

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 цифровые системы передачи  
и средства их защиты»

Часть 1

(для студентов по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии  
и системы связи профиль Защищенные инфокоммуникационные системы)

Ростов-на Дону  
2022

УДК 621.372.88 (021)

ББК

Б

**Борисов Б.П., Герасимов И.Н.** *Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Многоканальные цифровые системы передачи и средства их защиты».* (Для студентов по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи профиль ЗИС). Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал МТУСИ, 2022. - 58с.

Лабораторные работы по направлению подготовки 11.03.02.62 профиль ЗИС охватывают материалы 1-го семестра дисциплины Многоканальные цифровые системы передачи и средства их защиты, включающий в себя вопросы кодирования и декодирования, формирования цифровых потоков. Методические указания включают шесть лабораторных работ, и дают рекомендации по их выполнению. Методическое пособие утверждено на заседании кафедры «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», протокол № 4 от 28 ноября 2022 г.

Рецензент: доцент кафедры ИТСС канд. тех. наук, доцент Ершов В.В.

Методическое пособие рассмотрено и утверждено на заседании кафедры ИТСС « 28 » ноября 2022 г. Протокол № 4

## 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.....	5
1.4	Порядок выполнения лабораторных работ.....	6
1.5	Порядок оформления отчета.....	7
1.6	Указания по технике безопасности.....	7
2	Лабораторная работа №1 «Кодер ЦСП ИКМ-30».....	9
3	Лабораторная работа № 2 «Декодер ЦСП ИКМ-30» .....	16
4	Лабораторная работа № 3 «Линейные коды NRZ, AMI» .....	24
5	Лабораторная работа № 4 «Аппаратура группообразования вторичной и третичной ЦСП на примере ЦСП ИКМ-480» .....	30
6	Лабораторная работа № 5 «Канальный мультиплексор МК-2048» .....	34
7	Лабораторная работа № 6 «Регенерация цифровых сигналов» .....	55

# 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.
2. Неукоснительно выполнять требования инженерно-технического состава лаборатории.
3. Начало любых видов работ начинать с приема исходного состояния комплекса технических средств на рабочем месте и заканчивать приведением комплекса технических средств в исходное состояние.
4. 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.

8. 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!**



## **Кодер ЦСП ИКМ-30**

### **1 Цель работы:**

1. Закрепить знания по методам кодирования в каналах ЦСП, методам нелинейного кодирования по А-закону квазилогарифмического компандирования.
2. Исследовать основные этапы кодирования в ЦСП ИКМ-30. Овладеть методикой синтеза структуры кодового слова на выходе кодера, используемого в ЦСП.

### **2 Задание:**

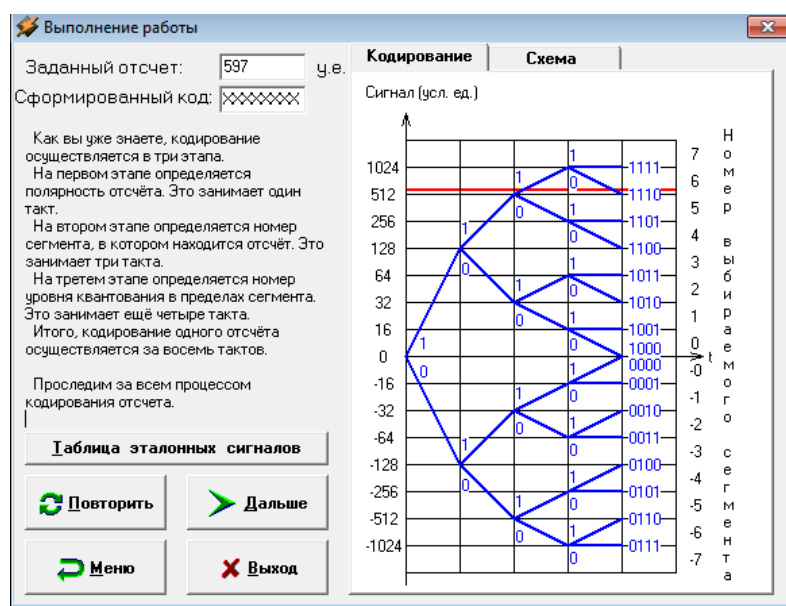
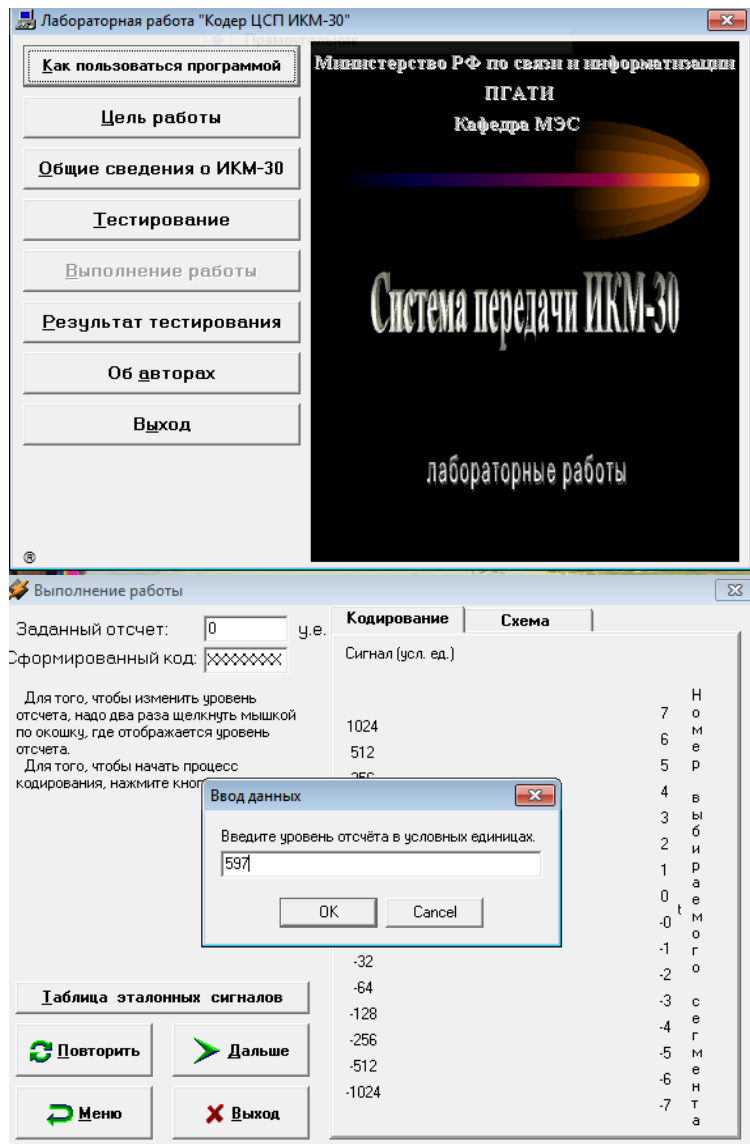
1. Изучить назначение, состав и конструкцию ЦСП ИКМ-30.
2. Изучить справочный материал в [1] с.50-67, 96-102.
3. Пройти тест, активирующий программу моделирования.
4. Провести исследование кодирования с помощью программы моделирования.

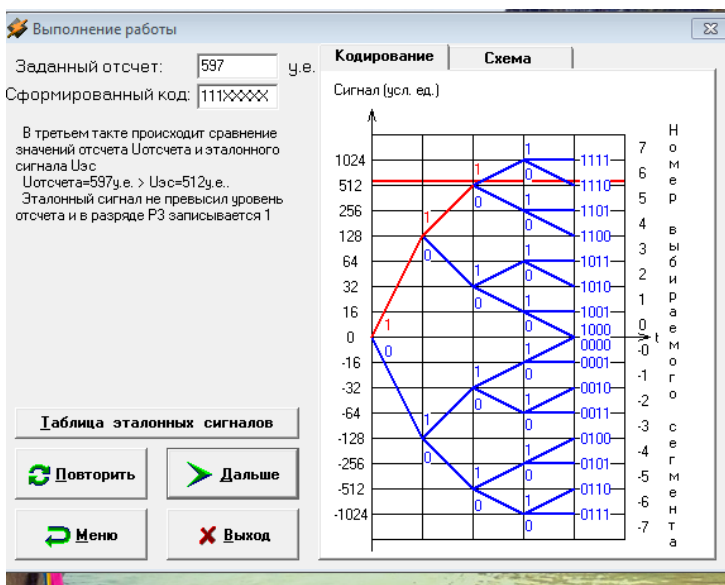
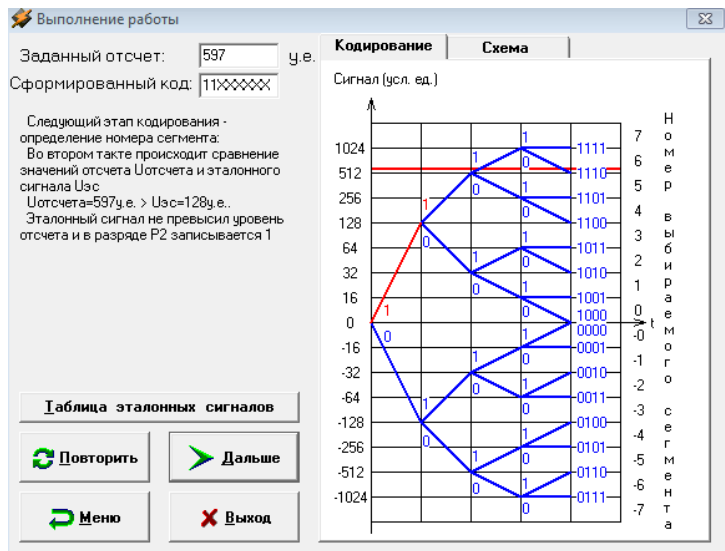
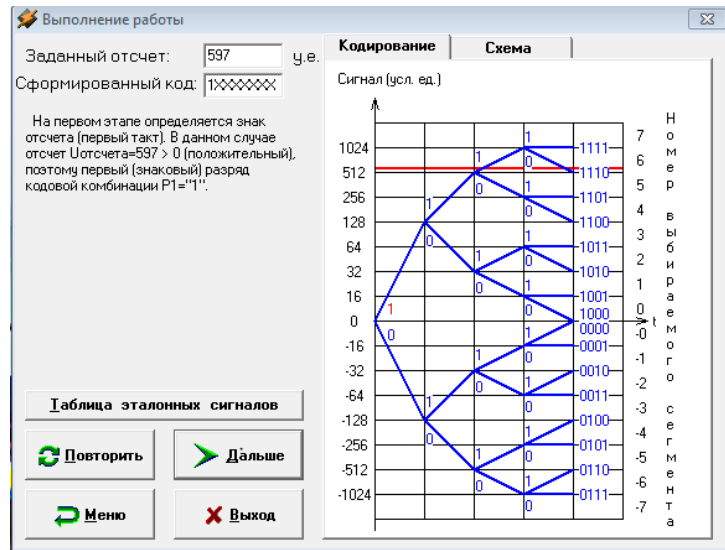
### **3 Порядок выполнения работы.**

