможна на вкладке Настройка. Для удаления всех сообщений нажмите кнопку “Очистить” у правого нижнего угла списка.

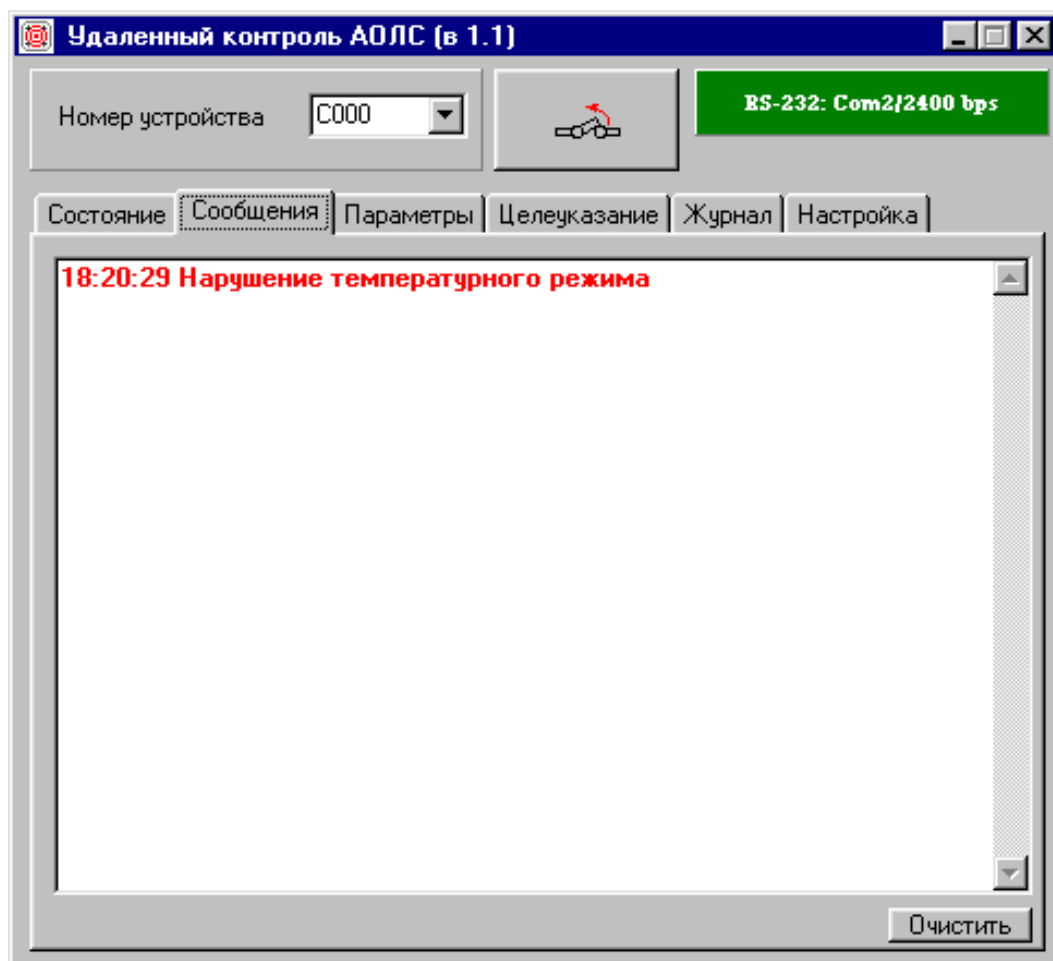


Рисунок 5.12 - Вкладка “Сообщения”

#### 4.4 Параметры

На вкладке Параметры 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.

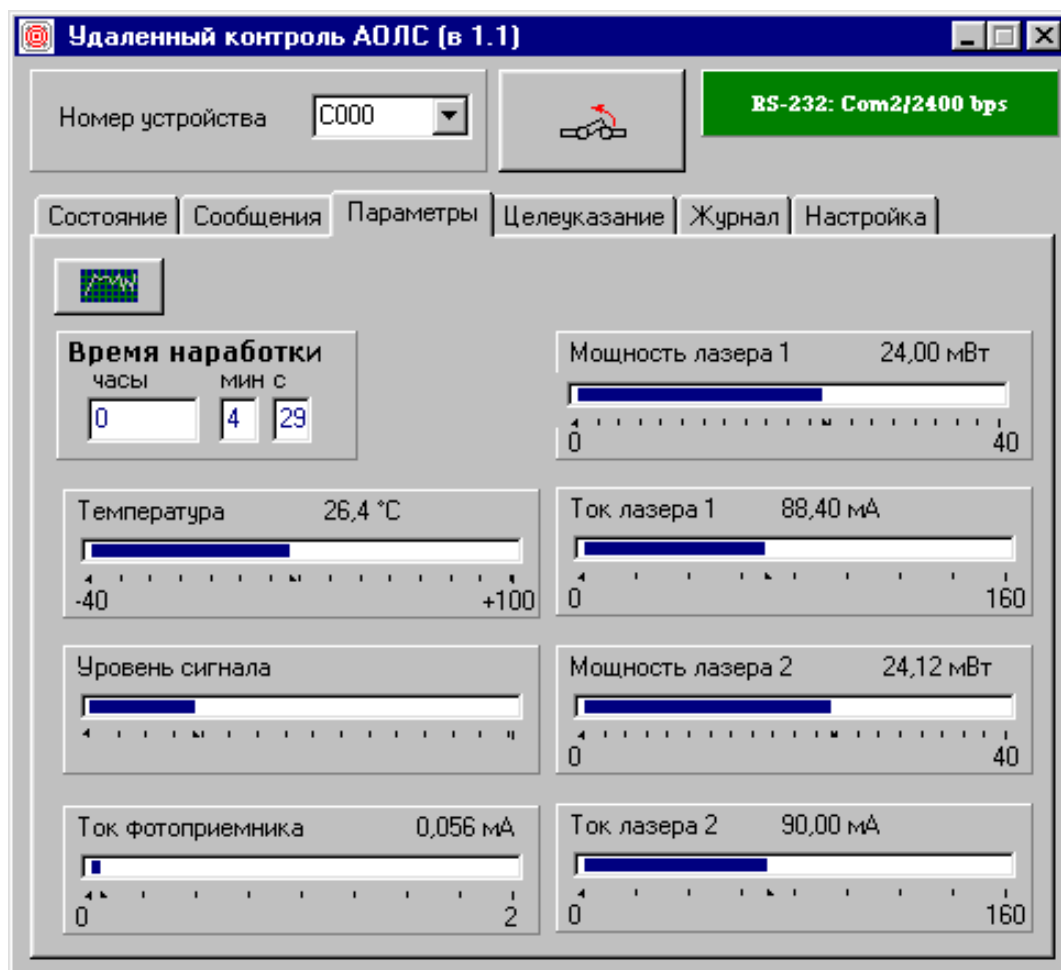


Рисунок 5.13 - Вкладка “Параметры”

#### 4.5 Целеуказание

На данной вкладке отображается отклонение направления контролируемого ППМ от направления на другой ППМ, либо относительно захваченного ранее положения (в этом случае появляется надпись “Центрирование!!!”). Захват (центрирование) положения возможно на вкладке Настройка.

Траектория движения оси пучка отображается темно-синей линией, текущее положение - ярко синей точкой. Красная точка указывает, что последнее полученное значение координат оси пучка признано недействительным из-за превышения максимально допустимого значения тока на фотоприемнике, белая точка - из-за уровня тока на фотоприемнике, меньшего, чем минимально допустимое. В последних двух случаях некорректное положение точки не отображается.

Для удобства наведения ППМ на данной вкладке также отображается значение тока фотоприемника в числовом и графическом (шкала) выражении. Ширина шкалы рассчитана на 1 мА - при большем значении тока следует ориентироваться на цифровые показания.



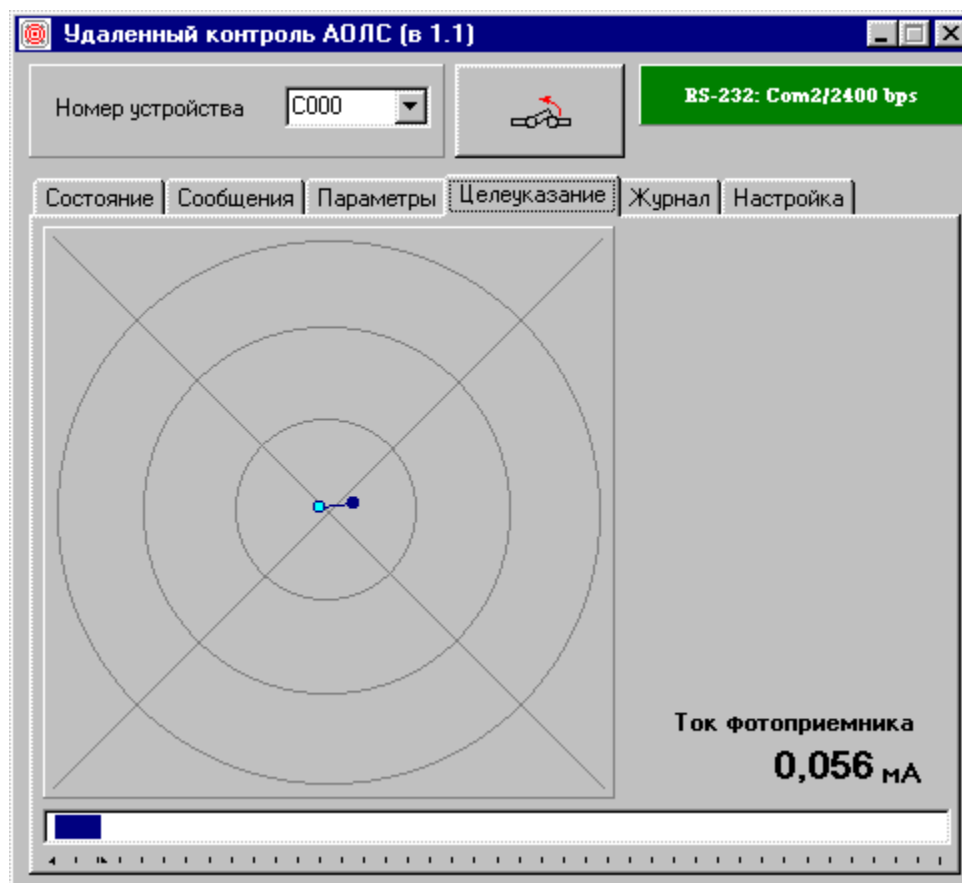


Рисунок 5.14 – Вкладка "Целеуказание"

#### 4.6 Журнал

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.

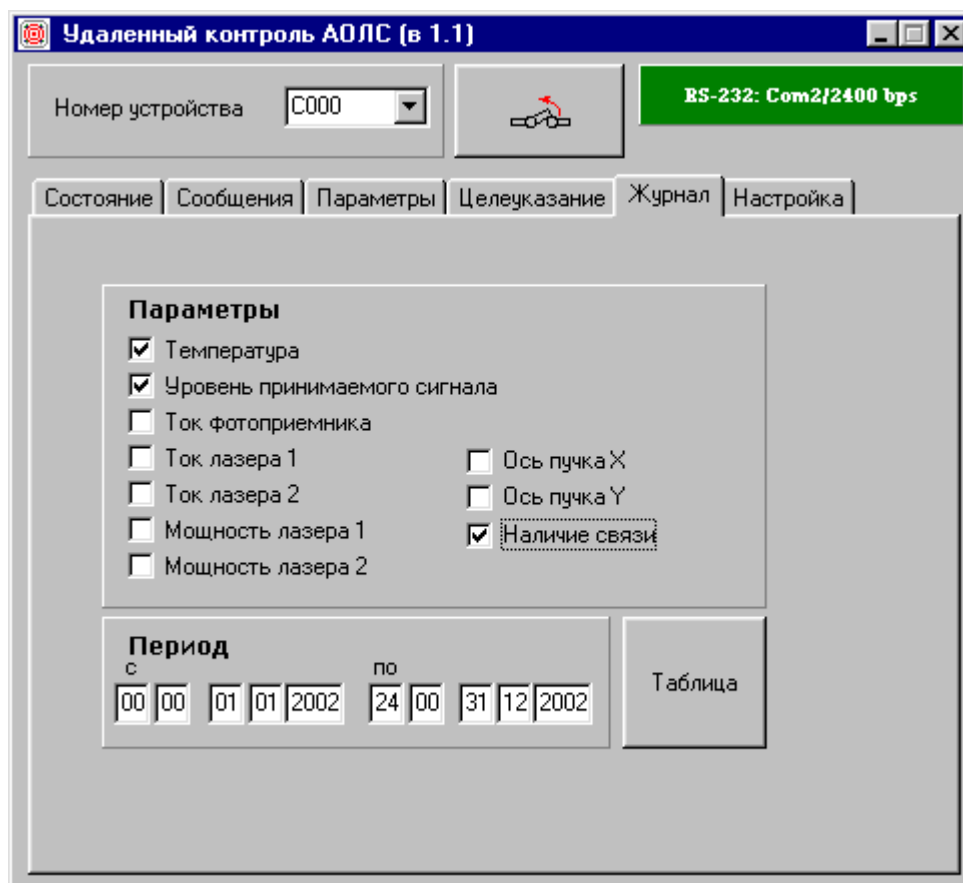


Рисунок 5.15 – Вкладка "Журнал"

Следует иметь в виду, что параметр "Наличие связи" корректно записывается в журнал только в первом режиме работы ППМ "Работа", при этом в таблице присутствует значение "1" - есть связь (наличие синхронизации по оптическому каналу) или "0" - нет связи. Если ППМ работал в другом режиме, в колонке "Наличие связи" будет стоять пропуск "-".

#### 4.7 Настройка

Режим настройки позволяет определить период мониторинга состояния ППМ и запись параметров в журнал, центрировать и отменить центрирование целеуказателя, задавать параметры порта, тексты сообщений оператору и сменить пароль на вход в данный режим. Все параметры сгруппированы по панелям, в правом нижнем углу которых расположена кнопка с галочкой, позволяющая записать введенные изменения.

Для настройки указанных параметров необходимо сначала ввести пароль (сразу после установки в качестве пароля назначаются три символа: "123") и нажать клавишу Enter.

При пометке индикатора "Запись в журнал" следует иметь в виду, что при этом любая информация от ППМ будет записываться на жесткий диск в файл logtm.txt из расчета 33 байта в единицу времени, указанную в поле "с периодом, с.". Так, если период записи составляет 1 секунду, то информация за один час работы займет на жестком диске  $33 \times 3600 = 118.8$  килобайт. Для контроля процесса записи в журнал надпись "Идет запись в журнал ..." выводится в правом верхнем углу окна программы под панелью с указанием состояния связи с ППМ.

Кнопка "Загрузить лицензию" предназначена для АОЛС, приобретенной в аренду на определенный срок. По окончании срока аренды ППМ прекращает работу и для продления срока его функционирования необходимо, после продления аренды получить у разработчика файл лицензии (\*.lic), запустить программу удаленного контроля, установить связь с ППМ,

нажав кнопку Загрузить лицензию указать файл лицензии и дождаться окончания процесса загрузки лицензии (отображается индикатором под кнопкой загрузки лицензии).

После загрузки лицензии следует проконтролировать изменение номера текущей лицензии ППМ и количества остаточного времени, разорвав и установив заново связь с ППМ, дважды нажав кнопку для включения мониторинга. В том случае, если лицензия не загрузилась, нужно повторить ее загрузку.

По кнопке “Отключить” можно закрыть доступ к данной вкладке до следующего ввода пароля

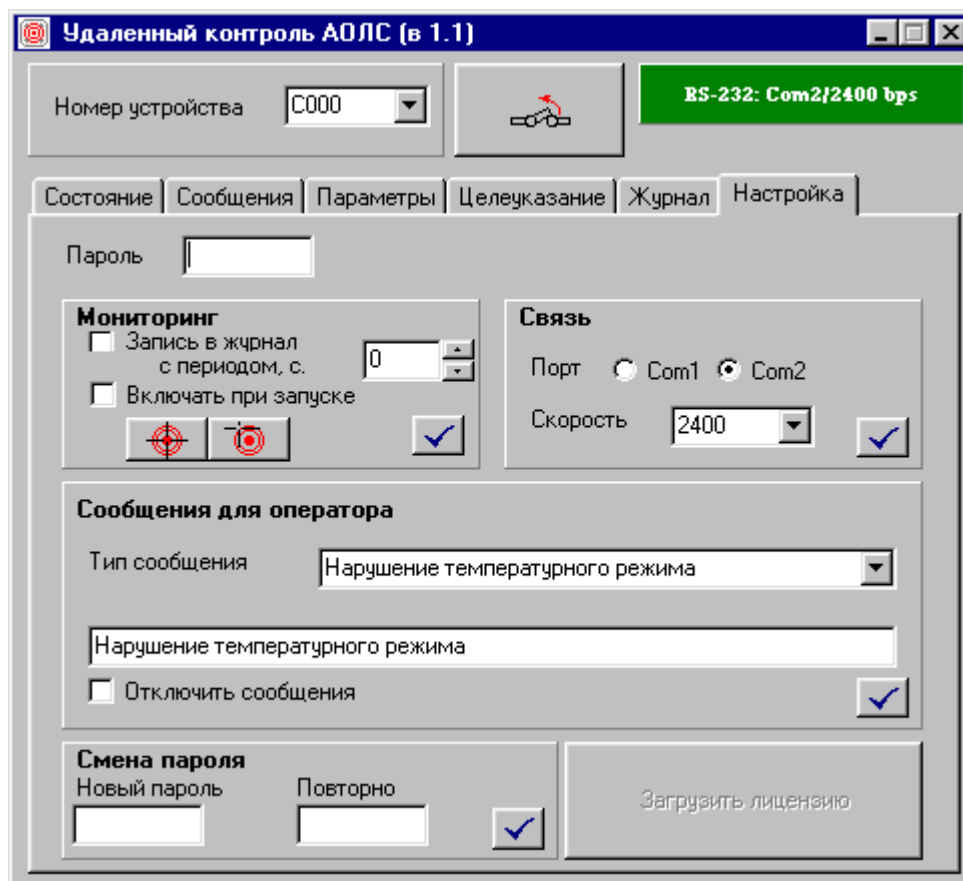


Рисунок 5.16 – Вкладка “Настройки”

#### 4.8 Настройка сервиса мониторинга состояния АОЛС

При необходимости постоянного мониторинга состояния АОЛС с помощью компьютера под управлением Windows NT/2000 можно настроить службу мониторинга (обеспечивающую запись параметров ППМ в фоновом режиме) в качестве автоматически работающего сервиса. Для этого в каталоге с программой Telecnt необходимо выполнить команду `TCNTRSRVP.EXE /INSTALL`

После выполнения команды должно появиться сообщение об успешной установке службы сервиса.

Из рабочего каталога программы нужно запустить программу настройки сервиса `SRVTUNER.EXE`, подтвердить или изменить название каталога с программой Telecnt и нажать кнопку Записать. Для запуска сервиса необходимо открыть окно управления службами и запустить службу Telecnt\_SRV.

Для удаления сервиса нужно остановить его выполнение, выполнить в рабочем каталоге команду

`TCNTRSRVP.EXE /UNINSTALL`

и удалить указанный ключ из системного реестра.

Следует иметь в виду, что при запущенной службе мониторинга программа Telecnt не сможет установить связь с ППМ и отображать его параметры - для этого нужно приостановить выполнение службы. При работающей службе в программе Telecnt можно будет только изменять ее настройки, и просматривать журнал.

После этого отключаем питание обоих лазеров на УВИ, вставляем первое стекло в штатив, включаем оба лазера и на вкладке «Параметры» (смотри рисунок 5.13) программы «Удалённого контроля АОЛС» снимаем замеры уровня сигнала. Одно деление = 0,3 мВт. Аналогично проводим измерения для остальных стёкол. Коэффициенты поглощения стёкол для различных длин волн приведены в таблице 5.

Таблица 5.5 - Коэффициент поглощения стёкол К при  $\lambda = 726$  нм.

Тип стекла	35%	20%	15%	5%
Коэффициент поглощения, К.	529	598	820,33	1073,33

Переводим коэффициент поглощения в дБ

$$10 \log \frac{I_0}{I}$$

где  $I_0$  - интенсивность света на входе,

$I$  – интенсивность света на выходе.

$$I = I_0 * e^{-kx}$$

$$10 \log \frac{I_0}{I_0 * e^{-kx}} = 10 \log e^{kx} = 10 * \frac{1}{2.3} * Kx,$$

где К - коэффициент поглощения,  
х – толщина стекла равная 3 мм.