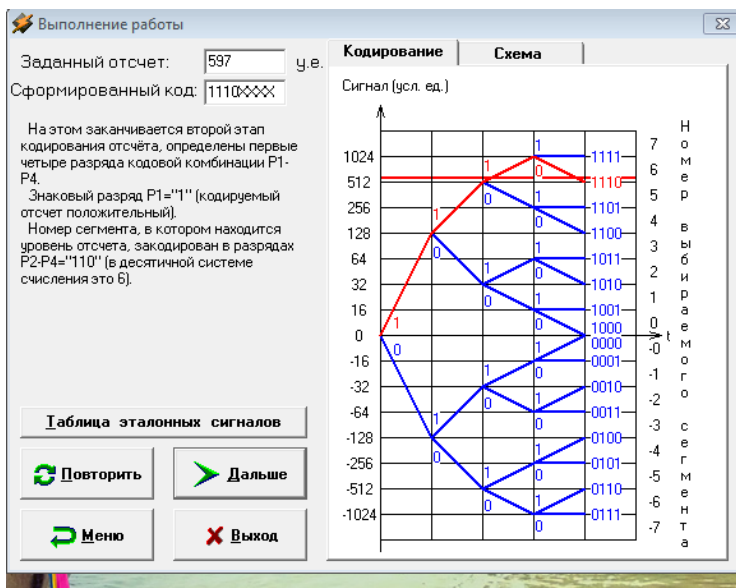
Лабораторное занятие основано на выполнении компьютерной программы, позволяющей получить необходимые теоретические сведения, пройти тестирование на их усвоение и, в дальнейшем, провести наглядное моделирование всех шагов кодирования.

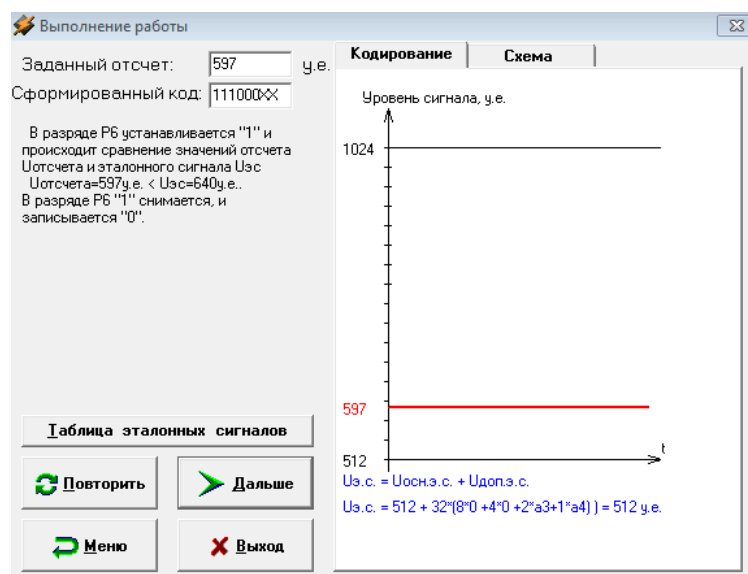
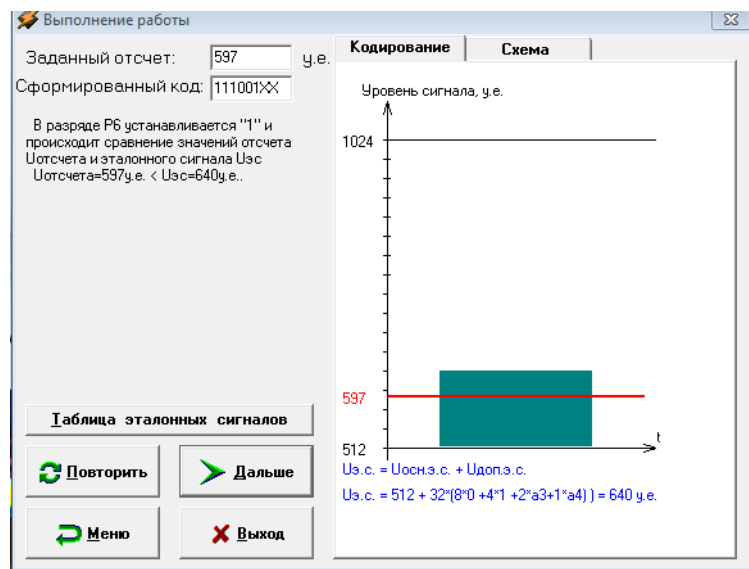
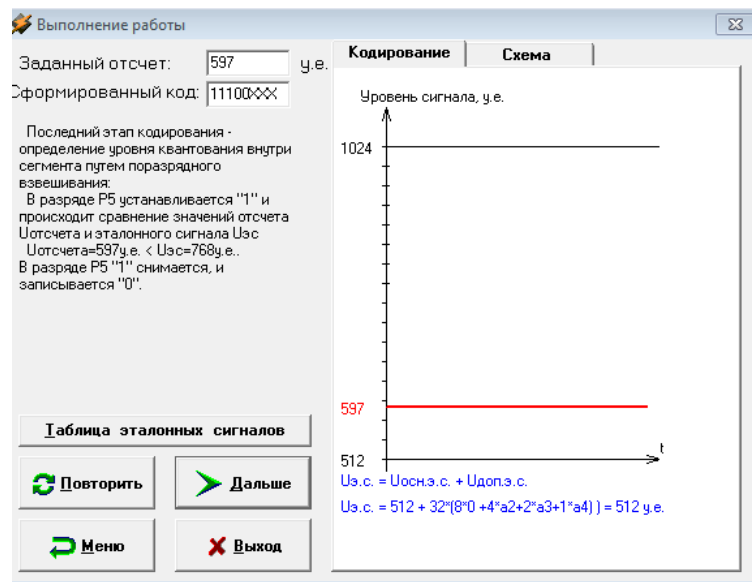
Студент должен получить от преподавателя значение отчета в условных единицах, после успешного тестирования ввести полученное значение в соответствующее «окно» программы, проанализировать каждый этап кодирования, занести основные данные всех этапов в отчет по работе, сделать выводы.

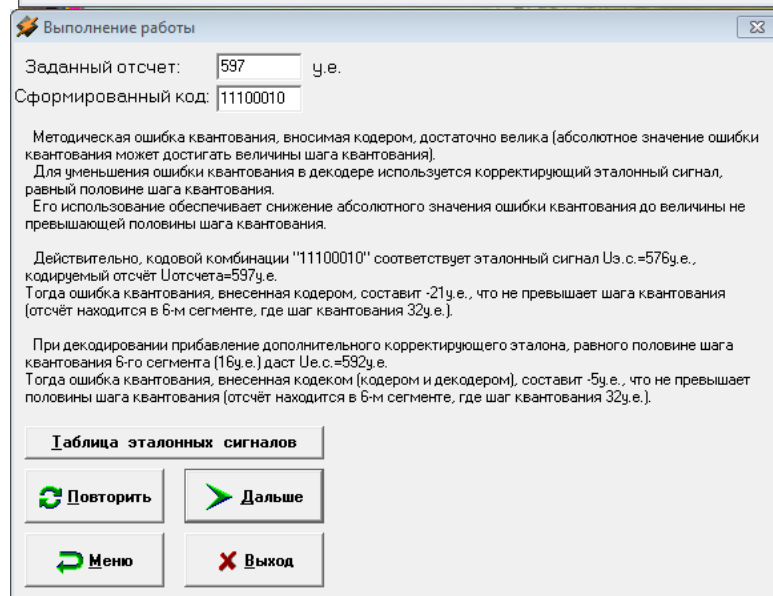
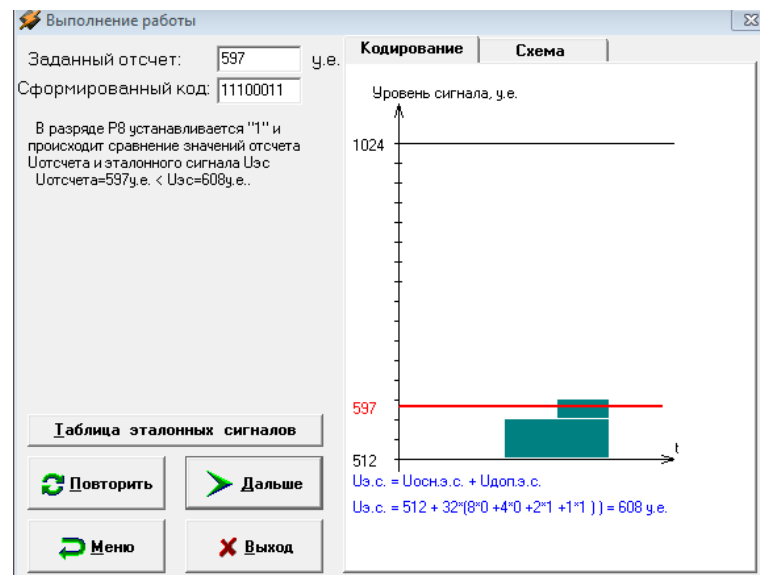
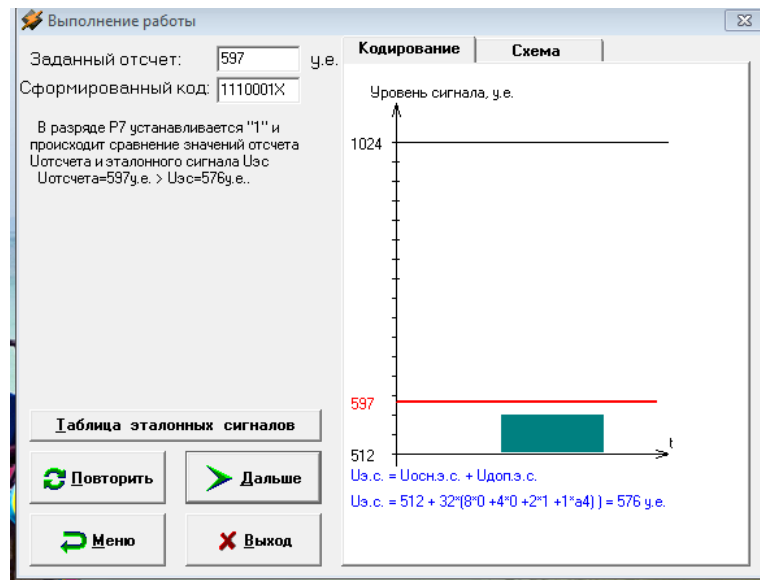
Ниже приведены основные этапы работы программы-симулятора.











#### **4 Отчет по работе**

1. Расчет всех промежуточных значений вычислений кодера в процессе сравнения значения отчета и его остатков с эталонными значениями соответствующих сегментов кодера.
2. Двоичное значение, соответствующее выходному цифровому сигналу кодера.
3. Оценка ошибки квантования.
4. Составить структурную схему кодера ИКМ-30.
5. Занести основные данные всех этапов в отчет по работе.
6. Сделать выводы.

#### **5 Контрольные вопросы.**

1. Назвать элементы структурной схемы кодера.
2. Сколько всего сегментов используется при кодировании по А-закону компандирования?
3. Как изменяется значение шага квантования от сегмента к сегменту?
4. Сколько разрядов отводится на номер сегмента в цифровом коде отсчета при кодировании по А-закону компандирования?
5. Сколько разрядов отводится на значение отсчета в сегменте при кодировании по А-закону компандирования?
6. Сколько разрядов отводится на знак полярности отсчета в цифровом коде отсчета при кодировании по А-закону компандирования?
7. Перечислите значения эталонных напряжений, выраженных в условных единицах в нулевом сегменте.
8. Перечислите значения эталонных напряжений, выраженных в условных единицах в пятом сегменте.
9. Перечислите значения эталонных напряжений, выраженных в условных единицах в седьмом сегменте.
10. Поясните, какой тип кодера используется в данном случае?

#### **Рекомендованная литература**

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, 2013. – 352 с.: ил.

### Декодер ЦСП ИКМ-30

#### 1 Цель работы:

1. Закрепить знания по методам декодирования в каналах ЦСП, методам нелинейного кодирования по А-закону квазилогарифмического компандирования.
2. Исследовать основные этапы кодирования в ЦСП ИКМ-30. Овладеть методикой синтеза структуры кодового слова на выходе декодера, используемого в ЦСП.

#### 2 Задание:

1. Изучить назначение, состав и конструкцию ЦСП ИКМ-30.
2. Изучить справочный материал в [1] с.50-67, 96-102.
3. Пройти тест, активирующий программу моделирования.
4. Провести исследование декодирования с помощью программы моделирования.

#### 3 Порядок выполнения работы.

Лабораторное занятие основано на выполнении компьютерной программы, позволяющей получить необходимые теоретические сведения, пройти тестирование на их усвоение и, в дальнейшем, провести наглядное моделирование всех шагов декодирования.

Студент должен получить от преподавателя значение двоичного восьмиразрядного кода, имитирующего входной канальный сигнал декодера, после успешного тестирования ввести полученное значение в соответствующее «окно» программы, проанализировать каждый этап декодирования, занести основные данные всех этапов в отчет по работе, сделать выводы.

Ниже приведены основные этапы работы программы-симулятора.



Тестирование

☐ Линейную

☒ Нелинейную

Готово!

Правильно

Вопрос №3

Сколько эталонных значений сигналов формирует генератор эталонных токов ?

☒ Одиннадцать

☐ Восемь

☐ Шестнадцать

Готово!

Правильно

Вопрос №4

Какой разряд принятой кодовой группы включает ГЭТ соответствующей полярности ?

☐ Первый

☐ Второй

Готово!

Ввод комбинации

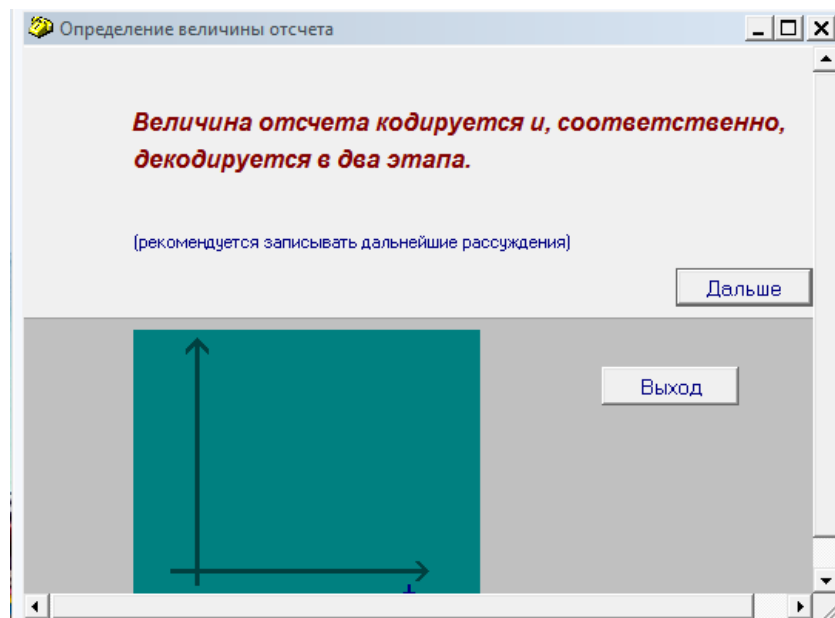
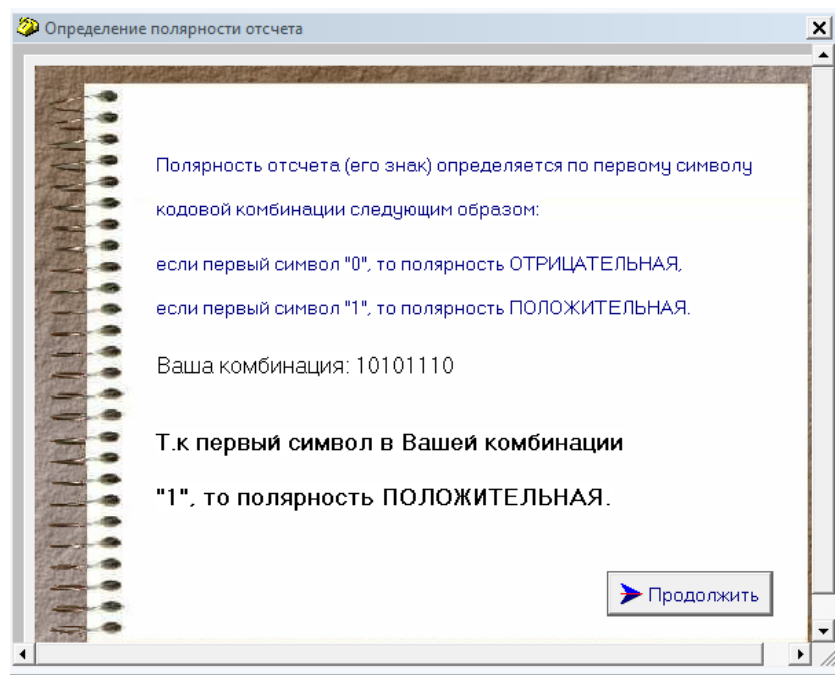
Введите комбинацию снова

10101110

Продолжить

Отмена

Кодовая комбинация должна содержать 8 символов !