Таблица 5.6 - Коэффициент поглощения в дБ

Тип стекла	35%	20%	15%	5%
Коэффициент поглощения, К.	6,9	7,8	10,7	14

Таблица 5.7 - Ослабление сигнала при различных метеоусловиях.

Погодные условия	Затухание, дБ/км
Ясная погода	0 - 3
Слабый дождь	3 - 6
Сильный дождь	6 - 17
Снег	6 - 26
Легкий туман	20 - 30
Густой туман	50 - 100

Исходя из данных таблицы 5.7 можно соотнести ослабления вносимые стёклами с различной тонировкой с погодными условиями.

Таблица 5.8 - Имитируемая длина линии.

Тип стекла	35%	20%	15%	5%
Погодное условие	Слабый, сильный дождь.	Сильный дождь, слабый снег.	Сильный дождь, снег.	Сильный дождь, снег, легкий туман.
Длина линии	1 – 1,5 км	1 – 1,2 км	0,8 – 1 км	0,7 – 1 км

Сняв замеры постройте график зависимости уровня сигнала.

#### 4.9 Передача информации.

Для передачи файла необходимо выключить оба УВИ, вставить все 4 стекла в штатив. Это необходимо для понижения уровня сигнала. Включить оба УВИ.

Нажимаем кнопку «Пуск» на панели задач, заходим в «сетевые подключения», выбираем любое сетевое подключение и нажав правой кнопкой мыши на сетевом подключении заходим в «свойства». В «свойствах» выбираем вкладку «общее», на этой вкладке выбираем «протокол Интернета (TCP/IP)», нажимаем «свойства» и в поле адреса вводим для

МОСТ 1 (возле доски) 192. 168. 1. 1.

МОСТ 2 192. 168. 1. 3.

и код подсети

МОСТ 1 255. 255. 255. 0

МОСТ 2 255. 255. 255. 0

Нажимаем «ОК» и «заккрыть»

Для проверки делаем пробную посылку пакетов. Для этого заходим в «Пуск» на панели задач, «Выполнить» и в командной строке записываем cmd и «ОК». После чего появляется чёрное окно в котором записываем команду ping и через пробел адрес другой стороны (например 192. 168. 1. 1.), после ввода нажимаем «Enter». После чего происходит пробная посылка пакетов и выводится отчёт. Если пакеты дошли можно передавать файлы.

Передача файла осуществляется следующим образом – создаём на рабочем столе папку «Мост», нажимаем правой кнопкой мыши по ней и заходим в «Свойства». В «Свойствах» заходим на вкладку «Доступ» и отмечаем «открыть общий доступ» и нажимаем «ОК». Помещаем в эту папку любой файл.

С другого ПК можно войти в эту папку (Мост) зайдя в сетевой окружение и отобразив компьютеры рабочей группы.

Содержание отчёта.

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

Контрольные вопросы.

1. Объяснить назначение оборудования МОСТ 100/500.
2. Назовите скорость передачи информации.
3. Назовите максимальную дальность удаления ППМ друг от друга.
4. Состав ППМ.
5. Какие цифровые потоки передаются с помощью оборудования МОСТ 100/500?
6. В каком диапазоне длин волн работает оборудование?

## Информационные источники

1. Гордиенко В.Н., Тверецкий М.С. Многоканальные телекоммуникационные системы. Учебник для вузов. – М: Горячая линия-Телеком, 2013.
2. Гордиенко, В.В. Крехмалёв, А.Д. Моченов, Р.Ф. Шарафутдинов Оптические телекоммуникационные системы. Учебник для вузов Под ред. Профессора В.Н. Гордиенко - М.: Горячая линия - Телеком, 2011.
3. Техническая документация комплекта аппаратуры МОСТ 100/500.

### Особенности передачи двух полярных кодовых последовательностей через линию связи

Цель работы:

Исследование изменения формы импульсного сигнала при передаче его по каналам связи с различной полосой пропускания.

Задание:

1. Определить параметры тестовых сигналов и представить осциллограммы.
2. Построить спектры тестовых сигналов.
3. Исследовать прохождение тестовых сигналов через линию связи при различных значениях полосы пропускания линии связи и представить осциллограммы сигналов на выходе линии связи для 3-х положений переключателя «полоса пропускания».

Краткие теоретические сведения

При исследовании используются:

- формирователь тестовых импульсов, расположенный на левой панели;
- синхронизация осциллографа, расположенная на левой панели;
- осциллограф с внешней синхронизацией.

Формирователь вырабатывает три тестовых сигнала F1, F2 и F3. Вы должны определить основные параметры тестовых сигналов:

- период;
- частоту;
- длительность импульса;
- скважность;
- амплитуду.

Алгоритм приближённого построения спектра ПППИ (периодическая последовательность прямоугольных импульсов) содержит:

- 1) расчет постоянной составляющей:

$$U_0 = \frac{U_m}{q}$$

- 2) расчет частоты, на которых огибающая спектра пересекает ось абсцисс:

$$\frac{1}{T}, \quad \frac{2}{T}, \quad \frac{3}{T} \dots$$

- 3) расчет экстремумов огибающей спектра:

$$S_0 = \frac{2U_m}{q} \quad S_1 \approx \frac{S_0}{5} \quad S_2 \approx \frac{S_0}{8}$$

- 4) определение частоты составляющих спектра

$$F_1 = \frac{1}{T}, \quad F_2 = \frac{2}{T}, \quad F_3 = \frac{3}{T} \dots$$

## 2 Оборудование рабочего места

Лабораторная установка (рисунок 6.1) состоит из 3 основных частей:

- 1) левая панель – источники передаваемых сигналов;
- 2) средняя панель – эквивалент линии связи с регулируемыми параметрами;
- 3) правая панель – устройства приёма и обработки принятого сигнала.



Рисунок 6.1 - Внешний вид установки

Установка позволяет проводить лабораторные работы по темам:

3. Особенности передачи импульсных сигналов по каналу связи с различными параметрами (полоса пропускания, затухание, уровень шума);
4. Изучение линейных кодов:
  - код без возвращения к нулю (NRZ);
  - код с чередующейся полярностью импульсов (AMI);
  - биполярный код с замещением трёх нулей (B3ZS);
  - манчестерский код (CMI);
  - парноизбирательный троичный код (PST).
3. Регенерация цифрового сигнала:
  - вопросы синхронизации;
  - выделение тактовой частоты;
  - восстановление формы сигнала;
4. Сравнение помехозащищённости линейных кодов при прохождении сигналов через линии связи с различными параметрами.

Установка содержит:

- источник передаваемого кода;
- формирователь линейных кодов (линейный кодер);
- линейный усилитель;
- эквивалент линии связи с переключаемыми параметрами;
- блок регенерации принятого сигнала;
- блок выделения тактовой частоты
- индикатор принятого кода;
- блок подсчёта ошибок.

На левой панели установки (рисунок 6.2.) расположен формирователь передаваемого кода, который включает в себя:



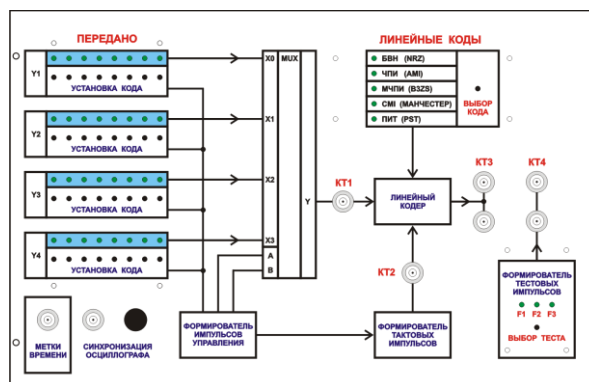


Рисунок 6.2 - Левая панель установки

— четыре восьмиразрядных регистра с возможностью параллельной записи информации, представляющей собой четыре цифровых сигнала;

— мультиплексор, выполняющий побайтовое объединение четырёх цифровых сигналов в единый поток. Коэффициент мультиплексирования равен четырём.

— линейный кодер, который преобразует объединённый поток в один из выбранных кодов:

- без возврата к нулю (NRZ);
- чередующей полярностью импульсов (AMI);
- биполярный код с замещением трёх нулей (B3ZS);
- манчестерский код (CMI);
- парноизбирательный троичный код (PST).

— формирователь импульсов управления, который вырабатывает импульсные сигналы для считывания информации с регистров Y1, Y2, Y3 и Y4, управления работой мультиплексора и синхронизации генератора тактовых импульсов, необходимых для работы формирователя линейных кодов.

— генератор меток времени (рисунок 6.3), предназначенных для визуальной индикации:

- начала цикла объединённого потока;
- начала байта цифрового сигнала;
- начала каждого бита.

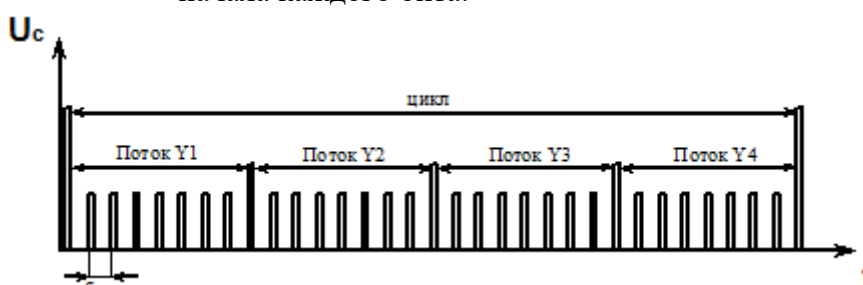


Рисунок 6.3 - Метки времени

— выход для синхронизации осциллографа, позволяющий просматривать поочерёдно потоки цикла Y1, Y2, Y3 и Y4. Выход этого блока подключается к входу внешней синхронизации осциллографа.

— формирователь тестовых импульсов вырабатывает три варианта импульсных сигналов со следующими параметрами:

- период (T) равен 16 мс;
- частота (f) равна 62,5 Гц;
- амплитуда ( $U_m$ ) равна 5 В;

- длительность ( $\tau$ ) равна:
  - ◊  $F1 = 0,125$  мс;
  - ◊  $F2 = 0,25$  мс;
  - ◊  $F3 = 0,5$  мс;
- скважность ( $q$ ) равна:
  - ◊  $F1 = 128$ ;
  - ◊  $F2 = 64$ ;
  - ◊  $F3 = 32$ .

На средней панели установки (рисунок 6.4.) расположен эквивалент линии связи, который включает в себя:

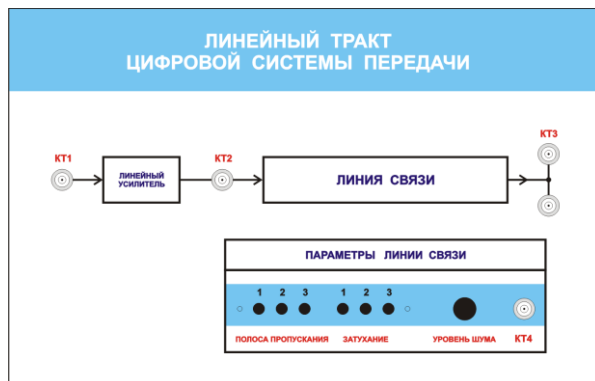


Рисунок 6.4 – Эквивалент линии связи

- линейный усилитель, который усиливает мощность передаваемого сигнала с коэффициентом усиления по напряжению равным 1;
- эквивалент линии связи с изменяемыми параметрами:
  - полоса пропускания:
    - 1) 1100 Гц;
    - 2) 2050 Гц;
    - 3) 9000 Гц;
  - затухание:
    - 1) 1,5 дБ;
    - 2) 9 дБ;
    - 3) 18 дБ;
  - генератор шума с регулируемым уровнем.

На правой панели установки (рисунок 6.5.) расположена приёмная часть, которая включает в себя:

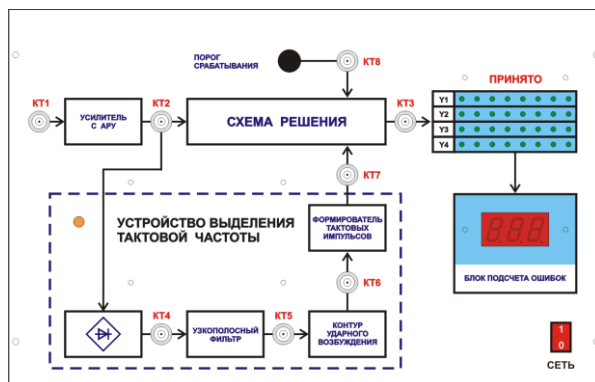


Рисунок 6.5 – Приемная часть

- усилитель с АРУ (автоматической регулировкой уровня);
- устройство выделения тактовой частоты:
  - выпрямитель;
  - узкополосный фильтр;
  - контур ударного возбуждения;
  - формирователь тактовых импульсов;
- схема решения с изменением порога срабатывания от -5 до +5 В;
- индикатор принятого кода, зелёным светом загораются правильно принятые импульсы (присутствующие на передаче), красным светом не правильно принятые (отсутствующие на передаче);
- блок подсчёта ошибок показывает процент ошибок в линии.

Установка выполнена в металлическом корпусе, устанавливается на полку лабораторного стола. Питание установки осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением 220В частотой 50Гц.

Для проведения лабораторных занятий из внешних измерительных приборов требуется двухканальный осциллограф с полосой 20 МГц.

### 3 Содержание и оформление отчета

1. Осциллограммы тестовых импульсов;
2. Таблица с параметрами тестовых импульсов;
3. Расчёт спектров тестовых импульсов;
4. Осциллограммы сигналов на выходе линии связи для 3-х положений переключателя «полоса пропускания» (для всех 3-х тестовых импульсов F1, F2 и F3);
5. По полученным результатам сформулировать выводы о связи формы импульса на выходе линии от спектра передаваемых импульсов и полосы пропускания.

### 4 Порядок выполнения работы

Последовательность подключения:

- подключите выход формирователя тестовых импульсов к входу канала А осциллографа;
- подключите выход «синхронизации осциллографа», расположенный на левой панели установки, к входу внешней синхронизации осциллографа.

Схема соединений изображена на рисунке 6.6.

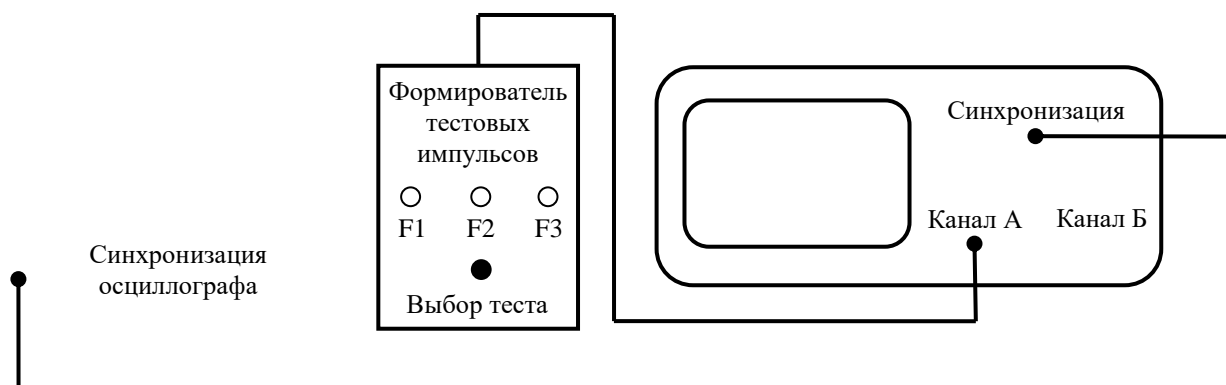


Рисунок 6.6. - Схема соединений

Последовательность исследования:

- установите тестовый импульс F1;
- зарисуйте осциллограмму импульса;
- по осциллограмме определите основные параметры:
  - период (T);
  - длительность ( $\tau$ );
  - амплитуду ( $U_m$ );
- рассчитайте:
  - частоту (f);
  - скважность (q).
- все основные параметры занесите в таблицу 6.1;
- повторите измерения для тестовых импульсов F2 и F3.

Таблица 6.1 – Параметры кодовых последовательностей

Тестовый импульс	F1	F2	F3
T			
$\tau$			
$U_m$			
f			
q			

### 5 Контрольные вопросы

1. Какие коды позволяет исследовать лабораторная установка?
2. Где используется код NRZ?
3. Поясните термин код NRZ со скремблированием.
4. Назвать основные структурные элементы цифрового линейного тракта.
5. Основные параметры ЛЦС и их физическая сущность.
6. Назовите основные причины искажения сигналов в цифровых линейных трактах (ЦЛТ).
7. Основные требования, предъявляемые к структуре линейного цифрового сигнала (ЛЦС). Их физическая сущность.
8. Поясните, почему в линии используются коды с нулевой постоянной составляющей в спектре.
9. Поясните спектральный состав линейного сигнала ЦСП.
10. Перечислите основные требования к коду передачи.
11. Перечислите основные характеристики кодов.

### 6 Информационные источники

1. Крухмалев В. В. Гордиенко В. Н. Моченов А. Д. Цифровые системы передачи: Учебное пособие 2-е изд. для вузов – М.: изд. Горячая линия - Телеком, 2012. – 376 с.: ил.
2. В.В. Величко, Г.П. Катунин, В.П. Шувалов; под ред. профессора В.П. Шувалова. Основы инфокоммуникационных технологий. Учебное пособие для вузов – М.: изд. Горячая линия - Телеком, 2009. – 424 с.: ил.

### «Регенерация цифровых сигналов при приёме»

Цель работы: Изучение структурной схемы линейного регенератора плезиохронной иерархии и исследование принципов регенерации цифровых сигналов в ЦСП плезиохронной иерархии.

Задание:

1. Изучить структурную схему линейного регенератора PDH. Исследовать принципы регенерации цифровых сигналов в ЦСП.
2. Провести практическое исследование работы регенератора для различных моделей канала связи. Составить структурную схему регенератора.

#### 1 Краткие теоретические сведения

Наиболее важной особенностью цифрового способа передачи сигналов является возможность восстановления переданной импульсной последовательности после прохождения ее через среду, вносящую дисперсию и помехи. Импульсная последовательность восстанавливается с помощью регенераторов, размещаемых вдоль линии через некоторые интервалы. Сочетание кабельного участка и регенератора называют участком регенерации. Регенераторы выполняют три основные функции: корректирование формы принимаемых импульсов, хронирование (восстановление временных интервалов) и собственно регенерацию.

Возможность регенерации линейного сигнала относительно простыми техническими средствами является одним из главных достоинств импульсно кодовых систем. Регенерация позволяет «очистить» от помех и искажений сигнал, прошедший через участок линии связи, и восстановить его в том виде, в каком он поступил на вход этого участка. Регенераторы устанавливаются в тракте приема оконечной станции (в этом случае они называются станционными регенераторами) и в промежуточных необслуживаемых регенерационных пунктах. НРП питаются дистанционно от оконечных станций. По сравнению с НУП аналоговых многоканальных систем передачи НРП более экономичны по потребляемой электроэнергии, проще по схемотехнике, не требуют точных коррекций линейных искажений передаваемого сигнала и более устойчивы к воздействию различного рода дестабилизирующих факторов. Восстановление (регенерация) сигнала в линейном тракте, содержащем большое число НРП, происходит практически без накопления помех.

Упрощенная структурная схема регенератора изображена на рисунке 7.1. На рисунке 7.2 приведены временные диаграммы напряжений в различных точках этой схемы: а) передаваемый ИКМ-сигнал после УК; б) сигнал синхронизации (строб-импульсы); в) сигнал на выходе порогового устройства; г) сигнал на выходе регенератора.

Как видно из рисунков 7.1 и 7.2, пороговое устройство представляет собой схему сравнения, работающую в импульсном (стробируемом) режиме. Мгновенное значение передаваемого сигнала  $U_n(t)$  (рисунок 7.2, а) в момент прихода стробирующего импульса

(рисунок 7.2, б) сравнивается в ПУ с некоторым, определенным образом выбранным пороговым напряжением  $U_{\text{пор}}$ .

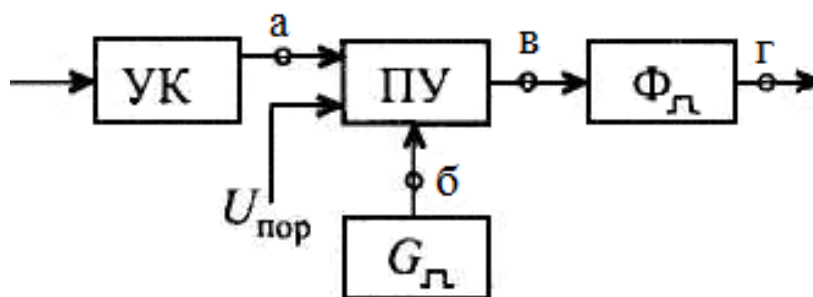


Рисунок 7.1 - Структурная схема регенератора

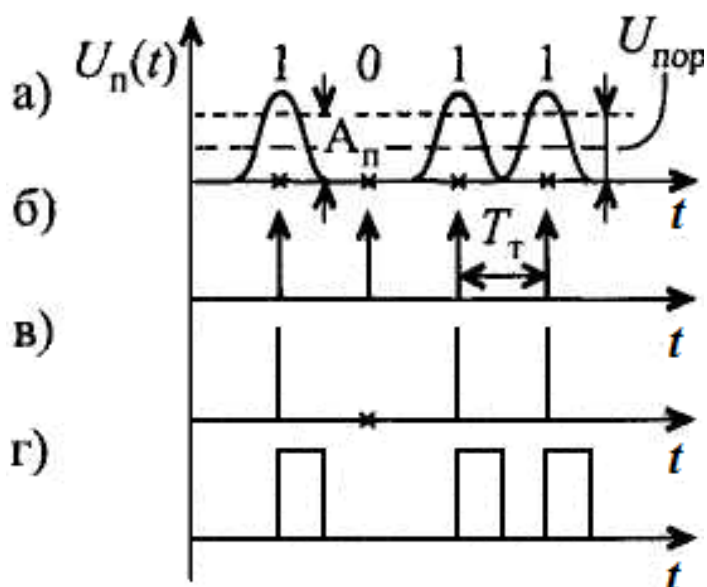


Рисунок 7.2 - Эпюры поясняющие работу порогового устройства

Если  $U_n(t) > U_{\text{пор}}$ , то на выходе ПУ формируется импульс «1», если  $U_n(t) < U_{\text{пор}}$  — импульс «0» (рисунок 7.2, в). Импульсы с выхода ПУ запускают формирователь импульсов (Ф), на выходе которого образуется регенерированный сигнал (рисунок 7.2, г). В такой схеме можно отметить две закономерности:

- 1) форма и длительность импульса на выходе регенератора всегда стабильны и определяются работой формирователя импульсов;
- 2) временные интервалы между импульсами зависят только от правильной работы системы синхронизации и в идеальном случае кратны периоду тактовой частоты.

## 2 Порядок выполнения работы

1. Опрос по теоретическому материалу занятия и изучение блока кратких теоретических сведений (с помощью компьютера).
2. Прохождение теста, активирующего программу моделирования.
3. Уяснение задачи, методики работы, индивидуальных исходных данных, полученных от преподавателя.

4. Проведение моделирования с помощью программы.
5. Составление отчета и его защита.

Лабораторная работа выполнена в виде компьютерной программы, позволяющей получить необходимые теоретические сведения, пройти тестирование на их усвоение и, в дальнейшем, провести наглядное моделирование всех шагов работы регенератора.

Студент должен получить от преподавателя значение двоичного кода, имитирующего входной каналный сигнал регенератора после успешного тестирования ввести полученное значение в соответствующее «окно» программы, проанализировать каждый этап работы регенератора, занести основные данные всех этапов в отчет по работе, сделать выводы. Для более наглядной работы программы-симулятора желательно, чтобы в тестовой входной последовательности присутствовали импульсы обеих полярностей.

### 3 Выполнение лабораторной работы

1. По заданному преподавателем значению двоичного кода провести с помощью программы - симулятора формирование всех характерных сигналов в контрольных точках структурной схемы регенератора;
2. Повторить все операции п.1 для всех трех моделей линии связи: дифференциальной цепочки, интегрирующей цепочки, модели с аддитивным флуктуационным шумом;
3. Оценить возможные ошибки регенератора;
4. Зарисовать структурную схему регенератора;
5. Зарисовать все эпюры сигналов в контрольных точках регенератора для трех моделей линии связи в отчет по работе.
6. Сделать выводы.

Ниже приведены основные этапы работы программы-симулятора (рисунки 7.3, 7.4, и 7.5)

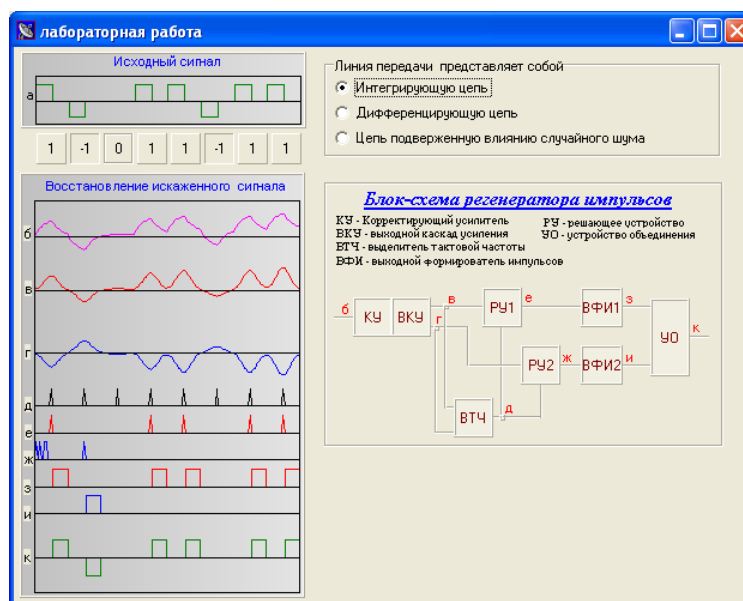


Рисунок 7.3 – Первый этап работы программы-симулятора

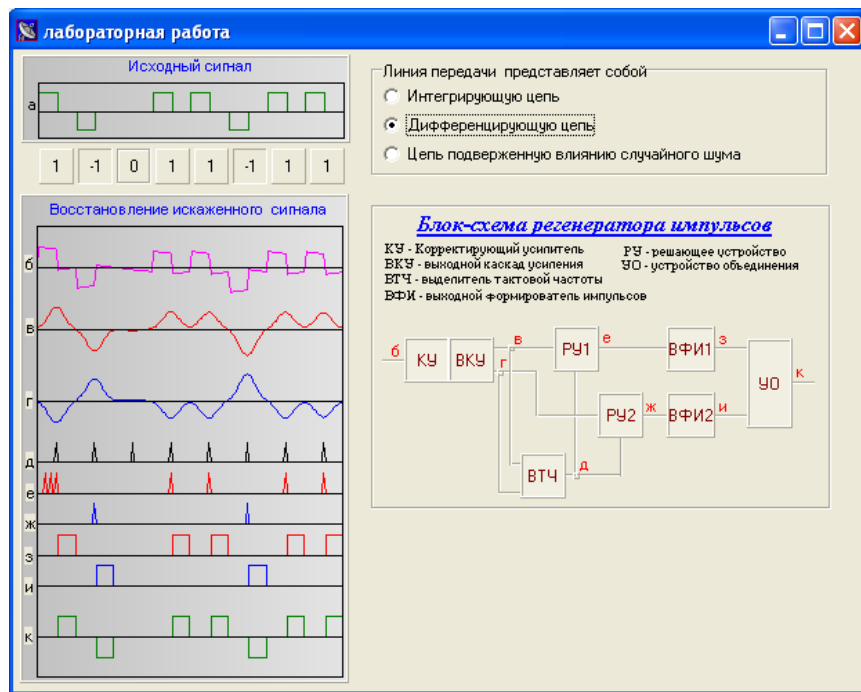


Рисунок 7.4 – Второй этап работы программы-симулятора

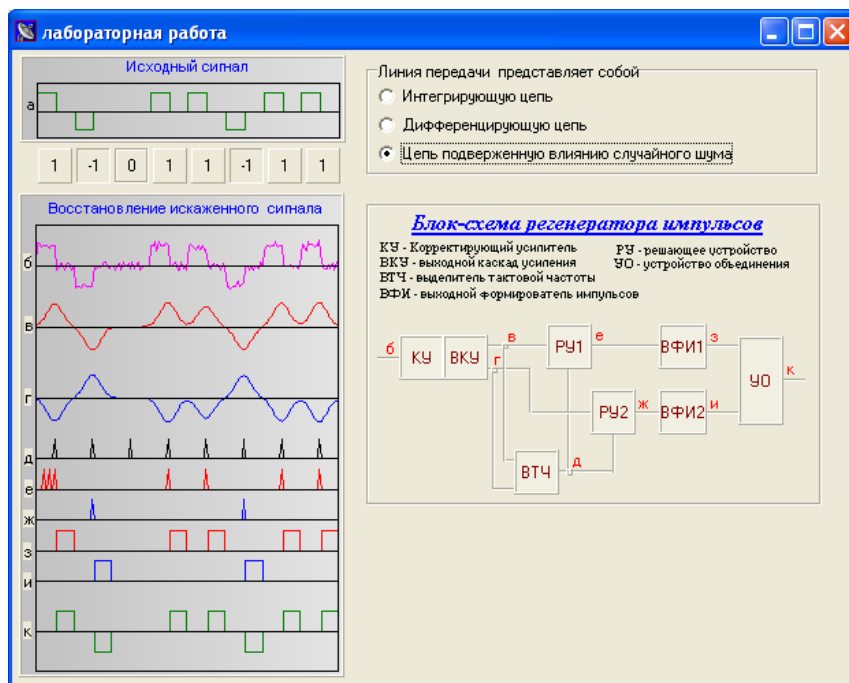


Рисунок 7.5 – Третий этап работы программы-симулятора

### Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен регенератор в ЦСП с ИКМ?
2. Какая форма линейного цифрового сигнала выбрана в ЦСП ИКМ и почему?



3. Какие функции выполняет Т-образный 4-полюсник, включенный на входе усилителя регенератора?
4. В какой части схемы регенератора осуществляется автоматическая регулировка усиления и в каких пределах?
5. Какие основные устройства входят в состав схемы выделения тактовой частоты?
6. Какова длительность стробирующего импульса на выходе схемы?
7. С какой целью и как формируется пороговое напряжение в регенераторе ЦСП? Какова величина порогового напряжения?
8. Каким образом осуществляется преобразование восстановленного в регенераторе цифрового сигнала в линейный цифровой сигнал?

#### Содержание отчета

1. Рисунок структурной электрической схемы регенератора.
2. Эпюры напряжений в контрольных точках регенератора для трех вариантов модели линии связи.
3. Выводы.

#### Информационные источники

1. В.В. Крухмалев, В.Н.Гордиенко, А.Д. Моченов. Цифровые системы передачи: Учебное пособие для вузов / Под ред. А.Д. Моченова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012.
2. В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий Многоканальные телекоммуникационные системы. Учебник для вузов / М.: Горячая линия - Телеком, 2013.

### Изучение устройства и основ эксплуатации оборудования ВОСП МЦП-155К

Цель: Изучить оборудование синхронной цифровой иерархии и получить первичные навыки работы с оборудованием.

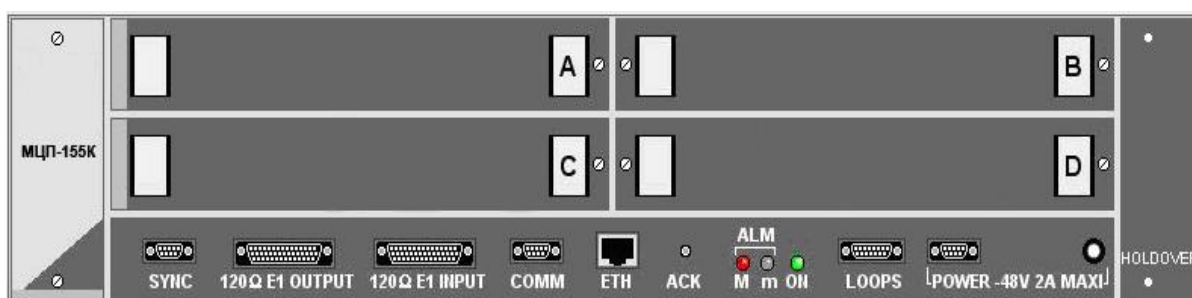
Задание:

1. Изучить рабочие параметры мультиплексора МЦП-155К и состав оборудования. Ознакомиться с подключением внешних устройств.
2. Получить навыки контроля и управления состоянием оборудования.

#### 1 Краткие теоретические сведения

МЦП-155К является развитием ряда выпускаемых НПП «Новел-ИЛ» высокотехнологичных систем передачи и создан на базе мультиплексора ADR 155C 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 (рисунок 8.1).



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:

- оконечный 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 - соединения 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 ETSI несущих конструкциях. МЦП155К Н состоит из следующих узлов:

- секция МЦП155К/2G высотой 2U, включающая в себя:
  - каркас секции с кроссплатой 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.

Таблица 8.1 - Комплектность приобретенного оборудования

Мультиплексор (режим работы)	Слот А	Слот В	Слот С	Слот D
МЦП-155К (1) (терминальный)	-	Плата локальной сети Ethernet 10/100 (плата ПЛС-10/100), обеспечивающая передачу 2-х VC-3	-	Оптическая плата STM-1 (IC1.1-2G), обеспе- чивающая передачу VC-4 или 3 VC-3 или 63 VC- 12 или комбинацию

				VC-3 и VC-12
МЦП-155К (2) (ввода/вывода)	-	Плата локальной сети Ethernet 10/100 (плата ПЛС-10/100), обеспечивающая передачу 2-х VC-3	Оптическая плата СТМ-1 (IC1.1-2G), обеспечивающая передачу VC-4 или 3 VC-3 или 63 VC-12 или комбинацию VC-3 и VC-12	Оптическая плата СТМ-1 (IC1.1-2G), обеспечивающая передачу VC-4 или 3 VC-3 или 63 VC-12 или комбинацию VC-3 и VC-12
МЦП-155К (3) (терминальный)	-	Плата локальной сети Ethernet 10/100 (плата ПЛС-10/100), обеспечивающая передачу 2-х VC-3	-	Оптическая плата СТМ-1 (IC1.1-2G), обеспечивающая передачу VC-4 или 3 VC-3 или 63 VC-12 или комбинацию VC-3 и VC-12

Базовый блок выполняет основные функции оборудования: контроль, кросс-коммутацию, синхронизацию системы, доступ к 21-му потоку 2 Мбит/с по G.703.

## 2 Технические характеристики МЦП155К

### 2.1 Оптический интерфейс

Тип интерфейса: IC1.1-2G.

Битовая скорость STM-1 155,520 Мбит/с  $\pm 20$  ppm.

Таблица 8.2 – Основные параметры платы IC1.1-2G

Интерфейс	Мощность на выходе	Макс. допустимая мощность на входе	Чувствительность при $K_{\text{ош}}=10^{-10}$	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 STM-1 типа МЦП155К приведена на рисунке 8.2.

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. COMMM Q – интерфейса, предназначенного для начальной настройки оборудования (порт RS-232). А так же блока интерфейсов каналов доступа – трибутарных потоков.

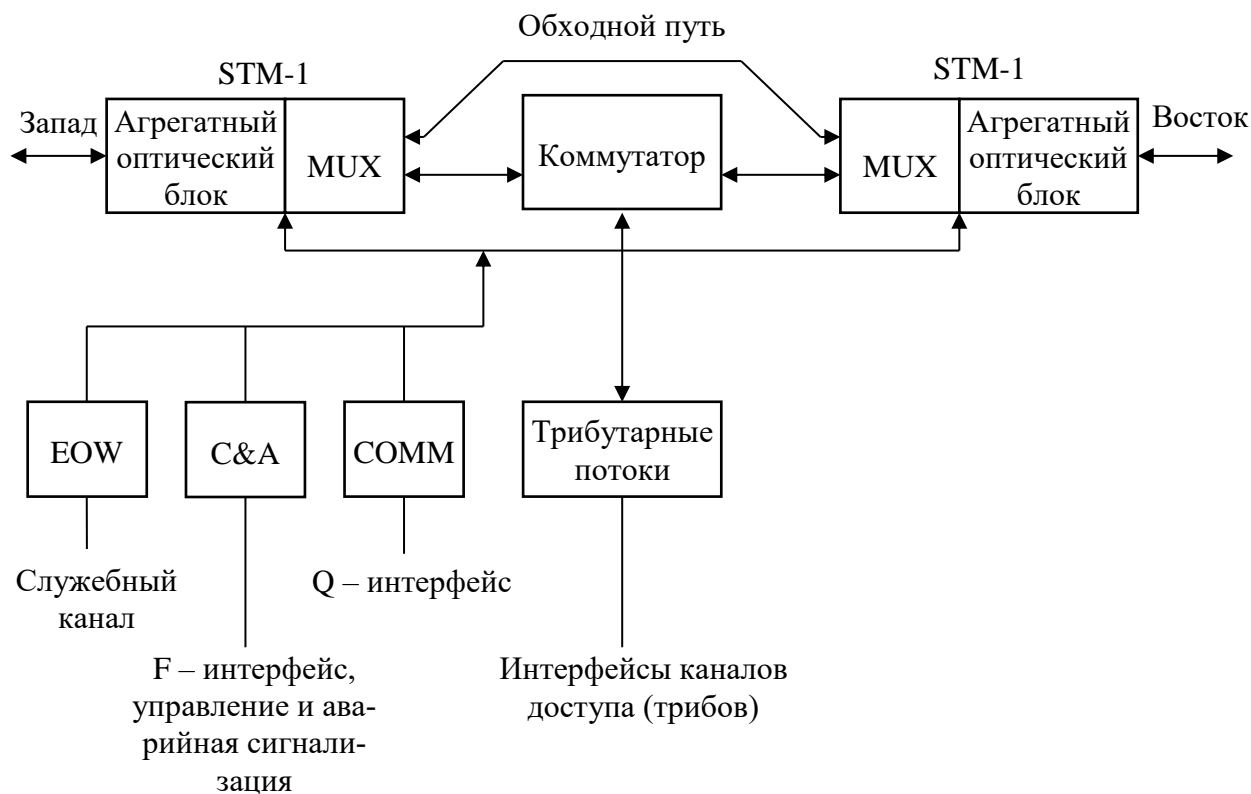


Рисунок 8.2 – Структурная схема мультиплексора

## 2.2 Состав и назначение внешних интерфейсов, модулей и портов оборудования МЦП155К

Установленное оборудование МЦП155К содержит в своем составе внешние интерфейсы, выведенные на стандартизованные разъемы на лицевой панели. А так же установленные интерфейсные платы. Внешний вид оборудования МЦП155К укомплектованного интерфейсными платами передачи (за исключением промежуточного мультиплексора ввода/вывода, на котором установлена дополнительная плата IC1.1-2G в модуль В) приведен на рисунке 8.3.

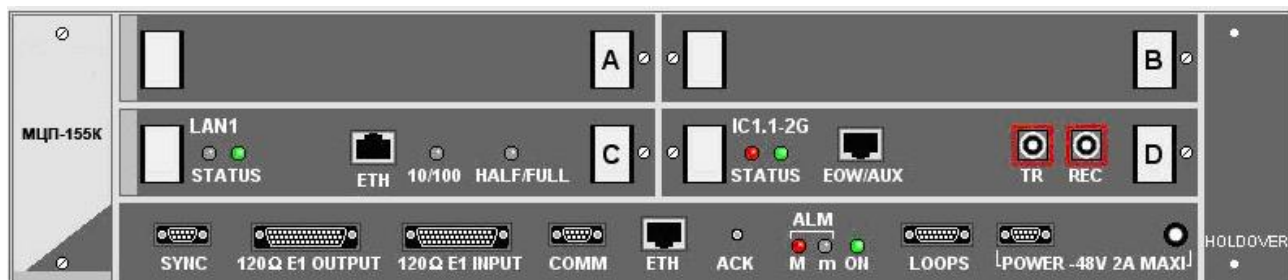


Рисунок 8.3 - Внешний вид (лицевая панель) мультиплексора МЦП155К

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  $\pm$  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.

Светодиоды и кнопки.

Назначение световой индикации материнской платы приведено в таблице 8.3.

Таблица 8.3 - 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 8.4.

Таблица 8.4 - 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

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»).

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

Состояние светодиодов на всех платах кроме материнской платы приведено в таблице 8.5.

Таблица 8.5 - Состояние светодиодов на всех платах, кроме базового платы

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		Автотестирование по умолчанию

## 2.3 Функциональное описание мультиплексора

Функциональная схема мультиплексора, осуществляющего мультиплексирование и демultipлексирование плезиохронных потоков E1, представлена на рисунке 3.5.