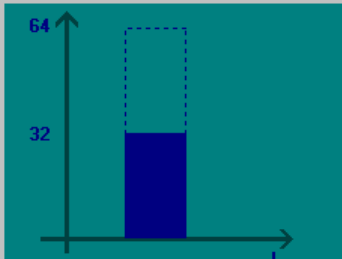
**Определение величины отсчета**

**Первое:**

Сначала определяется сегмент, в котором находится отсчет.  
 Каждый сегмент имеет свой номер (от 0 до 7). Этот номер в двоичном представлении заключен внутри кодовой комбинации.  
 Это второй, третий и четвертый символы: **1 010 1110** т.е. номер сегмента - **2**  
 Это означает, что величина сигнала находится между **32** и **64** т.е.

1 **32 - основной эталонный сигнал.**

[Дальше](#)



[Выход](#)

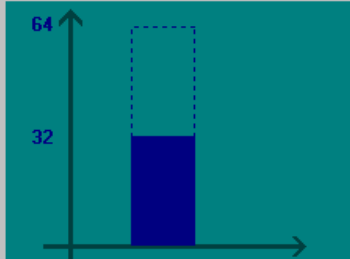
**Определение величины отсчета**

**Второе:**

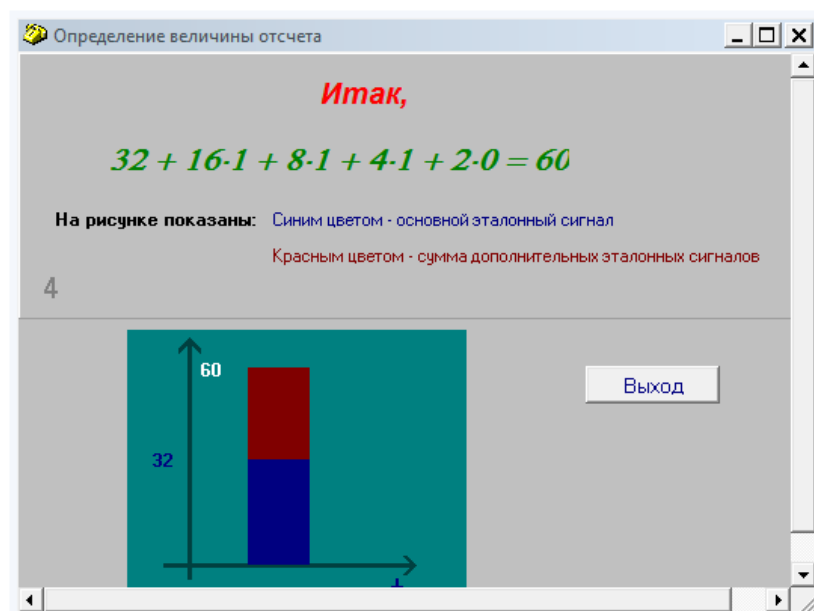
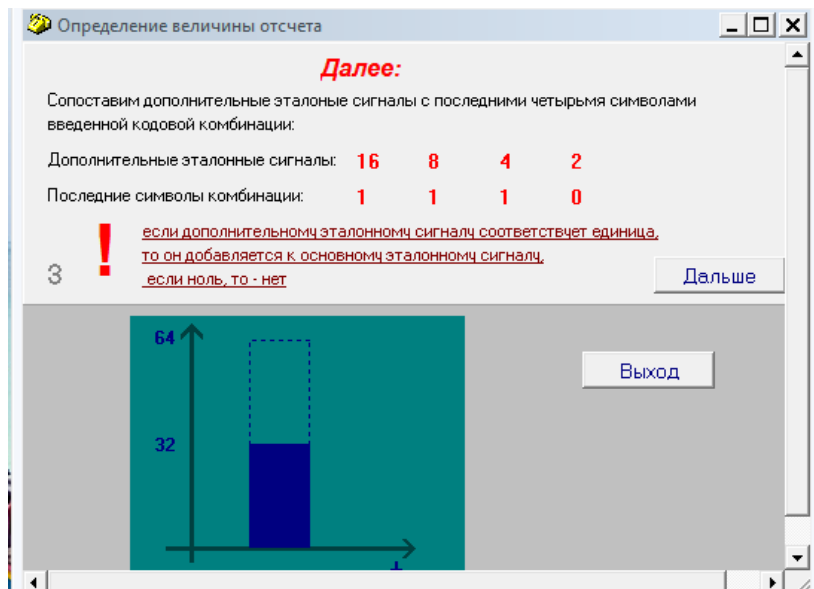
Необходимо определить, сколько нужно прибавить к ОСНОВНОМУ ЭТАЛОННОМУ СИГНАЛУ, чтобы восстановить отсчет. Для этого каждому сегменту соответствуют не только основные эталонные сигналы, но и по четыре ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭТАЛОННЫХ СИГНАЛА. (для каждого сегмента они разные), комбинируя которые можно восстановить исходный отсчет.  
 О том какие дополнительные эталонные сигналы соответствуют разным сегментам можно узнать из таблицы, нажав кнопку: [>>](#). Для Вашей комбинации ЭТАЛОННЫЕ СИГНАЛЫ следующие:

2 **Основной: 32**  
**Дополнительные: 16, 8, 4, 2.**

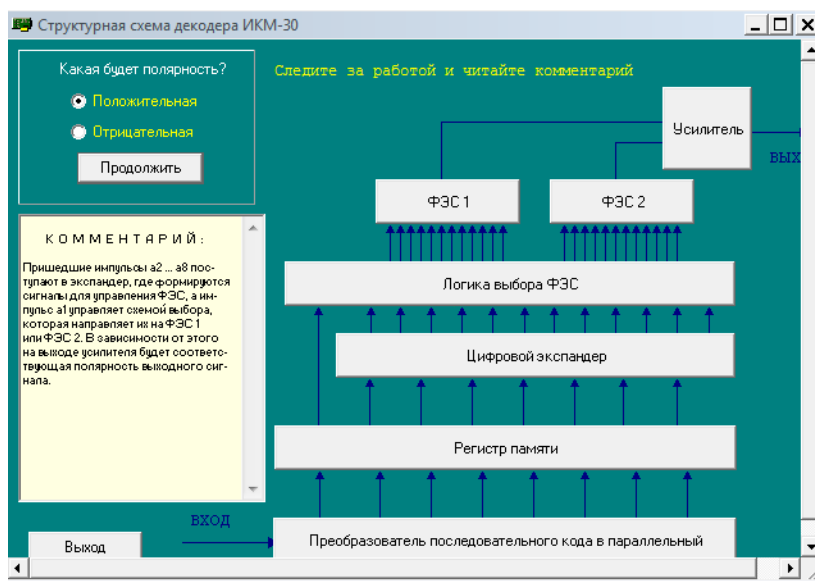
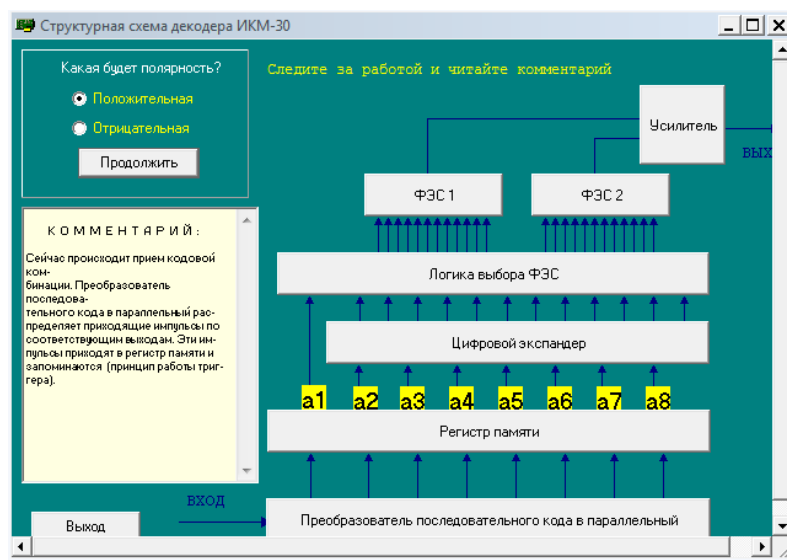
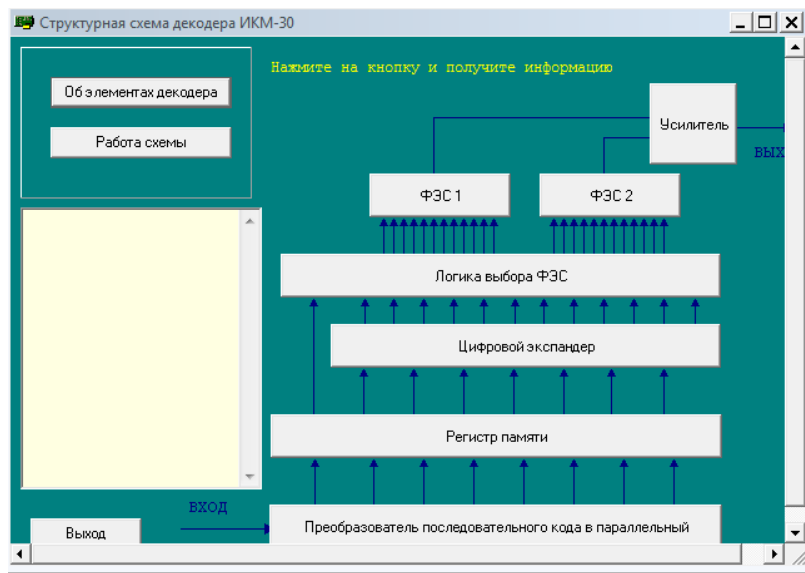
[Дальше](#)

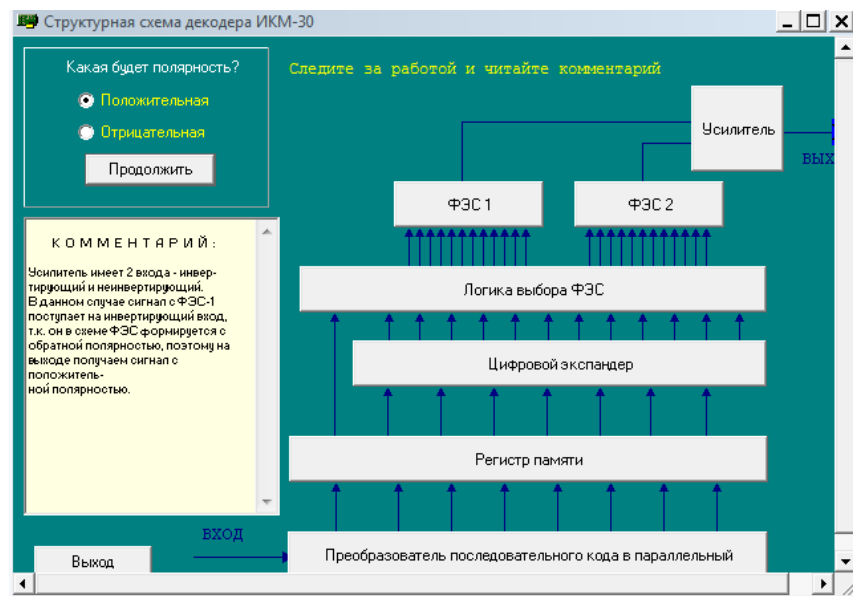
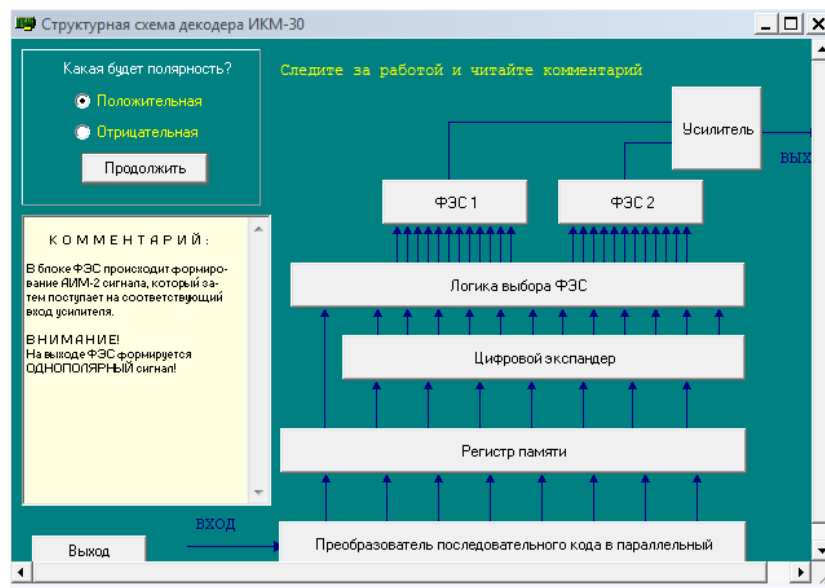


[Выход](#)



Далее, после декодирования отсчета следует уяснить алгоритм работы декодера по структурной схеме декодера. Для этого необходимо активировать кнопку «Схема».





#### 4 Отчет по работе

1. Расчет всех промежуточных значений вычислений декодера в процессе декодирования.
2. Двоичное значение АИМ отчета в виде десятичного числа, соответствующее выходному сигналу декодера.
3. Оценка ошибки квантования.
4. Составить структурную схему кодера ИКМ-30.
5. Занести основные данные всех этапов в отчет по работе.

6. Сделать выводы.

### **5 Контрольные вопросы.**

1. Назвать элементы структурной схемы декодера.
2. Сколько всего сегментов используется при кодировании по А-закону компандирования?
3. Как изменяется значение шага квантования от сегмента к сегменту?
4. Сколько разрядов отводится на номер сегмента в цифровом коде отсчета при кодировании по А-закону компандирования?
5. Сколько разрядов отводится на значение отсчета в сегменте при кодировании по А-закону компандирования?
6. Сколько разрядов отводится на знак полярности отсчета в цифровом коде отсчета при кодировании по А-закону компандирования?
7. Перечислите значения эталонных напряжений, выраженных в условных единицах в третьем сегменте.
8. Перечислите значения эталонных напряжений, выраженных в условных единицах в четвертом сегменте.
9. Перечислите значения эталонных напряжений, выраженных в условных единицах в шестом сегменте.
10. Поясните, какой тип декодера используется в данном случае?

### **Рекомендованная литература**

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, 2013. – 352 с.: ил.

### Линейные коды NRZ, AMI

**1 Цель работы:** Закрепить знания по методам линейного кодирования в трактах ЦСП. Исследовать основные этапы формирования линейных кодов NRZ и AMI, применяемых в ЦСП. Овладеть методикой синтеза структуры линейных кодов, используемых в ЦСП.

### 2 Задание:

1. Изучить лабораторную установку «Линейный тракт ЦСП».
2. Получить значения кодовых посылок (таблица 3.1).
3. Выполнить расчетную часть. Записать свой вариант задания в таблицу 3.2 и перевести в код NRZ и AMI.
4. Зарисовать кодированный цикл (рисунок 3.1).
5. Провести исследование.

Таблица 3.1 – Исходные значения кодовых посылок

Вариант	Y1								Y2								Y3								Y4							
1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
2	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
3	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
4	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
5	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1

Таблица 3.2 - Переведите исходного кода в код NRZ и AMI

Таблица 5.2 Переводите исходного кода в код NRZ и AMI																																
Код	Y1								Y2								Y3								Y4							
NRZ																																
AMI																																



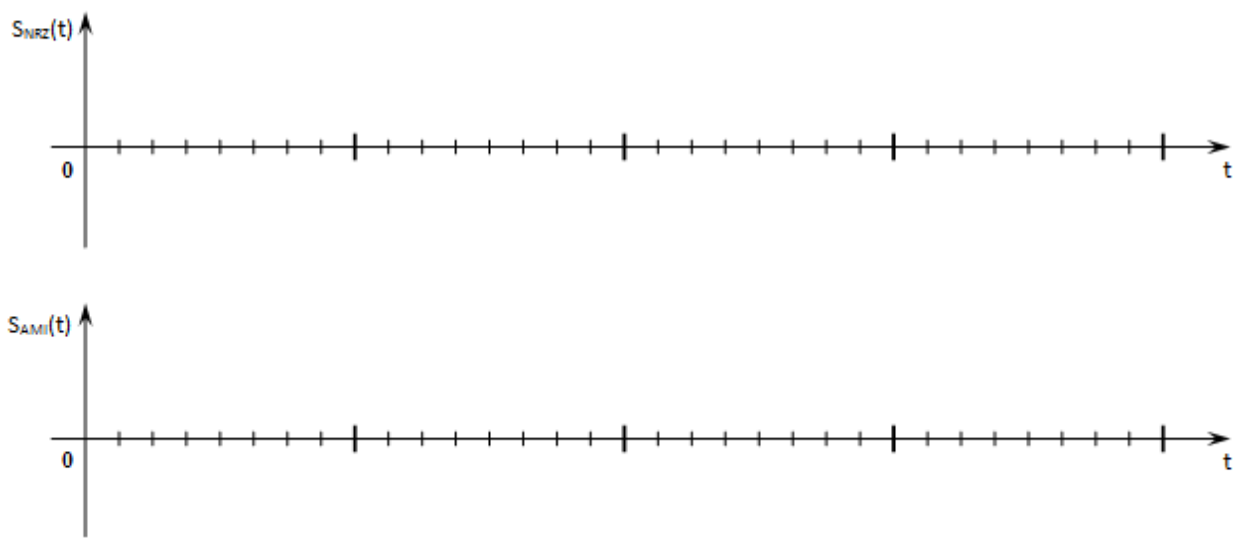


Рисунок 3.1 – Кодированный цикл

### 3 Порядок выполнения работы

Соберите схему исследований, изображённую на рисунке 3.2.