В соответствии с рекомендацией G.783 МСЭ аппаратура МЦП155К содержит следующие функциональные блоки:

- SPI - функциональный блок синхронного физического интерфейса;
- RST - функциональный блок окончания регенераторной секции;
- MST- функциональный блок окончания мультиплексной секции;
- MSP - функциональный блок резервирования мультиплексной секции;
- MSA - функциональный блок адаптации мультиплексной секции;
- HCS - функциональный блок дистанционного контроля соединений тракта высшего порядка;
- HPC - n - функциональный блок переключения трактов высшего порядка;
- HPT-п - функциональный блок окончания тракта высшего порядка;

- НРА m/n - функциональный блок адаптации тракта высшего порядка, где n - порядок тракта высшего порядка, m - порядок тракта низшего порядка;
- LCS - функциональный блок дистанционного контроля соединений трактов низшего порядка;
- LPC - m - функциональный блок переключения трактов низшего порядка;
- LPT-m - функциональный блок окончания тракта низшего порядка;
- LPA-m, LPA-n - функциональные блоки адаптации трактов низшего порядка;
- PPI - функциональный блок плезиохронного физического интерфейса;
- ОНА - функциональный блок доступа к заголовку;
- SEMF - функциональный блок управления синхронным оборудованием;
- SETS - функциональный блок - источник тактирования синхронного оборудования;
- SETPI - функциональный блок физического интерфейса сигналов тактирования синхронного оборудования;
- MCF - функциональный блок передачи сообщений.
- Каждый из блоков HCS и LCS включает два функциональных блока:
  - блок контроля заголовка тракта высшего порядка (HPOM) и тракта низшего порядка (LPOM) соответственно;
  - блок генерации сигнала необорудованности тракта высшего порядка (HUG) и тракта низшего порядка (LUG) соответственно.
- На рисунке 3.5 выделены опорные точки функциональных блоков:
- A.....M - опорные точки на стыках блоков, через которые проходят информационные сигналы;
- N - опорная точка на стыке блоков MCF и RST, через которую проходят сигналы канала передачи данных (DCCR) регенераторной секции;
- S - (S1 ... S19) опорные точки на стыках каждого функционального блока с блоком SEMF, через которые передаются управляющие и аварийные сигналы;
- T - (T0 ... T4) опорные точки на стыках каждого функционального блока с блоком SETS, через которые передаются опорные тактовые сигналы;
- U - опорные точки на стыках функциональных блоков и блока ОНА доступа к заголовку, через которые передаются сигналы служебной связи и вспомогательных (дополнительных) каналов;
- Y - опорная точка на стыке блоков MST и SETS (передача сообщений о качестве синхросигнала);
- V - опорная точка на стыке блоков MCF и SEMF (обмен сообщениями с верхним уровнем управления).
- Q - интерфейс внешней связи с сетью управления. Через него поступают команды управления на оборудование и сообщения о состоянии оборудования в систему управления;
- F - интерфейс связи с рабочим терминалом (интерфейс RS-232-C).

Функциональная схема мультиплексора, осуществляющего мультиплексирование и демультиплексирование плезиохронных потоков E1, представлена на рисунке 4.

При описании функциональных блоков будем считать, что направление информационного потока сверху - вниз является направлением приема, а направление информационного потока снизу - вверх является направлением передачи. Остановимся вначале на рассмотрении правой ветви структурной схемы.

Компонентный цифровой поток E1 поступает на модуль LOI (Lower Order Interface) – интерфейс низшего порядка или интерфейс формирования виртуального контейнера VC-12.

Модуль LOI состоит из трех функциональных блоков

Блок PPI (Plesiochronous Physical Interface) – плезиохронный физический интерфейс предназначен для выделения из потока E1 тактовой частоты, декодирования стыковочного



кода HDB3 и передачи преобразованного потока E1 в блок LPA. При выводе компонентного потока из ТМ (т. е. при приеме) в этом блоке происходят обратные преобразования: формирование стыковочного кода HDB3 и адаптация соответствующего сигнала к физической среде.

Блок LPA (Lower order Path Adaptation) – адаптация тракта низшего порядка (компонентного потока E1), состоящая в том, чтобы осуществить ввод преобразованного в PPI компонентного потока в синхронный контейнер C-12 и на приеме выполнить обратные преобразования. Кроме того, блок LPA выполняет операцию выравнивания скоростей на уровне битов.

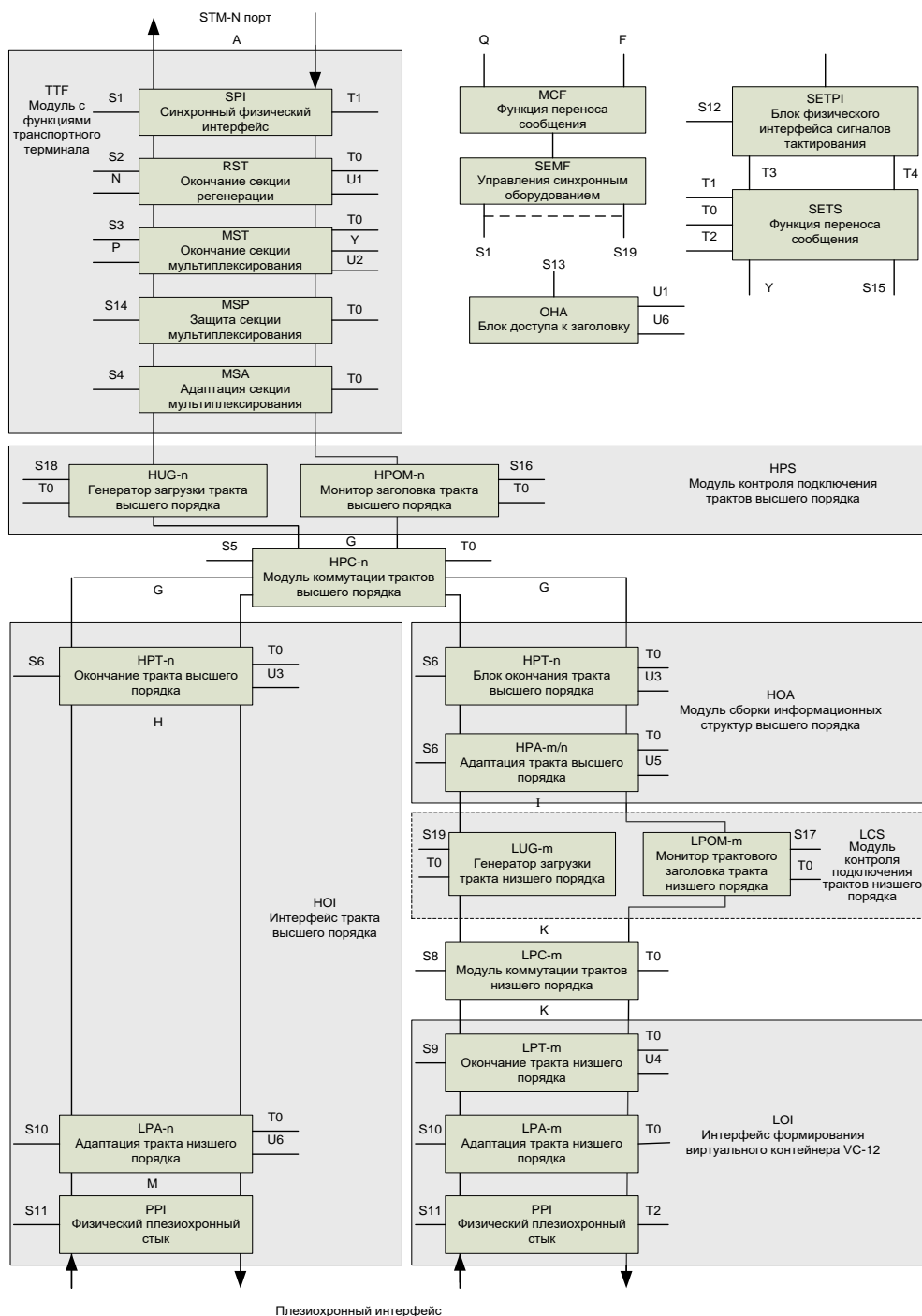


Рисунок 8.4 - Функциональная схема мультиплексора

Блок LPT (Lower order Path Termination) – окончание (терминал) тракта низшего порядка. Этот блок предназначен для формирования виртуального контейнера VC-12 путем добавления в контейнер C-12 байтов трактового заголовка (РОН). На приеме в блоке осуществляется анализ трактового заголовка РОН на оценку качества приема: наличия ошибок и информации об аварии.

Модуль LPC (Lower order Path Connection) – модуль коммутации трактов низшего порядка, обеспечивая гибкость расположения виртуального контейнера VC-12 в цифровых структурах мультиплексирования в цикле передачи субблоков TU-12.

Модуль LPC состоит из матриц оперативного подключения (ввода-вывода, передачи по тракту, конфигурирования) временных позиций (Time Slot – TS) в структуру более высокого порядка.

Конфигурация матрицы изменяется под воздействием команд из системы управления.

Модуль LCS (Lower order Connection Supervision) модуль контроля подключения трактов низшего порядка и состоит из двух функциональных блоков LUG и LPOM.

Блок LUG (Lower order Unequipped Generator) – генератор загрузки тракта низшего порядка. При отсутствии компонентных потоков в блоке подключения трактов низшего порядка (LPC) из этого блока посылается сигнал загрузки, заменяющий информационный сигнал соответствующего компонентного потока.

Блок LPOM (Lower order Path Overhead Monitor) – монитор трактового заголовка тракта низшего порядка и служит для проверки на приеме указателя маршрута, содержащего в РОН.

Модуль НОА (Higher Order Assembler) – модуль сборки информационных структур высшего порядка и состоит из двух функциональных блоков НРА и НРТ.

Блок НРА (Higher order Path Adaptation) – блок адаптации тракта высшего порядка, предназначенный для ввода виртуального контейнера VC-12 в матрицу субблока (или транспортного блока) TU-12 и формирование указателя PTR. Кроме того, в этом блоке производится побайтное мультиплексирование различных транспортных блоков TU-12 и формирование, тем самым, по порядку информационных структур TUG-2 и TUG-3.

При приеме информации блок НРА выполняет операцию демультиплексирования и последующего декодирования в каждом восстановленном блоке TU-12 величины указателя, до тех пор, пока не определится начало виртуального контейнера VC-12.

Блок НРТ (Higher order Path Termination) – блок окончания (терминал) тракта высшего порядка. Функция блока НРТ состоит в формировании матрицы, относящейся к виртуальному контейнеру высшего порядка (VC-4) путем добавления в структуру группового блока TAG-3 девяти байтов относящихся к трактовому заголовку РОН.

В тракте приема в этом блоке извлекается и дешифруется заголовок РОН, пока не будет осуществлена проверка маршрута.

Модуль НРС (Higher order Path Connection) – модуль подключения трактов высшего порядка и выполняет те же функции, что и модуль LPC, рассмотренный выше.

В практической реализации модуль НРС представляет собой матрицу, которая создает возможность гибкого размещения виртуального контейнера VC-4 в структуре цикла STM-N.

Модуль НРС (Higher order Connection Supervision) – модуль, предназначенный для контроля подключения трактов высшего порядка и состоит из двух функциональных блоков НУГ и НРОМ.

Блок НУГ (Higher order Unequipped Generator) – генератор загрузки тракта высшего порядка, который при отсутствии информационных потоков в блоке подключения трактов высшего порядка (НРС) вырабатывает сигнал, имитирующий загрузку.

Блок НРОМ (Higher order path Overhead Monitor) – монитор заголовка тракта высшего порядка, который служит для проверки на приеме указателя маршрута, содержащегося в трактовом заголовке РОН.

Модуль ТТФ (Transport Terminal Function) – модуль с функциями транспортного терминала, формирующего информационную структуру синхронного транспортного модуля со-

ответствующего порядка STM-1. Модуль TTF состоит из пяти функциональных блоков: MSA, MSP, MST, RST и SPI.

Блок MSA (Multiplex Section Adaptation) – блок адаптации секции мультиплексирования. Этот блок осуществляет ввод виртуального контейнера VC-4 в матрицу административного блока AU-4 и формирования его указателя PTR. При приеме блок осуществляет декодирование величины указателя, до тех пор, пока не определит начало структуры VC-4 внутри блока AU-4.

Блок MSP (Multiplex Section Protection) – блок защиты секции мультиплексирования в информационной структуре STM-1.

Все установки (опции) в блоке MSP практически осуществляются на основе управляющей информации из блока MST.

Блок MST (Multiplex Section Termination) – блок окончания (терминал) секции мультиплексирования, осуществляющий ввод/вывод байтов, относящихся к заголовку мультиплексной секции MSON.

Блок RST (Regenerator Section Termination) – блок окончания (терминал) регенерационной секции, осуществляющий ввод/вывод байтов, относящихся к заголовку регенерационной секции RSON. Кроме того, в блоке RST имеется скремблер, который преобразует псевдослучайным образом передаваемый сигнал STM-1, за исключением первой строки заголовка RSON, содержащей байты синхросигнала A1 и A2. При приеме осуществляются обратные операции.

Блок SPI (SDH Physical Interface) – блок, представляющий физический интерфейс между ступенью мультиплексирования и физической средой передачи (электрическим кабелем, волоконно-оптическим кабелем или радиорелейной линией передачи). При приеме информации, кроме декодирования линейных сигналов, блок SPI извлекает из сигнала STM-1 синхросигнал цикловой синхронизации.

Остановимся на рассмотрении остальных функциональных блоков схемы, изображенной на рисунке 8.4.

Функциональный блок SEMF (synchronous equipment management function - блок управления синхронным оборудованием). Основное назначение - обеспечение внешнего и внутреннего управления функциями сетевого элемента.

Блок SEMF взаимодействует с другими функциональными блоками путем обмена информацией через опорные точки S. Блок имеет ряд фильтров, обеспечивающих уменьшение потока данных, проходящих через опорные точки S. Управляющая информация и отклики на нее проходят через опорную точку V.

Информацию, проходящую через опорные точки S, можно разделить на аварийную, команды и сообщения.

Функциональный блок SETS (synchronous equipment timing source - источник тактирования синхронного оборудования). Основное назначение - формирование тактовых сигналов для всех функциональных блоков оборудования. В качестве опорных (эталонных) сигналов могут выбираться сигналы в точках T1, T2, T3 или сигнал внутреннего генератора. При пропадании опорных сигналов информация об этом передается в SEMF через точку S15.

Функциональный блок SETPI (synchronous equipment timing physical interface - блок физического интерфейса сигналов тактирования). Основное назначение - согласование внешних сигналов тактирования со средой.

Функции на приеме. Выделение тактового сигнала из принятого внешнего сигнала синхронизации, его декодирование и передача в блок SETS.

Функции на передаче. Кодирование и адаптация к среде сигнала внешней синхронизации, поступающего от SETS через точку T4.

Функциональный блок ОНА (overhead access – блок доступа к заголовку). Основное назначение - обеспечение служебной связи с использованием байтов E1, E2 через точки U1 и U2, а также перспективной возможностью использования других байтов заголовка для организации дополнительных каналов связи в интересах пользователя и эксплуатации

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 8.6 - Таблицы аварийных сообщений

Авария	Описание	Уровень серьезности
<b>SPI:</b> физический стык SDH LOS TF	Потеря сигнала Отказ передатчика	Значительная (Major) Значительная (Major)
<b>RST:</b> окончание секции регенерирования LOF	Потеря цикла	Значительная (Major)
<b>MST:</b> 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)
<b>MSP:</b> защита секции мультиплексирования PAM  SCM  OTM	Несоответствие в системе резервир. Несоответствие в выборе контроля Несоответствие в действиях	Незначительная (Minor) Незначительная (Minor) Незначительная (Minor)
<b>MSA:</b> адаптация секции мультиплексирования AU-AIS AU-LOP	Сигнал СИАС в админ. блоке Потеря указателя в админ. блоке	Нет аварии ( Non alarmed) Значительная (Major)
<b>HPOM:</b> мониторинг заголовка тракта VC высшего порядка HO-RDI/G1 HO-TIM HO-SD(VC4) HO-UNEQ	Авария в верх. уровне удал. обор Несоответ. идентиф. 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)
<b>HPТ:</b> окончание тракта высокого порядка HO-SLM HO-RDI/G1 HO-UNEQ	Несоответ. сигн. метки вер. уровня Ав. в верх. уровне удал. оборуд. Не оборудован верхний уровень	Нет аварии ( Non alarmed) Незначительная (Minor) Нет аварии ( Non alarmed)
<b>HPA:</b> адаптация тракта высшего порядка TU-LOM  TU-AIS  TU-LOP	Потеря сверх цикла в компонентном бл. Сигнал СИАС в компонентном потоке Потеря указателя в компонентн. потоке	Незначительная (Minor) Нет аварии (Non alarmed) Значительная (Major)

<b>LPOM:</b> мониторинг тракт. заголовка низшего порядка LO-SD-B3 LO-SD-V5 LO-RDI LO-UNEQ	Ухуд. кач. сигнала по байту B3 Ухуд. кач.. сигнала по байту V5 Ав. в ниж. уровне удал. оборуд. Не оборудован нижний уровень	Незначительная (Minor) Незначительная (Minor) Нет аварии ( Non alarmed) Нет аварии ( Non alarmed)
<b>LPT:</b> начало/окончание маршрута VC нижн. Уров- ня LO-SD-V5 LO-SD-B3 LO-SLM LO-RDI LO-UNED	Ухуд. качест. сигнала по байту V5 Ухуд. качест. сигнала побайтуB3 Несоот. сигн. метки ниж. уровн. Ав. в ниж.м уровне удал. оборуд. Не оборудован нижний уровень	Незначительная (Minor) Незначительная (Minor) Нет аварии ( Non alarmed) Незначительная (Minor) Нет аварии ( Non alarmed)
<b>PPI:</b> плезиохронный физи- ческий интерфейс PPI-LOS PPI-AIS	Потеря сигнала Сигнал СИАС	значительная (Major) Нет аварии ( Non alarmed)
<b>SETS:</b> хронизирующий ис- точник синхр. Оборудова- ния T3 LOS T1 LOS T2 LOS T4-Failure	Потеря сиг. на вх. синхрониз. T3 Потеря сиг. на вх. синхрониз. T1 Потеря сиг. на вх. синхрониз. T2 Авария вых. синхронизации T4	Незначительная (Minor) Нет аварии ( Non alarmed) Нет аварии ( Non alarmed) Незначительная (Minor)
<b>ПЛС-10/100:</b> плат локаль- ной сети TU-AIS  TU-LOP  VC3-RDI  VC3-SD VC3-UNEQ VC3-SLM	Сигнал СИАС в компонентном поток Потеря указателя в компон. По- токе Не исправна индикация ниж.ур.уд.обор Ухудшение качества побайтуB3 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)

## 2.4 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).

## 2.5 Управление на элементном уровне

Оборудование МЦП155К имеет встроенный HTTP-сервер, поэтому для управления не требуется специализированных программных средств. Для управления мультиплексором может быть использован любой компьютер с браузером, поддерживающим javascript.

При этом обеспечивается возможность наблюдения за авариями, проходящими событиями и счетчиками производительности. Первоначальная настройка мультиплексора включает в себя установку IP-адреса устройства с консоли терминала типа VT100 (через интерфейс RS232).

Параметры обмена с VT100:

- 19200, 8N1, асинхронная передача.

Информация, отображаемая на экране на английском языке. Пользователь через экранное меню имеет доступ к следующим функциям:

- наблюдать список модулей и версию программного обеспечения;
- конфигурировать основные функции;
- информацию об авариях основных функций;
- контролировать рабочие характеристики.

## 2.6 Обслуживание

Аварийные сообщения, генерируемые мультиплексором МЦП 155К отображаются при помощи светодиодов на лицевых панелях плат.

С использованием HTTP сервера можно:

- определить статус аварий;
- просмотреть журнал текущих событий;
- определить тип соединения с сетью и получить общий вид оборудования.

Обработка аварийных ситуаций обеспечивает следующие функции:

- сбор информации о неисправностях,
- фильтрация неисправностей,
- установление текущего диагноза,
- формирование аварийных сообщений,
- формирование местной аварийной сигнализации.

## 2.7 Описание лабораторной установки

Лабораторная установка рассчитывается на три рабочих места с топологией «линейная последовательная цепь» и содержит:

- два терминальных мультиплексора (МЦП-155К) и один мультиплексор ввода/вывода (МЦП-155К), которые обеспечивают формирование и передачу по оптической среде агрегатного потока STM-1.