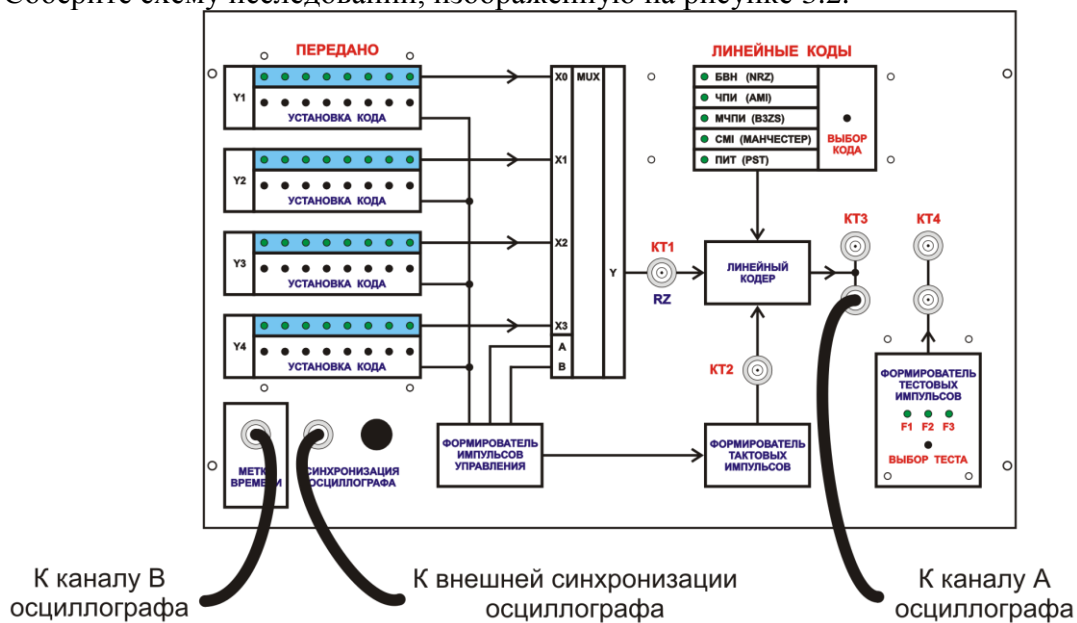


Рисунок 3.2 - Схема исследований

Последовательность исследования:

- установите на регистрах Y1, Y2, Y3 и Y4 двоичный код приведённый в таблице 1 для вашего варианта;
- с помощью ручки синхронизация осциллографа, расположенной на левой панели установки, можно легко рассмотреть весь цикл мультиплексированного потока;
- установите код NRZ;

- настройте осциллограф, чтобы на экране был виден первый 8 битовый поток (Y1);
- зарисуйте осциллограмму;
- с помощью ручки «синхронизация осциллографа» на левой панели установки, передвигаем осциллограмму, зарисуйте осциллограммы потоков Y2, Y3 и Y4;
- установите код АМІ;
- зарисуйте осциллограммы потоков Y1, Y2, Y3 и Y4.

### Пример выполнения

Вариант задания:

Y1								Y2								Y3								Y4							
1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1

Переводим заданную последовательность в коды NRZ и АМІ и записываем в таблицу

Код	Y1								Y2								Y3								Y4							
	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
NRZ	1	1	$\bar{1}$	1	1	1	1	$\bar{1}$	1	$\bar{1}$	1	1	1	$\bar{1}$	$\bar{1}$	1	$\bar{1}$	1	1	1	$\bar{1}$	$\bar{1}$	$\bar{1}$	1	1	$\bar{1}$	1	$\bar{1}$	$\bar{1}$	1	$\bar{1}$	1
АМІ	1	$\bar{1}$	0	1	$\bar{1}$	1	$\bar{1}$	0	1	0	$\bar{1}$	1	$\bar{1}$	0	0	1	0	$\bar{1}$	1	$\bar{1}$	0	0	0	1	$\bar{1}$	0	1	0	0	$\bar{1}$	0	1

Сигнал на выходе кодера:

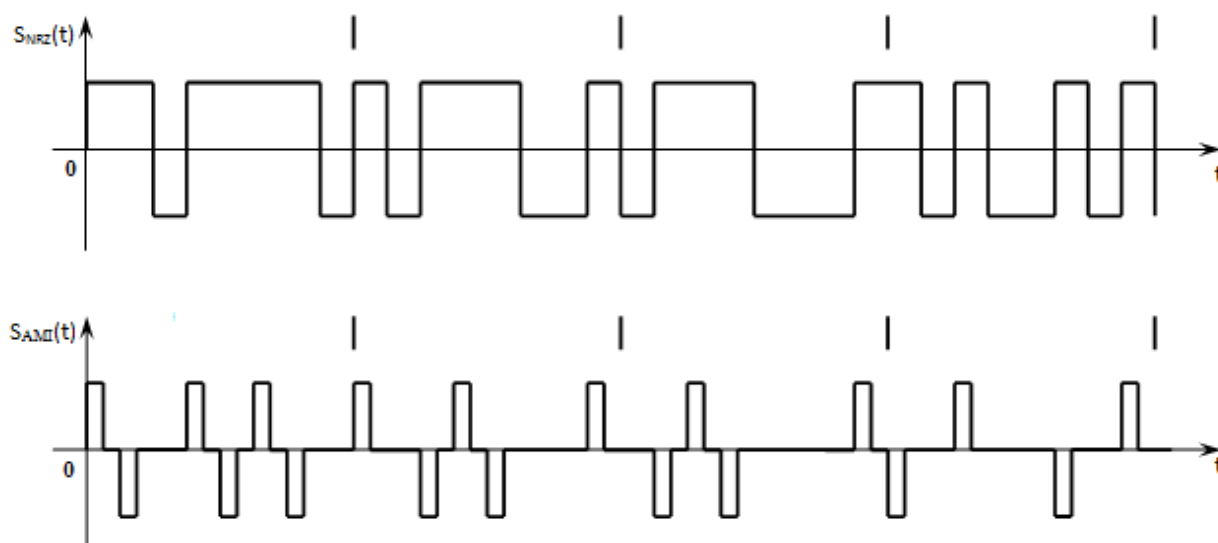


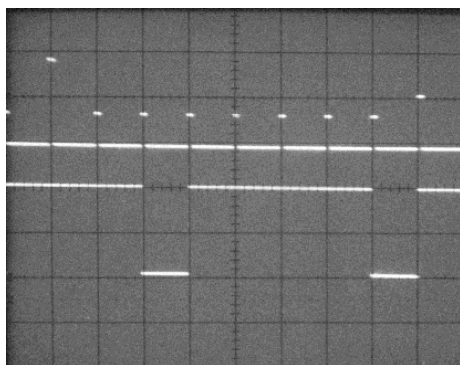
Рисунок 3.3 - Сигнал на выходе кодера

Собираем схему измерений (рисунок 3.2).

Устанавливаем на регистрах заданную кодовую комбинацию.

На кодере выбираем линейный код NRZ.

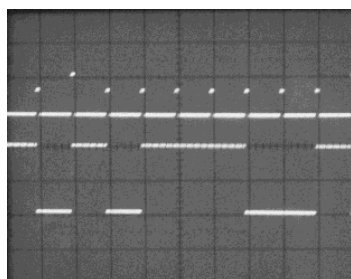
Осциллограф настраиваем так чтоб был виден Y1



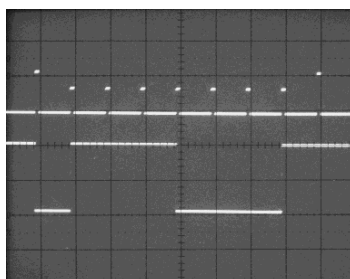
Y1

Зарисовываем осциллограмму.

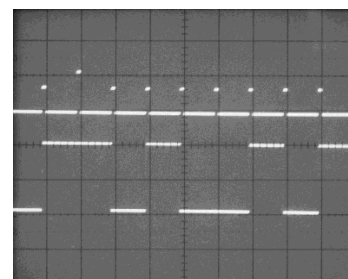
С помощью ручки «синхронизация осциллографа» на левой панели установки, передвигаем осциллограмму, и зарисовываем все остальные потоки Y2, Y3, Y4.



Y2



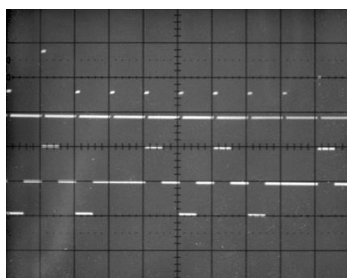
Y3



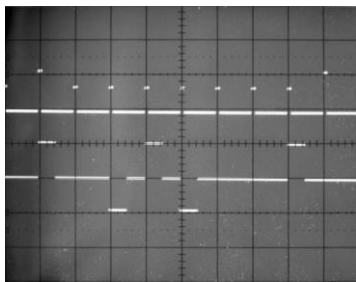
Y4

На кодере выбираем линейный код AMI.

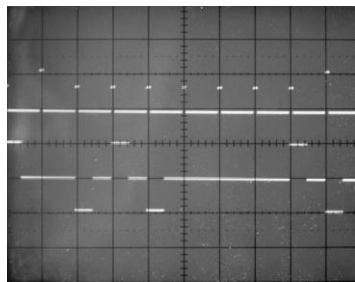
Зарисовываем осциллограммы потоков Y1, Y2, Y3 и Y4.



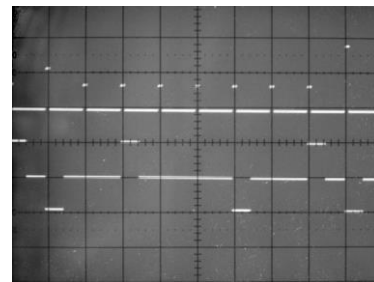
Y1



Y2



Y3



Y4

#### 4 Отчет по работе

1. Привести схему исследований.
2. Привести значения кодовых посылок (таблица 3.2).
3. Показать сигнал на выходе кодера.
4. Сделать выводы.

#### Рекомендованная литература

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, 2013. – 352 с.: ил.

#### 5 Контрольные вопросы

- 1.Поясните термин и суть кода NRZ.
2. Дайте характеристику линейных кодов ЦСП.
3. Поясните термин и суть кода AMI.
4. Поясните, почему в линии используются коды с нулевой постоянной составляющей в спектре?
5. Поясните физическую суть мгновенного амплитудного спектра сигнала.
6. Поясните, зачем необходимы вставки в линейный сигнал при длинных сериях нулей в информационном сигнале?
7. Поясните термин «нарушение правила чередования».
8. Поясните функции декодера передачи в аппаратуре ЦСП.

9. Перечислите основные требования к коду передачи.
10. Перечислите основные характеристики кодов.
11. Поясните, по какому признаку декодер тракта приема определяет наличие технологической вставки?

### **Рекомендованная литература**

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, 2013. – 352 с.: ил.

### **Аппаратура группообразования вторичной и третичной ЦСП на примере ЦСП ИКМ-480**

**Цель работы:** Изучение назначения, состава, конструкции и основных параметров комплекса аппаратуры третичной плезиохронной цифровой системы передачи ИКМ-480.

#### **Задание:**

1. Изучить назначение, состав и конструкцию ЦСП ИКМ-480.
2. Изучить назначение и состав стоек САЦК-1, СВВГ-1У, СТВГ и СОЛТ, входящих в состав ЦСП ИКМ-480.
3. Составить тракт прохождения сигналов по магистрали ЦСП ИКМ-480.
4. Привести алгоритмы управления и контроля оборудования ЦСП ИКМ-480 и выполнить измерения параметров сигналов и трактов.

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

Комплекс аппаратуры третичной плезиохронной цифровой системы передачи (ЦСП) европейской иерархии ИКМ-480 (рисунок 4.1) предназначен для организации каналов на внутризоновых и магистральных участках первичной сети по кабелям типа МКТ-4 с коаксиальными парами малого диаметра (1.2/4.6 мм). Аппаратура обеспечивает организацию до 480 каналов ТЧ при скорости передачи группового потока 34368 кбит/с.

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

Конструктивно комплекс аппаратуры ЦСП ИКМ-400 выполнен в виде отдельных стоек, которые могут быть либо установлены рядом и смонтированы в единую конструкцию, либо отдельно.

Стойка САЦК-1 имеет металлический каркас размерами 2600х x120х225 мм, в котором размещаются съёмные металлические каркасы, предназначенные для установки оборудования АКУ-ЗО (до четырёх штук), КСО и несъёмные каркасы для устройства ввода УВ и для установки комплектов источников электропитания КИЭ (до четырёх штук). Масса стойки САЦК-1 с одним комплектом АКУ-ЗО не более 35 кг (масса полностью укомплектованной стойки не более 50 кг).

Стойка СВВГ-1У имеет металлический каркас размерами 2600х х120х225 мм, в котором размещаются съёмные металлические каркасы, предназначенные для установки оборудования КВВГ-1У (до четырёх штук), КСУ, КСС-У и несъёмные каркасы для установки источников вторичного электропитания ИВЭП (до восьми штук). Масса полностью укомплектованной стойки не более 80 кг.

Стойка СТВГ имеет металлический каркас размерами 2600х х600х225 мм, в котором размещаются съёмные металлические каркасы предназначенные для установки оборудования К Т В Г (до четырёх штук), и несъёмный каркас для установки блоков панели обслуживания ПО. Масса полностью укомплектованной стойки не более 200 кг.

Стойка СОЛТ имеет металлический каркас размерами 2600х х600х225 мм, в который непосредственно устанавливаются соответствующие устройства и блоки. Масса полностью укомплектованной стойки не более 200 кг.

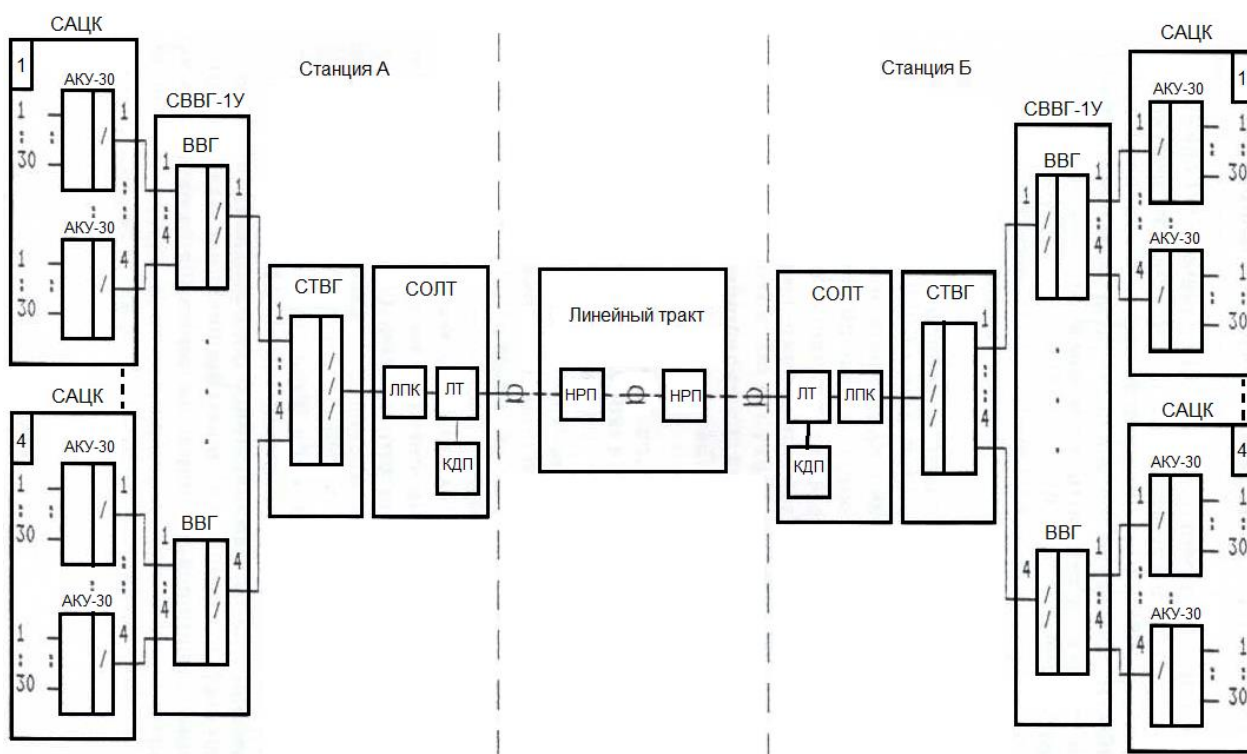


Рисунок 4.1 – Структурная схема комплекса аппаратуры ИКМ-480

## 2 Оборудование рабочего места

1. Учебная магистраль ИКМ-480. 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 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.

### **4 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.

### **5 Контрольные вопросы**

1. Объясните назначение ЦСП ИКМ-480.
2. Назовите скорость передачи группового потока ИКМ-480.
3. Перечислите состав аппаратуры ЦСП ИКМ-480.
4. Объясните назначение и укажите состав САЦК—1.
5. Назовите Функции комплекта АКУ-30.
6. Назовите основные параметры комплекта АКУ-30.
7. Перечислите причины срабатывания системы сигнализации комплекта АКУ-30.