- Три каналообразующих мультиплексора МК-2048/ГК-Е, комплектация каждого из которых обеспечивает формирование потока Е1 из шести каналов тональной частоты (ТЧ) и шести основных цифровых каналов (ОЦК).
- Три персональных компьютера (локальных терминала), посредством которых будет обеспечиваться управление и мониторинг всей цифровой системы передачи.

Структурная схема лабораторной установки приведена на рисунке 8.7.

Каждое рабочее место укомплектовано следующим оборудованием:

- гибким каналообразующим мультиплексором МК-2048/ГК-Е;
- устройством разветвления входных сигналов ТЧ и ОЦК, предназначенным для подачи одного источника сигнала ТЧ и одного источника сигнала ОЦК на каждый из трех портов плат ИК-04/3К и ИК-ОЦК/3К каналообразующего мультиплексора МК-2048/ГК-Е;
- кросс - платы, для удобства подключения измерительной аппаратуры к выходным низкочастотным интерфейсам МК-2048/ГК-Е;
- синхронного мультиплексора МЦП155К, предназначенного для формирования СТМ-1 из потока Е1 формируемого МК-2048/ГК-Е, а так же для передачи Ethernet трафика в структуре СТМ-1.
- электрического кросса цифровых потоков Е1 для коммутации выходного потока Е1 мультиплексора МК-2048/ГК-Е на вход МЦП155К;
- персонального компьютера, соединенного с МЦП155К по Ethernet и с МК-2048/ГК-Е по RS-232, для конфигурирования и мониторинга оборудования.

Так же на рабочем месте № 2 установлен блок питания лабораторной установки БП 220/48(60). Выходная мощность 300 Вт.

Сопряжение синхронного мультиплексора МЦП155К с гибким каналообразующим мультиплексором МК-2048/ГК-Е производится через стандартизованные электрические интерфейсы согласно рекомендации

МСЭ-Т G.703. Параметры электрических интерфейсов представлены в таблице 8.6.

Таблица 8.6 – Параметры электрических интерфейсов Е1

Параметры сигнала	Рекомендация G.703
Линейное кодирование	HDB3
Номинальная частота сигнала	2,048 МГц.
Относительная нестабильность частоты	$\pm 50 \times 10^{-6}$
Маска импульсов	рекомендация G.703 рис.15
Тип кабеля	симметричный
Нагрузочное сопротивление (активное)	120 Ом
Номинальное пиковое напряжение	3В
Пиковое напряжение пробела	0 $\pm$ 0,3В
Номинальная длительность импульса	244нс
Затухание отражения в диапазоне: от 51 до 102 кГц от 102 до 2048 кГц от 2048 до 3072 кГц	не менее 12 дБ не менее 18 дБ не менее 14дБ

Соединитель – розетка типа SUB D HD 44-х контактная.

Окончания портов трафика «Е1 OUTPUT» (выход) и «Е1 INPUT» (вход) 21 х 2 Мбит/с выводятся на электрический кросс цифровых сигналов.

Сопряжение оптического приемо-передающего модуля платы IC1.1-2G с физической средой распространения сигнала (оптическим волокном) производится с помощью стандартизованных интерфейсов согласно рекомендации МСЭ-Т G.957:

- Скорость передачи 155,520 Мбит/с  $\pm$  20 ppm;
- Код – не кодируемый (NRZ);
- Стык – оптический, длина волны 1310 нм.

Соединитель – SC/PC.

Структурная схема организации связи лабораторной установки приведена на рисунке 8.5.

## 2.8 Порядок выполнения лабораторной работы

Данная лабораторная работа предполагает, что работа оборудования гибкого мультиплексора МК-2048 изучена при выполнении предыдущих лабораторных работах по дисциплине МТС.

Включить электропитание 48В на блоке БП-220-48/60. Включить питание ПК. В адресной строке интернет браузера набрать ip адрес мультиплексора.

Исследование мультиплексора МЦП155К.

1. Проверка состояния индикаторов на базовом блоке и установленных модулях, уяснение обозначений индикации.
2. Проверка аварийных сообщений функциональных групп.
3. Проведение 15-и минутного тестирования контрольных точек с помощью средств внутреннего контроля программного обеспечения мультиплексора
4. Просмотр журнала текущих событий.
5. Просмотр списка аварий.



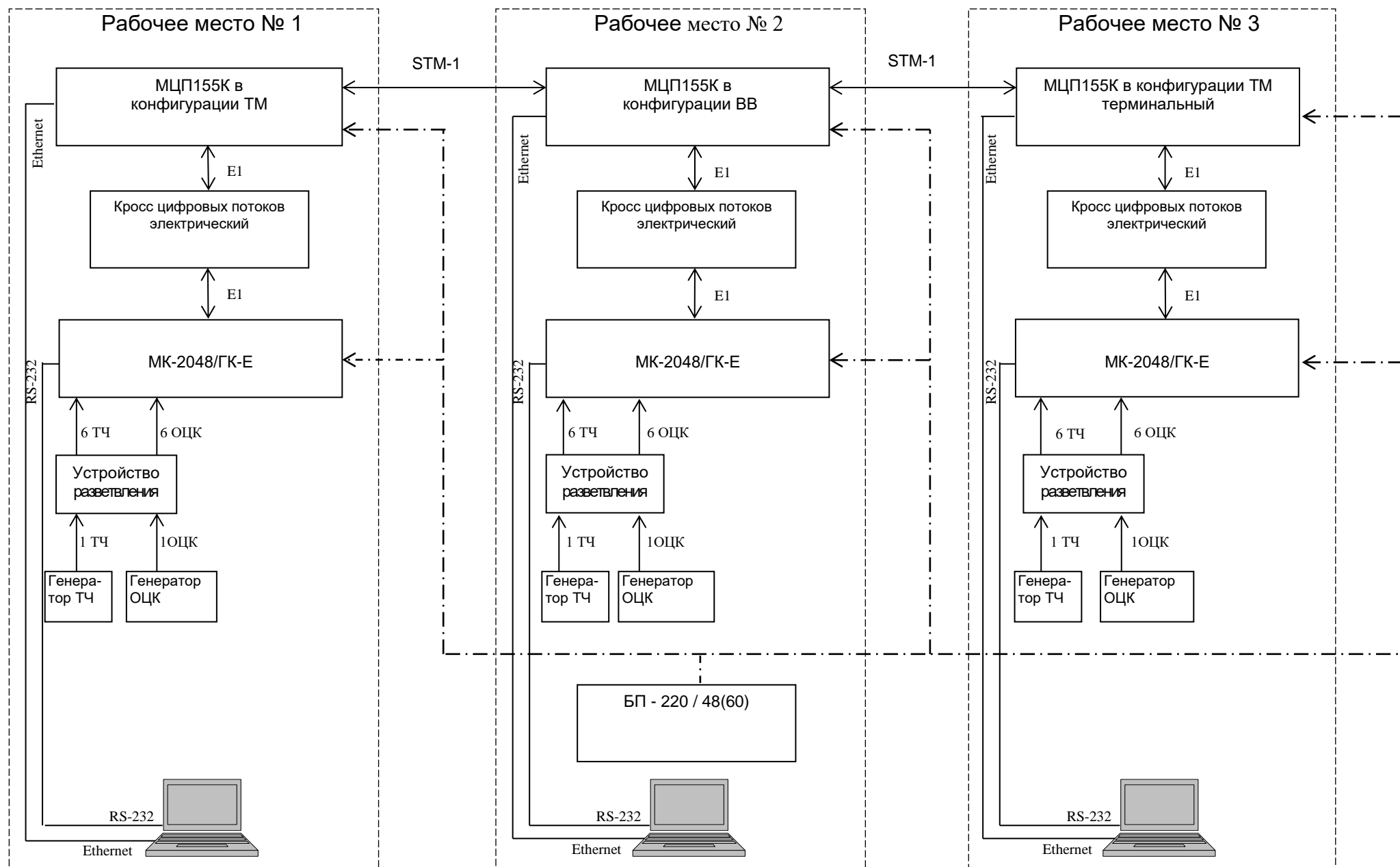


Рисунок 8.5 - Структурная схема лабораторной установки

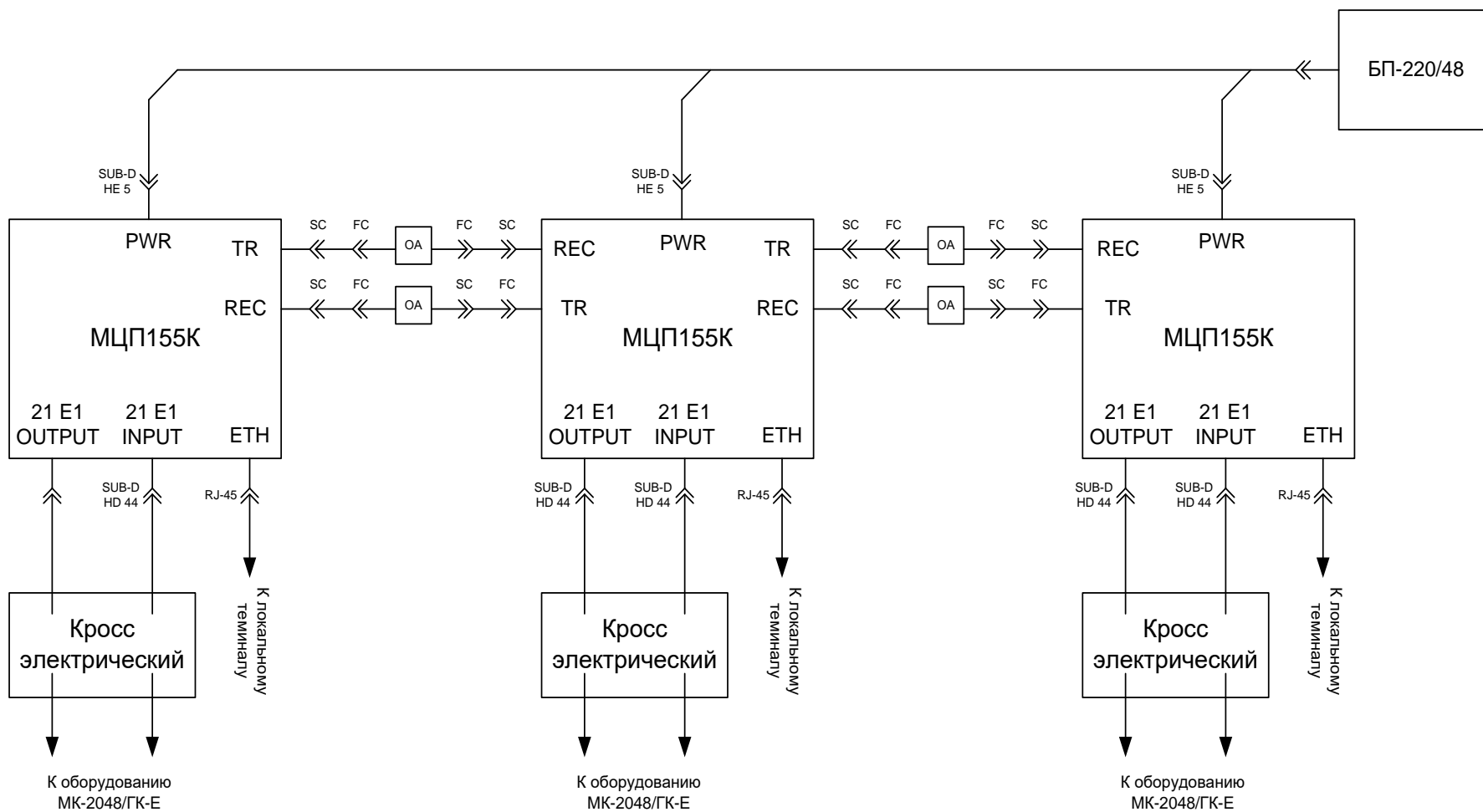


Рисунок 8.6 – Схема оптических и электрических соединений

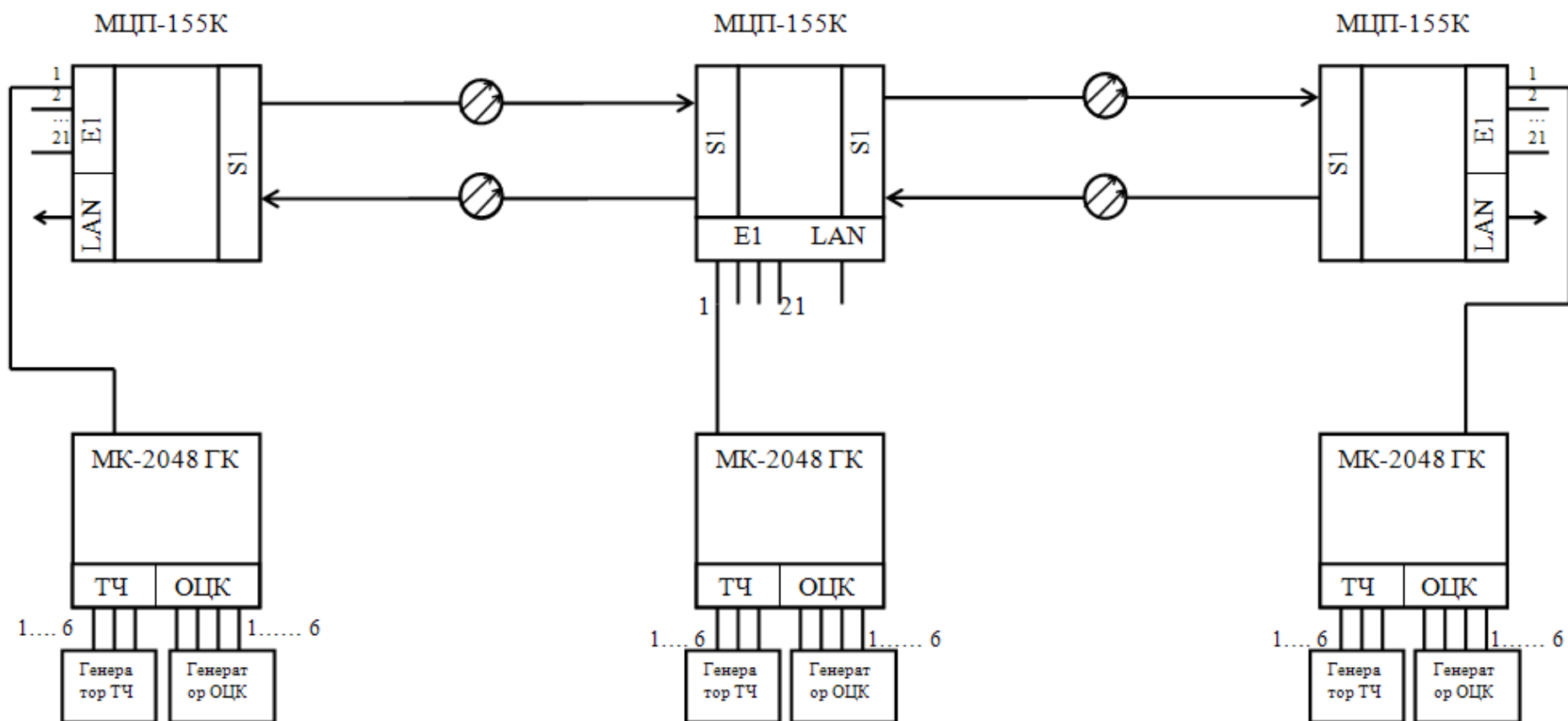


Рисунок 8.7 - Структурная схема организации связи лабораторной установки

## Содержание отчета

1. Цель работы
2. Краткие теоретические сведения
3. Схема лабораторной установки
4. Схема организации связи
5. Материальное обеспечение
6. Результаты лабораторных исследований
7. Анализ результатов измерений
8. Выводы.

## Контрольные вопросы:

1. Объяснить назначение оборудования МЦП-155К.
2. Назовите скорость передачи информации.
3. С какими компонентными потоками работает мультиплексор?
4. Конфигурация мультиплексора по виду передней панели.
5. Технические характеристики МЦП155К
6. Состав и назначение внешних интерфейсов, модулей и портов оборудования МЦП155К.
7. Какие параметры ошибок сетевых трактов могут контролироваться средствами встроенного контроля без прекращения связи.

## Информационные источники

1. В.В. Крухмалев, В.Н.Гордиенко, А.Д. Моченов. Цифровые системы передачи: Учебное пособие для вузов / Под ред. А.Д. Моченова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012.
2. В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий Многоканальные телекоммуникационные системы. Учебник для вузов / М.: Горячая линия - Телеком, 2013.

## **Исследование основ построения магистрали ВОЛС на основе технологии SDH**

Цель работы:

1. Изучить магистраль ВОЛС построенную на основе технологии SDH.
2. Выполнить основные действия по анализу состояния магистрали.

Задание:

1. Собрать схему лабораторной установки.
2. Включить электропитание мультиплексоров, проверить наличие физического подключения локального терминала к мультиплексорам.
3. Произвести контроль ВОЛС методом тестирования функциональных блоков, световой индикации и важности аварий.
4. Изучить аварийные сообщения, предусмотренные в мультиплексоре.

Краткие теоретические сведения

### **1 Общая характеристика**

Наиболее современной технологией, используемой в настоящее время для построения сетей связи, является синхронная цифровая иерархия (СЦИ) (Synchronous Digital Hierarchy-SDH). Она обладает существенными преимуществами по сравнению с системами предшествующих поколений, позволяет полностью реализовать возможности волоконно-оптических и радиорелейных линий, создавать гибкие, надежные, удобные для эксплуатации, контроля и управления сети, гарантируя высокое качество связи. Системы SDH обеспечивают скорость передачи от 155 Мбит/с и выше и могут транспортировать как сигналы существующих ЦСП, так и новых перспективных служб, в том числе широкополосных. Аппаратура SDH является программно управляемой и интегрирует в себе средства преобразования, передачи, оперативного переключения, контроля, управления.

В качестве основной среды передачи в SDH применяются ВОЛС. Неслучайно американский прототип SDH носит название SONET-от английских слов Synchronous Optical NET work, что переводится как «синхронная оптическая сеть». В европейском варианте SDH можно использовать и радиорелейные линии.

SDH позволяет организовать универсальную транспортную сеть, выполняющую функции как передачи информации, так и контроля и управления. Она рассчитана на транспортирование всех сигналов PDH, а также всех действующих и перспективных служб, в том числе и широкополосной цифровой сети с интеграцией служб (B-ISDN), использующей асинхронный способ доставки (Asynchronous Transfer Mode - ATM).

Применение SDH дает возможность существенно сократить объем и стоимость аппаратуры, эксплуатационные расходы, сроки монтажа и настройки оборудования. В то же время значительно повышаются надежность и живучесть сетей, их гибкость, качество связи.

Линейные сигналы SDH организованы в так называемые синхронные транспортные модули (Synchronous Transport Module -STM). Первый из них (STM-1) соответствует скорости 155 Мбит/с. Каждый последующий имеет скорость в 4 раза большую, чем предыдущий, и образуется побайтным синхронным мультиплексированием. Уже стандартизированы STM-4 (622 Мбит/с), STM-16 (2,5 Гбит/с) и STM-64 (10 Гбит/с).

При использовании радиолиний, когда их пропускная способность недостаточна для STM-1, может применяться субпервичный транспортный модуль STM-RR со скоростью передачи 52 Мбит/с (второе меньше, чем у STM-1). Однако STM-RR не является уровнем SDH и не может использоваться на интерфейсах сетевых узлов.

В сети SDH используется принцип контейнерных перевозок. Подлежащие транспортированию сигналы предварительно размещаются в стандартных контейнерах (Container-C). Все операции производятся с контейнерами независимо от их содержания. Благодаря этому и достигается прозрачность сети SDH, т.е. возможность транспортировать различные сигналы PDH, потоки ячеек ATM или какие-либо другие сигналы.

Предусмотрены контейнеры четырех уровней. В контейнерах размещаются потоки PDH (таблица 9.1). Скорость 8 Мбит/с европейской PDH не приведена, поскольку соответствующий контейнер зарезервирован для новых сигналов с неиерархическими скоростями, например для потока ячеек ATM.

Таблица 9.1 – Состав и характеристика контейнеров

Обозначение контейнера	Размер контейнера, байт	Скорость передачи контейнера, кбит/с	Передаваемый Поток кбит/с
C-11	25	1600	1544
C-12	34	2176	2048
C-2	106	6784	6312
C-3	756	483384	34368 или 44736
C-4	2340	149760	139264

Важной особенностью сети SDH является ее деление на три функциональных слоя, которые подразделяются на подслои. Каждый слой обслуживает вышележащий слой и имеет определенные точки доступа. Слои имеют собственные средства контроля и управления, что упрощает операции по ликвидации последствий отказов и снижает их влияние на вышележащие слои. Независимость слоев позволяет внедрять, модернизировать или заменять их, не затрагивая другие слои.

Самый верхний слой образует сеть каналов, обслуживающих конечных пользователей. Группы каналов объединяются в групповые тракты различных порядков (средний слой). Групповые тракты организуются в линейные тракты, относящиеся к нижнему слою среды передачи. Он подразделяется на секции (мультиплексные и регенерационные) и физическую среду (рисунок 9.1).

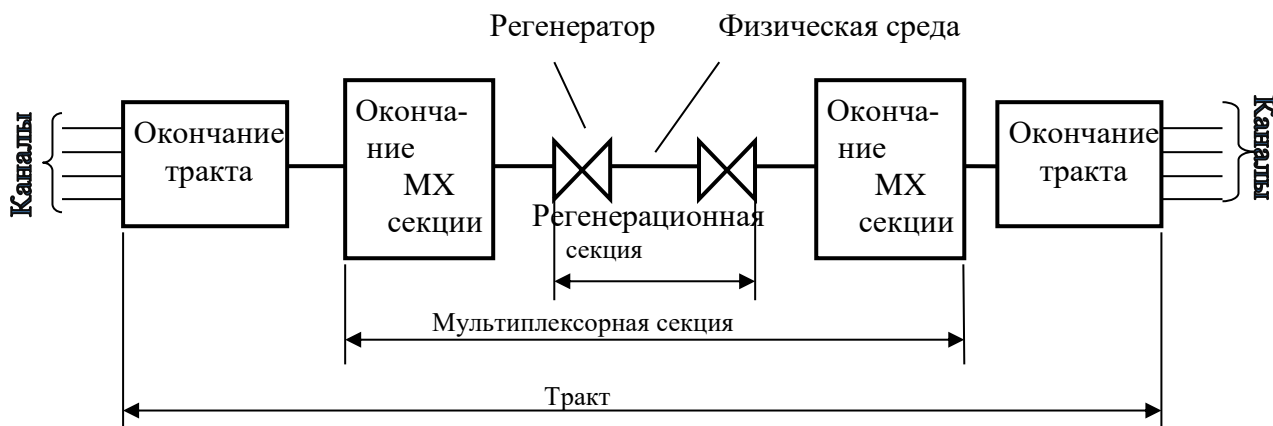


Рисунок 9.1 - Структура иллюстрирующая слои SDN

На рисунке 9.2 представлена схема магистрали ВОЛС с использованием оборудования мультиплексирования МЦП-155К. МЦП-155К является развитием ряда выпускаемых НПП «Новел-ИЛ» высокотехнологичных систем передачи и создан на базе мультиплексора ADR 155C фирмы SAGEM. МЦП-155К представляет собой компактный мультиплексор 1-го уровня SDH нового поколения, способный обеспечить интеграцию услуг традиционных телекоммуникаций и Internet.

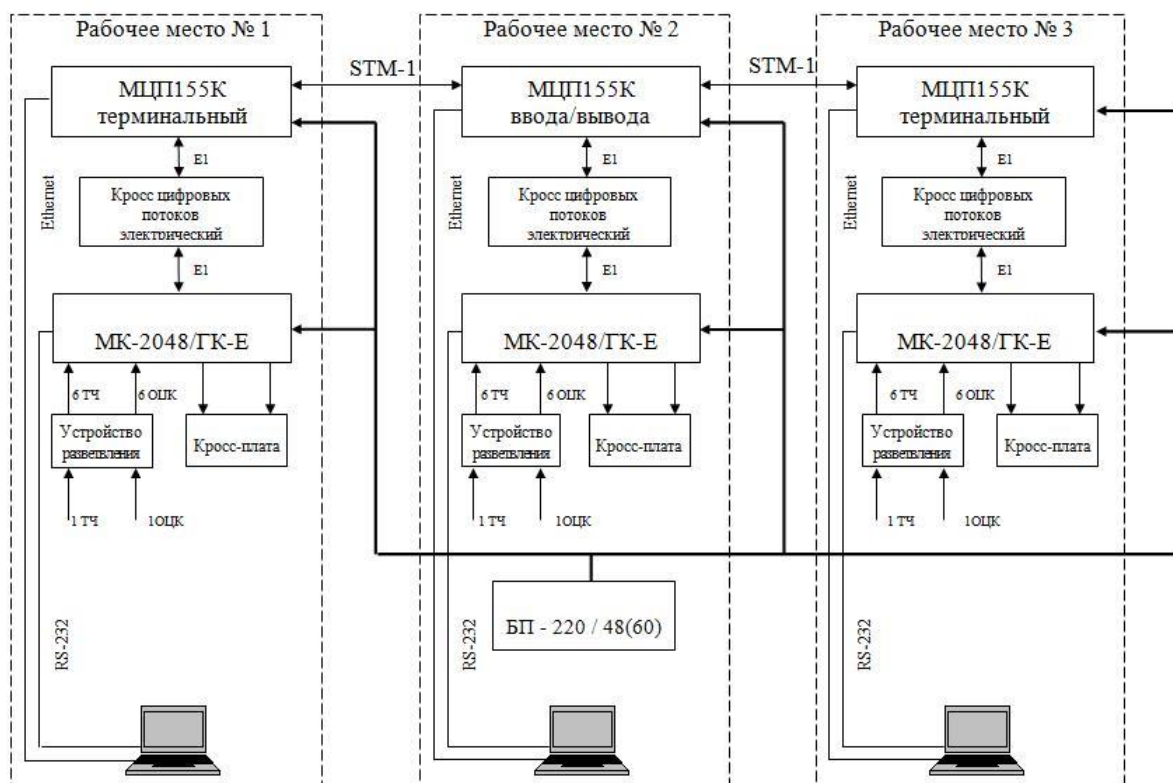


Рисунок 9.2 – Структурная схема магистрали ВОЛС с использованием мультиплексора серии МЦП155К.

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.

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

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

МЦП155К Н может использоваться как:

- оконечный СТМ-1 мультиплексор на 63 потока VC12 с резервированием 1+1 (МЦП155К НТ);
- СТМ-1 регенератор, передающий 2 VC4 (два двухсторонних регенератора) (МЦП155К НР);
- СТМ-4 мультиплексор ввода - вывода с емкостью 63 через один AU4 на плате СТМ-4 (МЦП155КНА);
- СТМ-1 мультиплексор с функцией кросс-соединения VC12, VC3 или VC4 максимум до 4-х направлений СТМ-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 ETSI несущих конструкциях. МЦП155К Н состоит из следующих узлов:

- секция МЦП155К/2G высотой 2U, включающая в себя:
  - каркас секции с кроссплатой 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.

Базовый блок выполняет основные функции оборудования: контроль, кросс-коммутацию, синхронизацию системы, доступ к 21-му потоку 2 Мбит/с по G.703.

Четыре платы передачи, которыми могут быть:

- оптическая плата СТМ-1 для стыков IC1.1-2G и IC1.2-2G обеспечивающая передачу по VC4 или 3 соединения по VC3 или 63 соединения по VC12 или комбинации соединений VC3/VC12;
- оптическая плата СТМ-4 для стыков S4.1 (плата МА-S4.1) или L4.1 (плата МА-L4.1) или L4.2 (плата ИА-14.2) обеспечивающая передачу по VC4 или 3 соединения по VC3 или 63 соединения по VC12 или комбинации соединений VC3/VC12;
- плата локальной сети Ethernet 10/100 обеспечивающая передачу 2-х VC3;
- плата локальной сети Ethernet 10/100 на 8 портов обеспечивающая передачу до 63-х VC12 или до 3-х VC3 в восьми виртуальных связных группах;
- G.703 плата 34/45 Мбит/с, обеспечивающая передачу 1 VC3;
- G.703 плата 21х2 Мбит/с, обеспечивающая передачу 21 VC12 со стыком 120 Ом.



## 2 Порядок проведения лабораторной работы.

В настоящей лабораторной работе рассматривается лишь один из вариантов конфигурации мультиплексоров, имеющих в составе лабораторного оборудования (Структурная схема лабораторной установки).

Это терминальные мультиплексоры и мультиплексор ввода-вывода, оборудованный базовой платой М со стандартным набором электрических интерфейсов различного назначения и оптическим модулем STM-1, установленным в слоте D мультиплексора (рис.3).

В агрегатном модуле кроме линейных оптических интерфейсов имеются следующие электрические, симметричные разъемы обозначенные как:

- EOW-канал служебной связи;
- AUX-канал пользователя.

Имеются также два светодиода, указывающие на статус агрегатной платы в данный момент времени.

В базовом модуле М находятся разъемы:

- для подключения электропитания от вторичного источника питания -48 В (PWR);
- для подключения выносного транспаранта для звукового и оптического оповещения об авариях (LOOPS);
- для подключения локального терминала и осуществления функции удаленного сетевого доступа к управлению и мониторингу аварийных сообщений (COM, ETH);
- для подключения 21 физического интерфейса со скоростью передачи 2 Мбит/с (E1 INPUT-ПРИЕМ, E1 OUTPUT-ПЕРЕДАЧА);
- для выбор вида трафика M#21 : X24/V. 1.1;
- для подключения к мультиплексору источника внешней синхронизации, а также для возможности синхронизации другого оборудования от МЦП155К (SYNC).

В базовом модуле М, расположены светодиоды:

- ON** - индикация включения электропитания;
- M-MAJOR**-срочная авария;
- m-minor** - не срочная авария.

На базовой панели расположена кнопка для самотестирования мультиплексора (ACK).

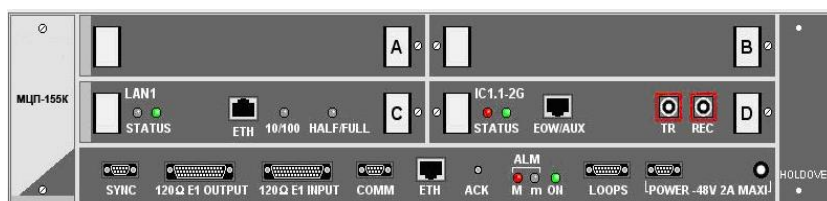


Рисунок 9.3 – Передняя панель мультиплексора МЦП-155К.

Для осуществления эффективного мониторинга, выполнения необходимых кросс коммутаций, настройки мультиплексора, к нему необходимо подключить локальный терминал (в базовый модуль-разъем COM) или же сетевой терминал через соответствующий сервер (в базовый модуль-разъем ETH).

В терминал для работы с мультиплексором должно загружено программное обеспечение (программа мониторинга и управления - «мультиплексор»), а сам терминал должен иметь параметры, указанные в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Параметры мультиплексора

Параметр	Конфигурация	Соединительные кабели
Процессор	Pentium 266 MHz или выше	
Монитор	800x600 256 Цветов (1024x768 рекомендуемая)	
Интерфейс	RS 232 серийный интерфейс Ethernet 10 Base T (сетевой доступ)	Ноль модемный Ethernet кабель RJ45
Операционная система	Windows 95/98/NT/XP/VISTA	
Приложение (обеспечение) Applications	Web browser: Netscape Communicator / Internal Explorer /Opera	

Для осуществления реализации линии связи в оптических линейных интерфейсах используются волоконно-оптические соединительные патчкорды (тип интерфейса SC/PC и FC/PC) и оптический переменный аттенюатор. Оптические переходные розетки типа FC/FC, используются для подсоединения оптического аттенюатора, а так же измерительных приборов.

В лабораторной установке используются следующие измерительные приборы:

ИКО 832 - измеритель коэффициента ошибок компонентного тракта,

ОМЗ-66 - ваттметр поглощающей мощности оптический,

AQ-3105A - переменный оптический аттенюатор.

### 3 Выполнение лабораторной работы.

Исследование магистрали ВОЛС состоит из следующих пунктов:

- Обработка аварийных сообщений предусмотренных в данном оборудовании, их расшифровка и смысл.
- Расчет протяженности регенераторного участка для данного оборудования (с учетом типа оптического агрегатного модуля применяемого в мультиплексоре МЦП155К).
- Экспериментальная имитация постепенного ухудшения параметров оптического кабеля.
- Анализ аварийных сообщений агрегатного модуля, при постепенном увеличении битовых ошибок.
- На основе вышеупомянутого анализа, построить график соотношения порогов битовых ошибок (BER) и параметров оптического затухания (дБ), вносимого с помощью переменного аттенюатора.

- Сделать выводы, при каком уровне оптического сигнала мультиплексор фиксирует ту или иную пороговую аварию, какому уровню оптической мощности на входе приемника она соответствует.

Рассмотрим аварийные сообщения принятые в SDH, относящиеся к оптическому модулю, установленному в слоте D, мультиплексора.

1. LOS - пропадание сигнала. Оптический приемник в модуле D не обнаруживает световой сигнал или в результате аварийного сообщения **LOF**, (пропадание цикла) срабатывает система **ALS**.

**Это аварийное сообщение может проявляться в следующих случаях:**

- а) Повреждение оптического передатчика удаленного мультиплексора.
- б) Физический обрыв или повышенное затухание в оптической линии приема (местного мультиплексора), включая оптический соединительный кабель и соединитель.
- г) Повреждение оптического приемника в местном мультиплексоре.

2. LOF-пропадание цикла.

**Это аварийное сообщение может проявляться в следующих случаях:**

- а) Сбой в оптическом передатчике дальнего конца.
- б) Сбой регенератора оптической линии передачи.
- в) Сбой в оптическом приемнике местного мультиплексора.

3. MS-AIS - Сигнал индикации аварийного состояния.

Если некое устройство должно выделить и прозрачно передать клиентский ресурс, но из-за повреждения серверного ресурса или оборудования сделать это не может, то оно обязано воспроизвести сигнал клиентского ресурса, заполненный всеми двоичными единицами.

Если оператор наблюдает и отвечает только за свою станцию, то приход AIS, по любому слою, не требует от него никаких действий (разве что оповестить по телефону вышестоящий уровень управления, который и так эту аварию должен увидеть).

4. SD - Ухудшение сигнала.

Возникает при превышении во входном сигнале установленного коэффициента ошибок по битам (**порог SD**).

**В данной лабораторной работе рекомендуется выставить порог срабатывания SD при превышении порога ошибок  $> 10^{-6}$**

5. EBER - Чрезмерный коэффициент ошибок.

Это аварийное сообщение может проявляться в случае если:

Во входном сигнале SDH обнаружен коэффициент ошибок по битам  $10^{-3}$  (контроль коэффициента ошибок производится по байту B2 в заголовке MSON).

Поводом для этого могут быть следующие факторы:

- а) Повреждение в оптическом передатчике на дальнем конце.
- б) Повреждение в каком либо регенераторе оптического тракта передачи.
- в) Повреждение в оптическом приемнике местного устройства.

Данная авария говорит о том, что клиентский ресурс прерван и заменен сигналом AIS.

6. RDI- Индикатор удалённой аварии (авария приёма на дальнем конце.)

Приходит в ответ на AIS, а так же EBER от мультиплексора дальнего конца (при условии, что направление приёма не повреждено и заголовки проходят), генерируется при авариях сообщаемых о полной потере трафика.

Данная авария говорит о том, что мультиплексор дальнего конца на входе своего приёмника зафиксировал аварию AIS или EBER.

Есть в SDH еще возможность произведения встроенных измерений динамических характеристик.

Отметим, что все вышеописанные аварийные сообщения являются статическими. Есть в SDH еще возможность произведения встроенных измерений динамических характеристик.

7. ES-Секунда с ошибками. Секунда, в течении которой зафиксирован хотя бы один блок с ошибками.

8. SES-Пораженная секунда. Секунда, в течении которой либо число блоков с ошибками превышает 30% BER, либо есть хотя бы один период с серьезными нарушениями (потерей трафика).

9. UAS-Секунда неготовности (это секунда входящая в период неготовности UAT). В свою очередь период неготовности начинается с приходом первой из десяти последовательных SES, а заканчивается с приходом первой из десяти последовательных непораженных секунд non-SES.

10. BBE-Блок с фоновыми ошибками.

Это - **блок с ошибками**, не входящий в **SES**. Анализировать **SES** или **UAS** довольно бессмысленно - они сопровождаются другими аварийными сообщениями. Поскольку применяя функцию встроенных динамических измерений (меню **Performance**) в основном для контроля сети в нормальном, «**фоновом**» состоянии, при исчезающих редких ошибках, то важнейшим показателем является **BBE**. Также существенно отношение

**BBE / ES** ( при отсутствии **SES** или **UAS**), которое показывает «пакетность», сосредоточенных фоновых ошибок.

Допустим на сети все нормально, но от регенератора раз в сутки проходит 1 **BBE** и 1 **ES**. Каковы могут быть причины?

- а) Плохой контакт в электрических разъемах.
- б) Помехи по «земле», электропитанию и интерфейсам.
- в) Сбои аппаратуры («повисания», спонтанные перезапуски).

### 3.1 Имитация ухудшения оптического сигнала

Собрать схему ВОЛС, изображенную в рисунке 9.4.

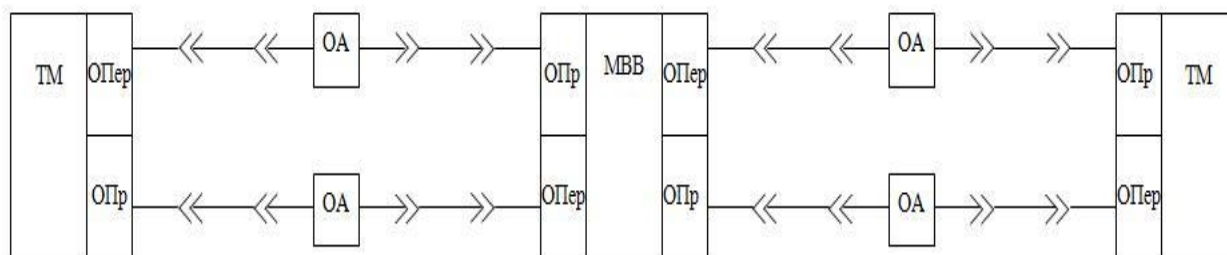


Рисунок 9.4 – Схема исследования ВОЛС.

3.1.1 Включить мультиплексор, включить локальный терминал, войти в "Internet Explorer", "ИЗБРАННОЕ", "Мультиплексор". После загрузки программы "Мультиплексор", на экране локального терминала появится внешний вид передней панели мультиплексора, где отображаются его модули. Выбрав агрегатный модуль

"D", наведением на него перемещающегося указателя, выбрав его (нажатием левой клавиши мыши, здесь и в дальнейшем так выбирается нужный модуль, порт, меню).

3.1.2 Войти в меню "Maintenance", убедиться, что система лазерной безопасности (ALS) установлена в положении "Disable" выключена, что соответствует принудительному длительному свечению лазера. **Внимание!** При проведении экспериментальной части работы с выключенной системой лазерной безопасности необходимо помнить, что неосторожное обращение с источником лазерного излучения может привести к частичной потере зрения.

3.1.3 Войти в меню "Alarm". В появившемся окне изображена модульно-слоевая структурная схема агрегатного модуля L 1.1, а ниже аварийные сообщения, предусмотренные разработчиком данного оборудования, относительно каждого слоя.

SPI-слой синхронного физического интерфейса,

RST-слой регенерационной секции заголовка,

MST-слой мультиплексорной секции заголовка.

Необходимо убедиться, что в данном исходном положении, статические аварийные сообщения отсутствуют.

Учитывая некоторую инертность выдачи статических аварийных сообщений на локальный терминал, плавно вращать регулировочную гайку переменного оптического аттенюатора (по часовой стрелке), тем самым постепенно увеличивать затухание линейного шлейфа, пока на экране локального терминала не будет отображена одна из пороговых аварий - авария SD. Порог ее должен быть установлен:  $10^{-6}$ . В этот момент времени зафиксировать переменный аттенюатор. Войти в меню "Perfomans", где есть возможность использования 15 минутного теста, для выбранного тракта VC-12, который выявляет динамические ошибки, соответствующие данному уровню затухания, на уровне тракта VC-12.

3.1.4 Включить прибор ИКО-832, передняя панель которого показана на рисунке 9.5.

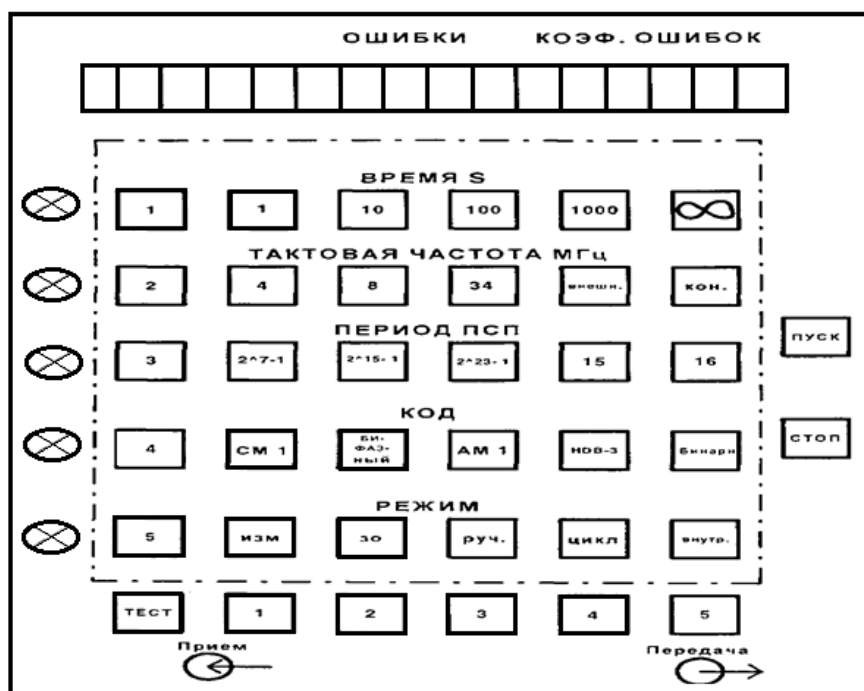


Рисунок 9.5 – Внешний вид передней панели прибора ИКО-832

Выставить на нем нижеприведенные параметры, пользуясь при этом клавишами 1-5 по горизонтали (для выбора параметра), а так же клавишами 1-5 по вертикали (выбирая при этом конкретное значение выбранного параметра), а именно:

- а) Время измерения - 100 с;
- б) Тактовая частота - 2 МГц;
- в) Период ПСП  $2^{15}-1$ ;
- г) Код - HDB-3;
- д) Режим - измерение.

3.1.5 Произвести коммутацию коаксиальных гнезд прибора ИКО-832 с коаксиальными кабелями, подключенными к 15 физическому порту 2 М-го разъема модуля «М», (передача-прием, прием-передача). Нажать кнопку «ПУСК», прибора ИКО-832. После истечения заданного времени, измерения прибор ИКО-832 автоматически перейдет в режим «СТОП». Записать полученные данные.

По истечению 15 минутного интервала времени, отведенного для тестирования (внутренних измерений) потока снять данные, запросить данные о произведенных измерениях. Особенностью работы программы является то, что для осуществления данного запроса необходимо выйти из меню "Perfomans" (в меню Shelf View), а затем вновь войти в него. Записать полученные значения ошибок полученных по результатам встроенных измерений и данные, полученные с помощью прибора ИКО-832.

Проанализировать полученные данные с изменением оптической мощности при данном аварийном сообщении. Результаты измерения записать в таблицу.

Повторить последовательность действий, описанные в п. 3.1.3 и 3.1.5 до пропадания аварии SD и появления аварии EBER, которая сигнализирует, что коэффициент ошибок превысил порог  $>10^{-3}$ .

Повторить последовательность действий, описанных в п. 3.1.3 и 3.1.5, относительно аварийного порога срабатывания EBER.

Увеличивая затухание линейного шлейфа до прихода аварии LOS. Выполнить последовательность действий указанных в п. 3.1.5.

Проанализировать данные полученных измерений и обработанных аварийных сообщений. На основании данных сведенных в таблицу, построить график зависимости увеличения затухания линейного регенерационного участка к коэффициентам ошибок соответствующих пороговым значениям аварийных сообщений.

#### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Материальное обеспечение
3. Схема лабораторной установки и писание лабораторной установки.
4. Таблица с измерительными величинами.
5. Анализ результатов измерений.
6. Краткий вывод

#### Контрольные вопросы:

1. Назвать основные отличия SDH от PDH.
2. Кратко перечислить ступени группообразование в SDH (от C-12 до STM-1 включительно).
3. Как рассчитать скорость передачи STM-1?

4. Объяснить понятие интерфейса, указать его виды.
5. Какую информационно-логическую нагрузку несут основные, аварийные сообщения в SDN?
6. Назвать функцию скремблера и дескремблера.

#### Информационные источники

1. Гордиенко В.Н., Тверецкий М.С. Многоканальные телекоммуникационные системы. Учебник для вузов. – М: Горячая линия-Телеком, 2013
2. Гордиенко, В.В. Крухмалёв, А.Д. Моченов, Р.Ф. Шарафутдинов. Оптические телекоммуникационные системы. Учебник для вузов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2011.

### **Эксплуатация учебной магистрали ВОЛС построенной на основе технологии SDH с использованием ИСМУС**

#### Цели работы

1. Получение навыков составления трактов прохождения сигналов.
2. Получить навыки контроля и управления состоянием оборудования системы SDH
3. Получение навыков измерения нормированных параметров сигналов и трактов

#### Программа работы

1. Изучение структурной схемы построения телекоммуникационных систем синхронной иерархии.
2. Изучение структурной схемы учебной магистрали УВОМ и комплекта измерительных приборов.
3. Практическое исследование состояния аппаратуры интегрированной системой мониторинга и управления сетью (ИСМУС)

#### Общая характеристика

С целью получения практических навыков в работе с цифровым оборудованием как синхронной цифровой иерархии (СЦИ), так и плезиохронной цифровой иерархии (ПЦИ), а так же знакомства с методами мониторинга и управления в СЦИ и ПЦИ, спроектирована учебная цифровая волоконно-оптическая магистраль на базе аппаратуры СЦИ первого уровня (СТМ-1) и гибкого мультиплексора каналов.

Лабораторная установка обеспечивает работу с основными сигналами:

- тональной частоты 0,3-3,4 кГц;
- основной цифровой канал 64 Кбит/с;
- первичный цифровой поток ПЦИ Е1 2048 Кбит/с;
- поток Ethernet 10/100 Мбит/с;
- синхронный транспортный модуль СТМ-1 155,52 Мбит/с.

Данный лабораторный комплекс позволяет:

- рассмотреть все ступени преобразования и передачи сигналов, начиная от сигналов тональной частоты и основного цифрового канала и заканчивая информационной структурой СТМ-1;
- осуществлять контроль функционирования аппаратуры с помощью встроенных средств мониторинга;
- производить коммутацию сигналов и информационных структур на всех ступенях преобразования иерархий ПЦИ и СЦИ;
- производить измерения параметров сигналов, на всех этапах их преобразования;
- отслеживать прохождение сигналов по каналам и трактам системы передачи;



- настраивать режимы работы аппаратуры, в соответствии с условиями лабораторных работ.

Мониторинг оборудования. На сервер установлена интегрированная система мониторинга и управления сетью (ИСМУС). ИСМУС является кроссплатформенным программным комплексом и может быть развёрнут на базе различных операционных систем (ОС), причём ОС клиента и сервера могут быть выбраны независимо друг от друга. В настоящее время ИСМУС поддерживаются следующие ОС:

- Microsoft Windows 2000;
- Microsoft Windows XP;
- FreeBSD 5.x;
- Linux;
- MacOS X 10.4;
- Sun Solaris.

ИСМУС поддерживает мониторинг следующих устройств:

- МЦП-155
- ОБТК-34
- МВТК-2
- Она позволяет:

- в наглядной графической форме отображать текущую информацию об оборудовании на обслуживаемом им участке сети;
- группировать объекты в логические подсети с возможностью обобщения отображения входящих элементов в виде одного значка, показывающего общее наличие аварий в подсети;
- подключаться к нескольким серверам ИСМУС, обслуживающим разные сети оборудования, с целью создания станции мониторинга более высокого уровня КСЗ и отображать на одной карте объекты, обслуживаемые разными серверами (в этом случае объекты будут показаны как подсети);
- отображать на одной карте оборудование различных типов;
- осуществлять звуковую и цветовую индикацию аварийных ситуаций на оборудовании с указанием поврежденных каналов передачи данных;
- в зависимости от прав доступа пользователя выполнять действия по конфигурации оборудования.
- Осуществлять инвентаризацию выбранных объектов по выбору или всей сети в совокупности.
- Осуществлять автоматическую прокладку маршрутов и удаление маршрутов.

На сети УВОМ осуществляется функция мониторинга и управления сетью непосредственно главным менеджером. В этом случае Клиент и Сервер могут выполняться на одном компьютере.

Все объекты сети можно наблюдать с помощью карты сети мониторинга. В зависимости от состояния объекта ему автоматически задаётся цвет. При изменении состояния объекта его цвет меняется.

В таблице 10.1 приведены все возможные состояния объекта и соответствующие этим состояниям цвета.

Таблица 10.1 - Возможные состояния объекта

<b>Серый</b>	Мониторинг объекта в данный момент не производится
<b>Голубой</b>	Объект недоступен (не отвечает на запросы)
<b>Зелёный</b>	Аварий на объекте нет
<b>Жёлтый</b>	На объекте авария средней значимости
<b>Красный</b>	На объекте критическая авария

В клиенте ИСМУС с объектами возможно два типа взаимодействия: *мониторинг* (наблюдение) и *управление*. С помощью операций мониторинга объектов, которая будет рассматриваться в данном разделе, можно *добавлять* объект на собственную карту пользователя, *скрывать* его с этой карты, перемещать по ней.

Управление же объектом заключается в *создании* объекта на сервере при добавлении физического устройства в систему, удалении его, изменении его свойств.

При *мониторинге* объекта пользователь будет получать все сообщения от данного объекта (в частности, сообщения об авариях), и эти сообщения будут заноситься в журнал аварий. Кроме того, пользователь сможет просмотреть информацию об объекте, но изменять эту информацию он не сможет — эта опция доступна только в режиме *управления* объектом.

Добавление объекта. Для добавления объекта на карту нужно открыть меню «Редактирование» и выбрать пункт «Добавить объект».

На сервер будет отправлен запрос, и в ответ будет получен список объектов, которые доступны данному пользователю и ещё не отображаются на его карте (рисунок 10.1). Этот список для каждого пользователя индивидуален и устанавливается в административном режиме.

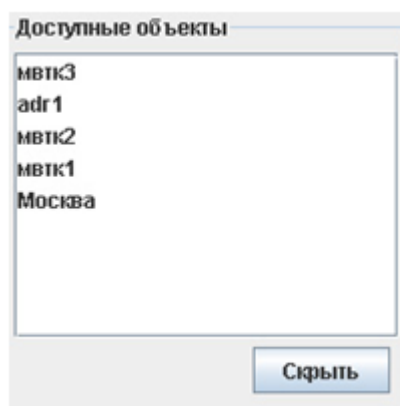


Рисунок 10.1 - Список доступных объектов

Выберите из списка объект, который нужно наблюдать и дважды кликните на него. Объект будет добавлен на карту пользователя и удалён из списка доступных.

В списке доступных объектов отображаются те объекты, которые доступны данному пользователю и ещё не наблюдаются. Если все доступные пользователю объекты уже находятся на карте, то список будет пуст.

**Скрытие объекта**

Если наблюдение объекта не требуется, то его можно *скрыть*. Для этого выделите объект, кликнув на него мышью, откройте меню «Редактирование» и выберите

пункт «Скрыть объект». Объект будет скрыт, т.е. пропадёт с карты пользователя, а сообщения от него не будут попадать в журнал пользователя.

Просмотр информации об объекте. Для того, чтобы просмотреть информацию об объекте достаточно просто дважды кликнуть на него мышью. При этом слева появится панель свойств объекта (рисунок 10.2).

Видя: mvtk2k-2

Город: m1400 Видя: Суффикс:

Сервер: valeks.dhcp.novel.local:1984 (0)

Тип: MBTK-2

Адрес: 1-2-1

Интервал опроса: 30 сек.

Дата создания: 05/11/2005

Последнее изменение: 05/11/2005

Пользователь: valeks

Заказчик:

Местоположение:

Доп. информация:

Рисунок 10.2 - Информация об объекте

Инвентаризация сети. После создания сетевого элемента (объекта) необходимо произвести инвентаризацию данного СЭ. Данное действие производит заполнение базы данных информацией о созданном СЭ. Для этого в меню «мониторинг» нужно выбрать «инвентаризация сети» (рисунок 10.3).

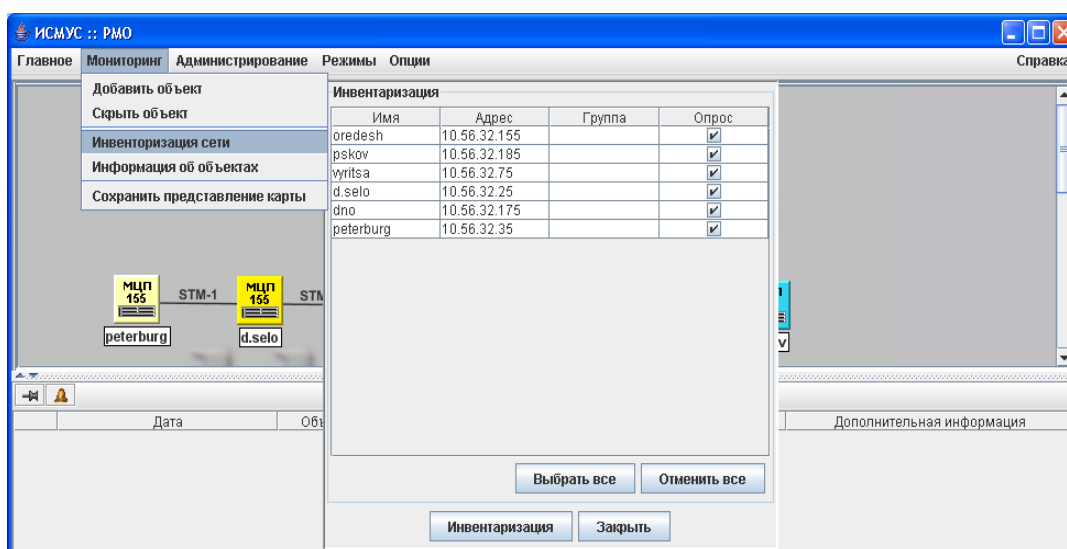


Рисунок 10.3 - Меню инвентаризации сети

Затем в появившемся окне поставить галочку в поле «опрос» напротив созданного элемента. Возможно также провести общую инвентаризацию всех СЭ одновременно. После этого нажмите на кнопку «Инвентаризация» для начала процесса.

В появившемся статус-баре на рисунке 10.4 отображается в процентах процесс инвентаризации. Необходимо отметить, что инвентаризацию сетевого элемента необходимо провести сразу после его создания, до создания связей и прокладки маршрутов.

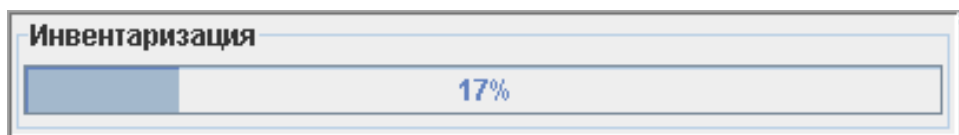


Рисунок 10.4 - Статус-бар процесса инвентаризации

Информация об объектах. Для удобства пользователя сводная информация о составляющих компонентах СЭ, связей и маршрутах представлена в таблице “Информация об объектах” (рисунок 10.5). Таблица содержит три закладки: “Таблица модулей СЭ”, “Список соединений СЭ” и “Инвентаризация маршрутов”.

Адрес	Слот /	Тип платы	Серийный номер
10.56.32.25	Slot A	EMPTY	
10.56.32.35	Slot A	ADR21E120	B002729
10.56.32.185	Slot A	EMPTY	
10.56.32.75	Slot A	EMPTY	
10.56.32.175	Slot A	ADR21E120	B000966
10.56.32.155	Slot A	EMPTY	
10.56.32.25	Slot B	IC1.1-2G	B019413
10.56.32.35	Slot B	IC1.1-2G	B019412
10.56.32.185	Slot B	IC1.1-2G	B019230
10.56.32.75	Slot B	IC1.1-2G	B019448
10.56.32.175	Slot B	IC1.1-2G	B019223

Рисунок 10.5 - Таблица “Информация об объектах”

В закладке “Таблица модулей СЭ” на рисунке 10.6 представлена информация о всех платах, входящих в состав СЭ, занимаемый платой слот и серийный номер платы. Возможно упорядочивание информации по имени СЭ, адресу, занимаемому слоту, типу платы и серийному номеру.

NE	Адрес	Слот /	Тип платы	Серийный номер
d.selo	10.56.32.25	Slot A	EMPTY	
pskov	10.56.32.185	Slot A	EMPTY	
vyritsa	10.56.32.75	Slot A	EMPTY	
dno	10.56.32.175	Slot A	ADR21E120	B000966
peterburg	10.56.32.35	Slot A	ADR21E120	B002729
oredesh	10.56.32.155	Slot A	EMPTY	
d.selo	10.56.32.25	Slot B	IC1.1-2G	B019413
pskov	10.56.32.185	Slot B	IC1.1-2G	B019230
vyritsa	10.56.32.75	Slot B	IC1.1-2G	B019448
peterburg	10.56.32.35	Slot B	IC1.1-2G	B019412
dno	10.56.32.175	Slot B	IC1.1-2G	B019223

Рисунок 10.6 - Закладка “Таблица модулей СЭ”

Аналогичным образом в закладке “Список соединений СЭ” находится информация о всех созданных связях с указанием имени в поле “Идентификатор связи”, названия модулей СЭ, обеспечивающих связь, в полях “Источник” и “Приемник” и типа связи (рисунок 10.7).

Идентификатор связи	Источник	Приемник	Тип связи
link2	wyritsaD	d.seloB	STM-1
link1	d.seloD	peterburgB	STM-1
link4	pskovD	dnoB	STM-1
link3	oredeshD	wyritsaB	STM-1

Рисунок 10.7 - закладка “Список соединений СЭ”

Для просмотра информации о проложенных маршрутах служит закладка “Инвентаризация маршрутов” (рисунок 10.8), где показывается не только название маршрута, но и полная его трассировка.

Имя маршрута	Информация о маршруте
Маршрут 1	oredesh D#2 - M#5 wyritsa B#2 - D#2 d.selo B#2 - D#3 peterburg B#3 - A#5
track1	d.selo D#2 - M#3 peterburg B#2 - A#7

Рисунок 10.8 - Закладка “Инвентаризация маршрутов”

Управление объектом. Управление может осуществляться с помощью открытия сеанса HTTP навигатором экрана. Для перехода в этот режим необходимо в режиме редактирования объекта или просмотра свойств выбранного объекта вызвать программу веббраузера путем нажатия на клавишу **Открыть консоль** (рисунок 10.8).

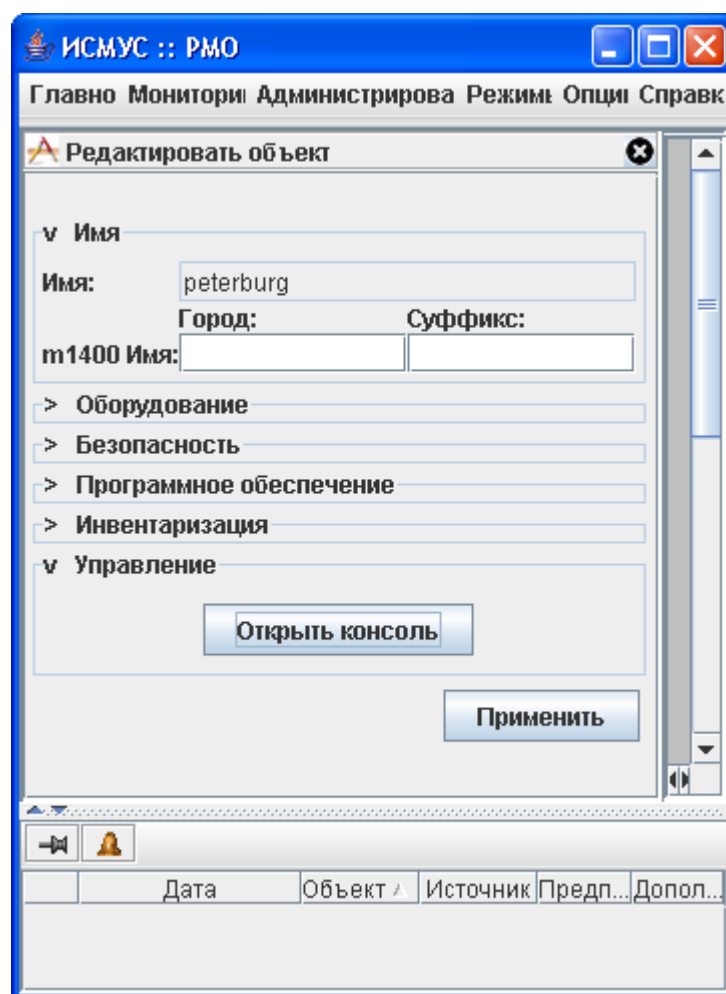


Рисунок 10.9 - Управление объектом

При открытии сеанса HTTP на экране представляется общий вид оборудования в виде, "Секции МЦП155К", где каждый слот маркирован буквами А, В, С, D F или М (для базового блока ББ).

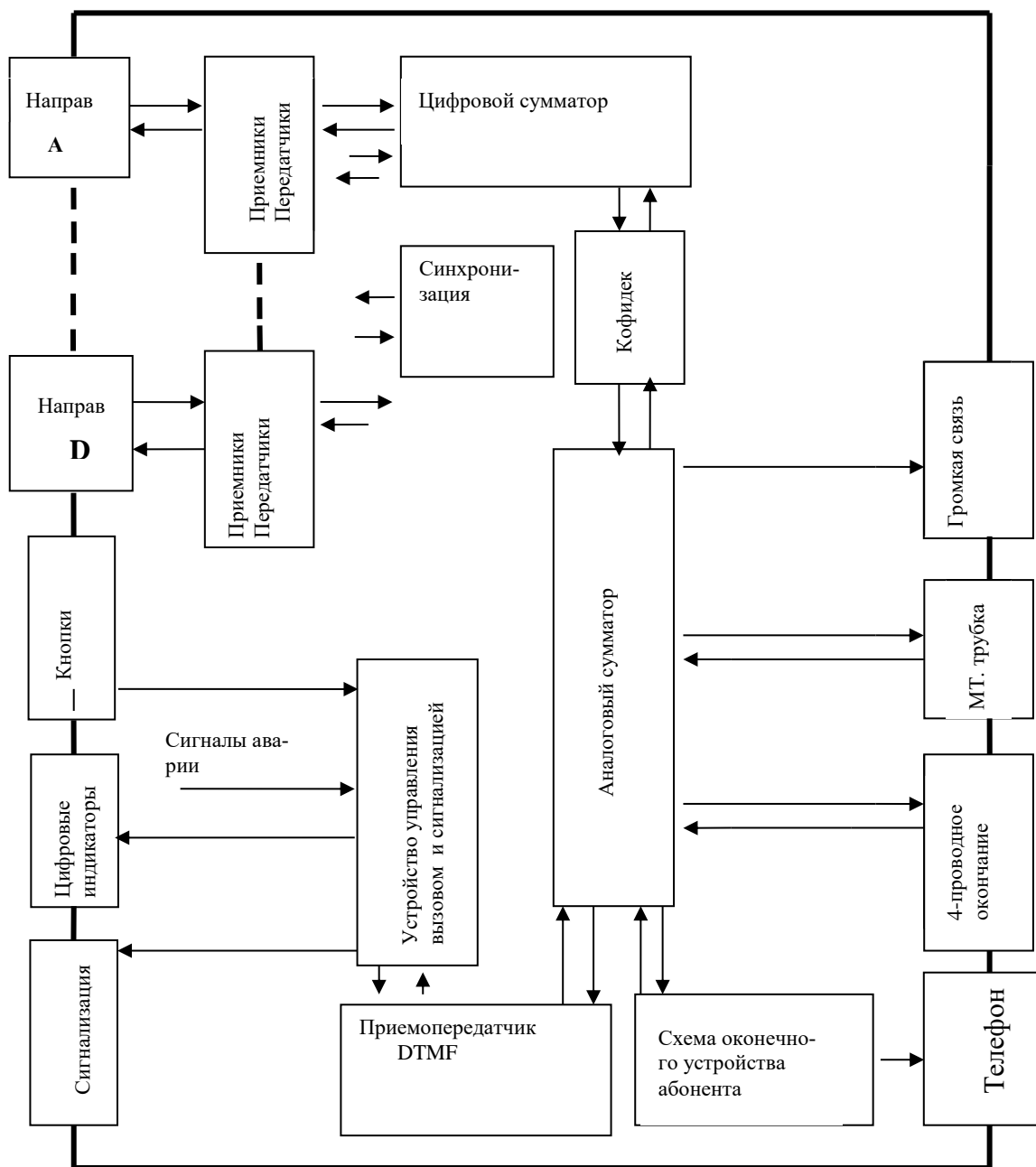
Устройство служебной связи. Устройство служебной связи (УСС), предназначено для организации аналогового тонального окончания и транзита канала цифровой служебной связи (ЕОВ), соответствующего по цифровому стыку Рекомендации V.11. МСЭ-Т (сонаправленный/ противонаправленный интерфейс), имеющего скорость цифрового потока 64 кбит/с.

Электропитание УСС осуществляется от источника постоянного тока с напряжением от минус 48 В до минус 72 В (с заземленным плюсом). Ток потребления УСС не превышает 0,2 А

Структурная схема представлена на рисунке 10.10. Устройство имеет два цифровых стыка, соответствующие по своим параметрам рекомендации V.11. МСЭ-Т, для подключения к направлениям А и В.

На аналоговых выходах могут быть подключены:

- микротелефонная трубка,
- телефон,
- выносная громкая связь.



- МТ - микрофонная трубка,
- ДС - диф-система
- ГС - громкоговорящая связь,
- ВГС - выносная громкая связь,
- ТЛФ – телефонный аппарат,
- ВИП – вторичный источник электропитания.

Рисунок 10.10 - Структурная схема УСС

Для подключения УСС к МЦП необходимо:

1. Подключить кабель УСС порт А (В) к разъему EOW/AUX МЦП.
2. Войти в программу МЦП
- войти в порт EOW/AUX

- выбрать Mode: Codirectional
- активизировать один из байтов E1.

### 3. Нажать кнопку Apply.

Работа устройства. Управляется с помощью кнопок на лицевой панели. Вызов абонента и проведение сеанса связи возможны с телефонного аппарата без использования кнопок управления на лицевой панели блока УСС. Помимо световой индикации на лицевой панели, устройство служебной связи передает сигналы вызова и аварии на станционную индикацию (Разъем «СИГНАЛИЗАЦИЯ»). При наличии сигналов аварии или вызова выходные цепи сигнализации размыкаются на «землю» контактами реле.

Основным режимом работы блока УСС на промежуточной станции, является цифровой транзит линейного сигнала без аналогового переприема. В этом режиме УСС обеспечивает прием сигналов вызова и прослушивание информации, передаваемой по линии. При аналоговом переприеме обеспечивается дуплексной связи на промежуточной и оконечной станции ограничена по времени 5 минутами, длительность устанавливается при изготовлении. В случае, если длительности сеанса связи недостаточна, то он может быть продолжен. Для продолжения сеанса дуплексной связи нужно восстановить аналоговый транзит, нажав кнопку «ЦИФРОВОЙ ТРАНЗИТ» на УСС, или положив и снова подняв трубку телефонного аппарата, при этом должен включиться красный индикатор. Переключение между видами транзита осуществляется схемой переключения, сигналы управления на которую могут быть переданы от кнопки или автоматически от устройства управления при приеме сигнала вызова или по истечении длительности аналогового переприема.

Преобразование ЦАП – АЦП осуществляется кофидеками (КОдер – ФИльтр – ДЕкодер), выполненными в виде отдельных микросхем. Необходимые для работы кофидеков тактовые частоты 64 кГц и 8 кГц синхронные и синфазные с принимаемыми сигналами создаются в формирователе синхроимпульсов, выполненном на программированной логической интегральной схеме.

Аналоговый сумматор выполнен на операционных усилителях. Для громкоговорящей связи в состав аналогового сумматора включена микросхема усилителя мощности.

Возможность подключения телефонного аппарата к УСС обеспечивается дифференциальной системой, преобразующей 4 – проводную линию в двух проводную, а также устройством согласования с телефонным аппаратом, которое обеспечивает электропитанием телефонный аппарат, формирует сигнал звонка на телефон и отслеживает поднятие трубки на телефонном аппарате.

Устройство в режиме аналогового транзита образует канал тональной частоты с полосой частот от 0,3 кГц до 3,4 кГц с неравномерностью амплитудно – частотной характеристики не более  $\pm 1,5$  дБ.

Номинальный уровень сигнала связи частотой 1 кГц на входе в точках подключения микротелефонной трубки (разъем МТ комплекта) и телефона (разъем ТЛФ комплекта) должен быть минус  $6 \pm 2$  дБ. Номинальный уровень сигнала на выходе в точке подключения микротелефонной трубки и телефона на нагрузке 600 Ом равен минус  $13 \pm 2$  дБ.

Устройство служебной связи рассчитано на передачу и прием 99 вызывных сигналов. Вызывной сигнал формируется непосредственно в УСС или подключенном телефонном аппарате с тональным вызовом. При работе с УСС номер вызываемой станции набирается кнопками на цифровых индикаторах и передается в линию при нажатии кнопки «ВЫЗОВ ИСХ.».



## Порядок выполнения лабораторной работы

Данная лабораторная работа предполагает, что работа оборудования гибкого мультиплексора МК-2048 и МЦП-155К изучена при выполнении предыдущих лабораторных работ по дисциплине МТС.

I. Исследование учебной волоконно-оптической локальной сети с помощью программы ИСМУС

1. Включить электропитание 48В на блоке БП-220-48/60. Включить питание ПК с инвентарным номером 01362320(Сервер).

2. Вставить USB-flash карту (ключ)

3. На рабочем столе запустить файл run-server

4. Запустить файл run-client

5. Для подключения к серверу ИСМУС откройте меню «Главное» и выберите пункт «Управление подключениями». Появится панель подключений.

6. Для подключения к серверу необходимо ввести:

Пользователь:valeks

Пароль:cZpFrki

7. Далее нажать на кнопку «Подключить». Если подключение произошло успешно, то клиент приступит к загрузке карты с сервера, а затем выдаст сообщение об успешном окончании операции.

8. Повторить ещё раз п. 7, после чего на карте появятся 3 мультиплексора.

9. Далее щёлкнуть по МЦП-1. Появится пункт «Редактировать объект».

10. Нажать «Открыть консоль», после чего появится окно ввода в МЦП.

11. Исследование мультиплексора МЦП 155К

- Проверка состояния индикаторов на базовом блоке мультиплексора МЦП 155К.
- Проверка состояния индикаторов на плате локальной сети ПЛС-10/100.
- Проверка состояния индикаторов на плате СТМ-1.
- Проверка аварийных сообщений функциональных групп.
- Проведение 15-ти минутного тестирования контрольных точек по указанию преподавателя.
- Просмотреть журнал текущих событий.

### Проверка служебной связи

Подготовка к работе. В момент включения электропитания на цифровых индикаторах «АДРЕС» должна высвечиваться цифра «88» и включаться индикаторы, расположенные в левой части лицевой панели УСС, а также звенеть звонок телефона. Два зеленых индикатора (на оконечной станции один зеленый индикатор) сигнализируют наличие тактовых частот от МЦП. Красный индикатор сигнализирует о разрыве цепи цифрового транзита и организации аналогового транзита. По истечении 4-8 минут цифровой транзит должен восстановиться, а красный индикатор погаснуть.

При подключении блока УСС на оконечной станции, нажатием кнопки «ОТКЛ. В» («ОТКЛ. А»), отключить сигнал от неиспользуемого направления. Если соответствующая кнопка не нажата, включается красный индикатор «АВАР», который не выключается, пока не будет нажата кнопка «ОТКЛ. А» («ОТКЛ. В»). Затем красный индикатор «АВАР» выключается нажатием кнопки «ОТКЛ. ЗВ».

Установите собственный номер УСС. Наберите на УСС стойке 1 с помощью кнопок набрать номер «80», а на УСС стойке 2 номер «81» на цифровых индикаторах «АДРЕС». Нажмите и удерживайте кнопку «ВЫЗОВ ИСХ.», по истечении 5 с должны включиться точки на цифровых индикаторах «АДРЕС». Отожмите и затем кратковременно нажмите и отпустите кнопку «ВЫЗОВ ИСХ.», точки на цифровых индикаторах «АДРЕС» должны выключиться. Собственный номер УСС записан в энергонезависимую память УСС.

#### Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Цель работы
2. Схема лабораторной установки
3. Материальное обеспечение
4. Результаты лабораторных исследований
5. Анализ результатов измерений
6. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Назвать основные отличия SDH от PDH.
2. Кратко перечислить ступени группообразования в SDH (от C-12 до STM-1 включительно).
3. Как рассчитать скорость передачи STM-1?
4. Объяснить понятие интерфейса, указать его виды.
5. Какую информационно-логическую нагрузку несут основные, аварийные сообщения в SDH?
6. Назвать функцию скремблера и дескремблера.
7. Состав оборудования в учебной магистрали ВОЛС построенной на основе технологии SDH.

#### Информационные источники:

1. Гордиенко, В.В. Крухмалёв, А.Д. Моченов, Р.Ф. Шарафутдинов. Оптические телекоммуникационные системы. Учебник для вузов - М.: Горячая линия - Телеком, 2011
2. Крухмалев В. В., Гордиенко В.Н., А. Д. Моченов. Цифровые системы передачи: Учебное пособие. М.: Горячая линия - Телеком, 2012.

### Мониторинг мультиплекса ADR 155c

Цель работы: проведение контроля и диагностики мультиплексора ADR155c.

Задание:

1) Изучить:

- состав, назначение и возможности мультиплексора ADR155c;
- содержание программного комплекса системы управления мультиплексора ADR155c.

2) Провести:

- контроль состояния мультиплексора ADR155c;
- проверку оптической мощности;
- определение параметров качества функционирования мультиплексора ADR155c.

3) Оформить отчет по лабораторной работе.

Краткие теоретические сведения

#### 1 Общая характеристика

SAGEMCOM представляет ADR155C, мультисервисную платформу SDH STM-1, предлагающую большое разнообразие интерфейсов от E1, E3 до Fast Ethernet и Gigabit Ethernet и обеспечивающую расширенные функции Ethernet через SDH с advance Layer 2 switch.

ADR155C отвечает требованиям операторов мобильной связи, ведомственных и технологических сетей. Это хорошо зарекомендовавшее себя оборудование, установленное в количестве более чем 60,000 единиц во всем мире. Как очень компактный, гибкий и легкий в использовании продукт, ADR155C стал основой сетей доступа бизнес-абонентов у крупнейших операторов связи.

ADR 155C предназначен для построения транспортных сетей SDH уровней STM-1/4 кольцевых и линейных структур. Может применяться в качестве кроссового коммутатора, поддерживающего четыре направления STM-1. Оптимизирован для строительства волоконно-оптических сетей связи с передачей совместного трафика TDM и IP.

Для передачи IP трафика могут быть использованы три типа сменных модулей компонентных потоков Ethernet, а именно:

ADR155 4E/FEPT (точка-точка)

ADR155 GFP150 (8 портов FE– точка-многоточка)

ADR155 4E/FE+1GE 4 порта FE+ 1GE (точка-точка)

Максимальная суммарная скорость передачи Eth – до 150 Мб/с

## 2 Материальное обеспечение

1. Синхронный мультиплексор ввода-вывода SAGEM ADR-155C.
2. Локальный терминал оператора SDH, с программой мониторинга.
3. Набор волоконно-оптических соединительных кабелей (в дальнейшем патчкордов) и переменных, оптических аттенюаторов.
4. Измеритель коэффициента ошибок (ИКО-832).
5. Ваттметр поглощаемой мощности оптический (ОМЗ-66).

## 3 Проведение контроля и управления

Собрать схему в соответствии с рисунком 11.1.

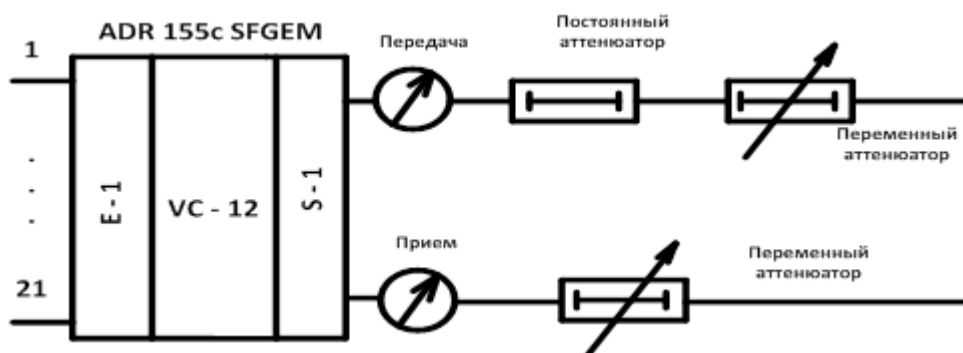


Рисунок 11.1 - Схема подключения линейного шлейфа с оптическими аттенюаторами к мультиплексору SAGEM ADR 155c, для имитации регенерационного участка.

Исследование состоит из следующих пунктов:

- обработка аварийных сообщений предусмотренных в данном оборудовании, их расшифровка и смысл.
- расчет протяженности регенерационного участка для данного оборудования (с учетом типа оптического агрегатного модуля применяемого в мультиплексоре SAGEM ADR – 155C).
- экспериментальная имитация постепенного ухудшения параметров оптического кабеля.
- анализ аварийных сообщений агрегатного модуля, при постепенном увеличении битовых ошибок.
- на основе вышеупомянутого анализа, построить график соотношения порогов битовых ошибок (BER) и параметров оптического затухания (дБ), вносимого с помощью магазина переменных аттенюаторов.
- сделать выводы, при каком уровне оптического сигнала мультиплексор фиксирует ту или иную пороговую аварию, какому уровню оптической мощности на входе приемника она соответствует.

Для измерения оптической мощности с помощью прибора ОМЗ-66 собрать схему в соответствии с рисунком 11.2.

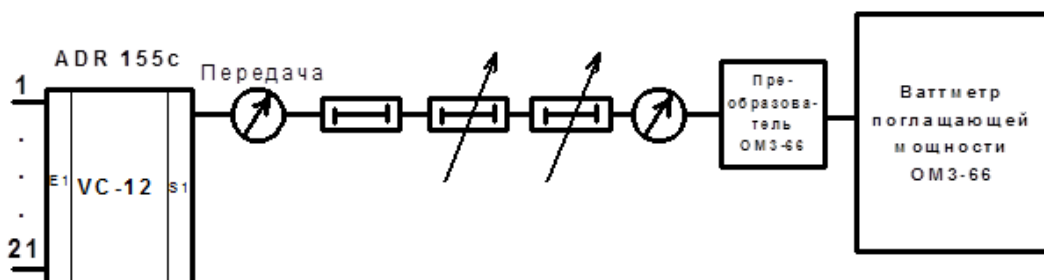


Рисунок 11.2 - Измерение величины оптической мощности

Включить прибор ОМЗ-66 дать возможность ему прогреться, в течении 3 мин., откалибровать его. Произвести измерение уровня оптической мощности при данном аварийном сообщении. Записать результаты измерений в таблицу. Увеличивать затухания линейного шлейфа до прихода аварии LOS.

На основании данных сведенных в таблицу, построить график зависимости увеличения затухания линейного регенерационного участка к коэффициентам ошибок соответствующих пороговым значениям аварийных сообщений.

### 3. Оформить отчет

Отчет должен содержать:

- наименование и цель работы;
- перечень проверок при определении технического состояния мультиплексора ADR155c и результаты проверок;
- экран отображения состояний;
- переднюю панель и световую индикацию мультиплексора ADR155c;
- графическое построение зависимости коэффициента ошибок от имитируемого удлинения линейного участка (посредством увеличения затухания оптическими аттенюаторами);
- выводы.

### 4. Контрольные вопросы:

1. Принципы мультиплексирования на сетях SDH;
2. Назначение, состав и область применения мультиплексора ADR155c;
3. Под какой операционной системой работает программное обеспечение;
4. Периодичность проверок технического состояния мультиплексора;
5. Перечень измеряемых параметров;
6. Порядок оценки технического состояния.

Информационные источники:

1. Гордиенко, В.В. Крухмалёв, А.Д. Моченов, Р.Ф. Шарафутдинов. Оптические телекоммуникационные системы. Учебник для вузов - М.: Горячая линия - Телеком, 2011
2. Крухмалев В. В., Гордиенко В.Н., А. Д. Моченов. Цифровые системы передачи: Учебное пособие. М.: Горячая линия - Телеком, 2012.