8. Q. Назовите Функции системы служебной связи.
9. Объясните назначение и укажите состав СВВГ-1У.
10. Назовите Функции комплекта КВВГ-1У.
11. Назовите основные параметры комплекта КВВГ-1У.
12. Перечислите причины срабатывания системы сигнализации стойки СВВГ-1У.
13. Объясните назначение и укажите состав СТВГ.
14. Назовите Функции комплекта КТВГ.
15. Назовите основные параметры комплекта КТВГ.
16. Перечислите причины срабатывания системы сигнализации стойки СТВГ. !
17. Объясните назначение СОЛТ.
18. Перечислите состав оборудования СОЛТ.
19. Назовите основные параметры ОЛТ, ДП и СС.
20. Назовите основные параметры ТМУ и ТММ.

#### **Рекомендованная литература**

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., Маченов А.Д. Основы построения телекоммуникационных системы сетей: Учебник для вузов – М.: изд. Горячая линия - Телеком, 2008. – 424 с.: ил.
3. Алексеев Е.Б., Гордиенко В.Н., Крухмалёв В.В. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей - М.: изд. Горячая линия - Телеком, 2008. – 392 с.: ил.
4. Техническое описание ИКМ-480.

## Канальный мультиплексор МК-2048

### Цель работы:

1. Изучение принципов построения аппаратуры МК-2048 и функциональных схем отдельных узлов
2. 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. Привести схему 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 2048 кбит/с (с цифровым транзитом остальных каналов);
- образование групповых каналов циркулярной связи (конференц-каналов);
- кроссировка каналов в пределах группы (до четырех) первичных цифровых потоков с программируемой конфигурацией коммутационной матрицы;
- образование интерфейса со скоростью передачи  $n \times 64$  кбит/с ( $1 \leq n \leq 31$ ) 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 Евроконструкции 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 5.1) состоит из последовательно следующих друг за другом сверхциклов. Каждый сверхцикл содержит 16 циклов (ЦО - Ц15). Циклы, в свою очередь, разделяются на 32 канальных интервала (КИО-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:

КИО, КИ1, КИ2, .... КИ31.

Отсчет КИ в цикле начинается с КИО, содержащего цикловой синхросигнал «0011011», передаваемый в Р2 - Р8 четных циклов сверхцикла. Разряд Р1 в КИО во всех циклах используется для организации передачи дискретной информации со скоростью 8 кбод. В нечетных циклах символ разряда Р3 в КИО 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 КИО нечетных циклов не регламентируется и на их места формируется «1».

Циклы в сверхцикле нумеруются следующим образом: ЦО, Ц1, Ц2, ..., Ц15, отсчет циклов в сверхцикле начинается с ЦО, в котором передается сверхциклового синхросигнал «0000» в разрядах Р1 — Р4 шестнадцатого канального интервала (КИ16). Символы остальных разрядов КИ16 в Ц0 имеют вид: Р5 - «1», Р7 - «0», Р8 - «1», Р6 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 (Р1 и Р2), ТК2 в Ц2 (Р1 и Р2), .... ТК15 в Ц15 (Р1 и Р2); ТК16 в Ц1 (Р5 и Р6), ТК17 в Ц2 (Р5 и Р6), ... ТК30 в Ц15 (Р5 и Р6).

Символы Р3, Р7 КИ16 в любых циклах сверхцикла имеют значение "0", а символы Р4, Р8 - "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.

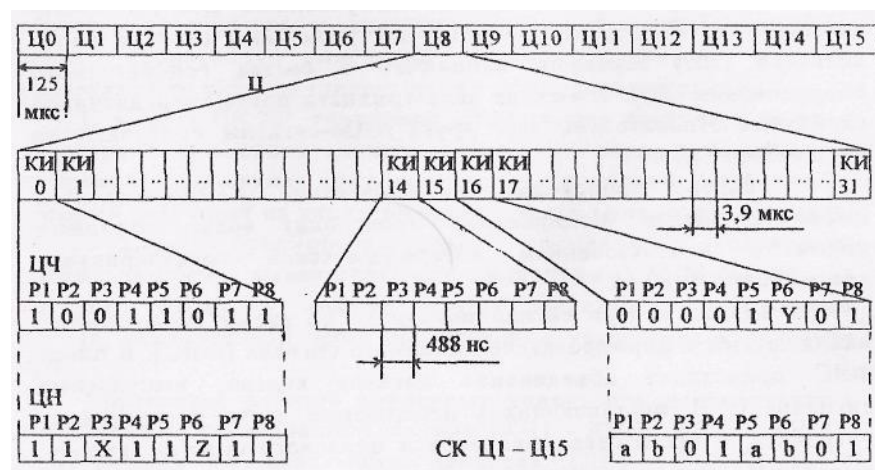


Рисунок 5.1 - Временной спектр линейного сигнала (структура цикла).

- 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 на рисунке 5.2 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).

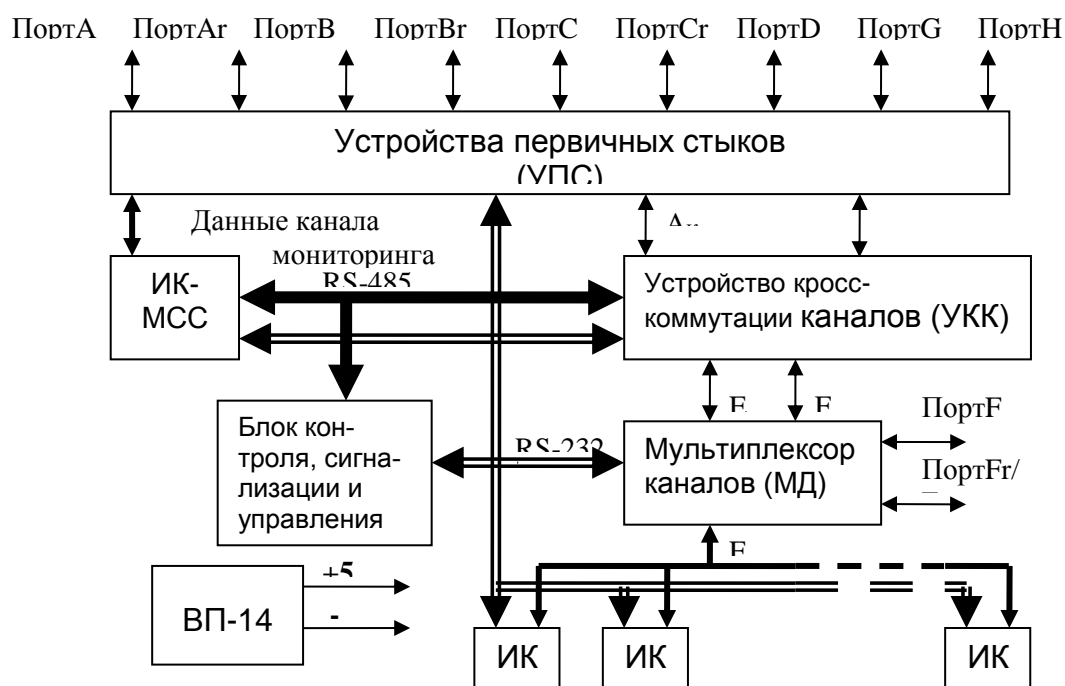


Рисунок 5.2 - Структурная схема мультиплексора МК-2048

На рисунке 5.3 представлено размещение модулей в блоке.

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

Рисунок 5.3 - Расположение блоков в секции мультиплексора МК-2048/ГК

Плата ИК-04/3К 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 Fr/Е, 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 5.1

Таблица 5.1 - 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 5.2.

Таблица 5.2 - 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 5.3. Окончания портов TS1, TS2, TS3, TS4, TS5, TS6 канальных интерфейсов выведены на кросс-плату аппаратуры.

Таблица 5.3 - электрические параметры четырехпроводного канала ТЧ

Наименование параметра	ТЧ канал					
	2-х проводный			4-х проводный		
Закон компандирования	А			А		
Номинальные измерительные уровни на входе	0 дБ	0 дБ	0 дБ	-13 дБ	-3,5 дБ	-4,3 дБ
Номинальные измерительные уровни на выходе	- 2 дБ	- 3,5 дБ	- 7 дБ	+4, 3 дБ	- 3,5 дБ	- 13 дБ
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		

<p>Величина искажений затухания относительно значения на частоте 1020 Гц для режима аналог-цифра и цифра-аналог в диапазоне частот:</p> <p>200-300 Гц 300-400 Гц</p> <p>400-600 Гц 600-2400 Гц 2400-3000 Гц 3000-3400 Гц 3400-3600 Гц</p>	<p>не менее - 0,3 дБ</p> <p>- 0,3 ÷ + 1,0 дБ</p> <p>- 0,3 ÷ + 0,75 дБ</p> <p>- 0,3 ÷ + 0,35 дБ</p> <p>- 0,3 ÷ + 0,55 дБ</p> <p>- 0,3 ÷ + 1,5 дБ</p> <p>не менее - 0,3 дБ</p>	<p>не менее - 0,25 дБ</p> <p>-0,25 ÷ +0,25 дБ</p> <p>± 0,25 дБ</p> <p>± 0,25 дБ</p> <p>-0,25 ÷ +0,45 дБ</p> <p>- 0,25 ÷ + 0,9 дБ</p> <p>не менее - 0,25 дБ</p>
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 5.4, в соответствии с Рек. G.703 МСЭ-Т.

Таблица 5.4 - 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 4.

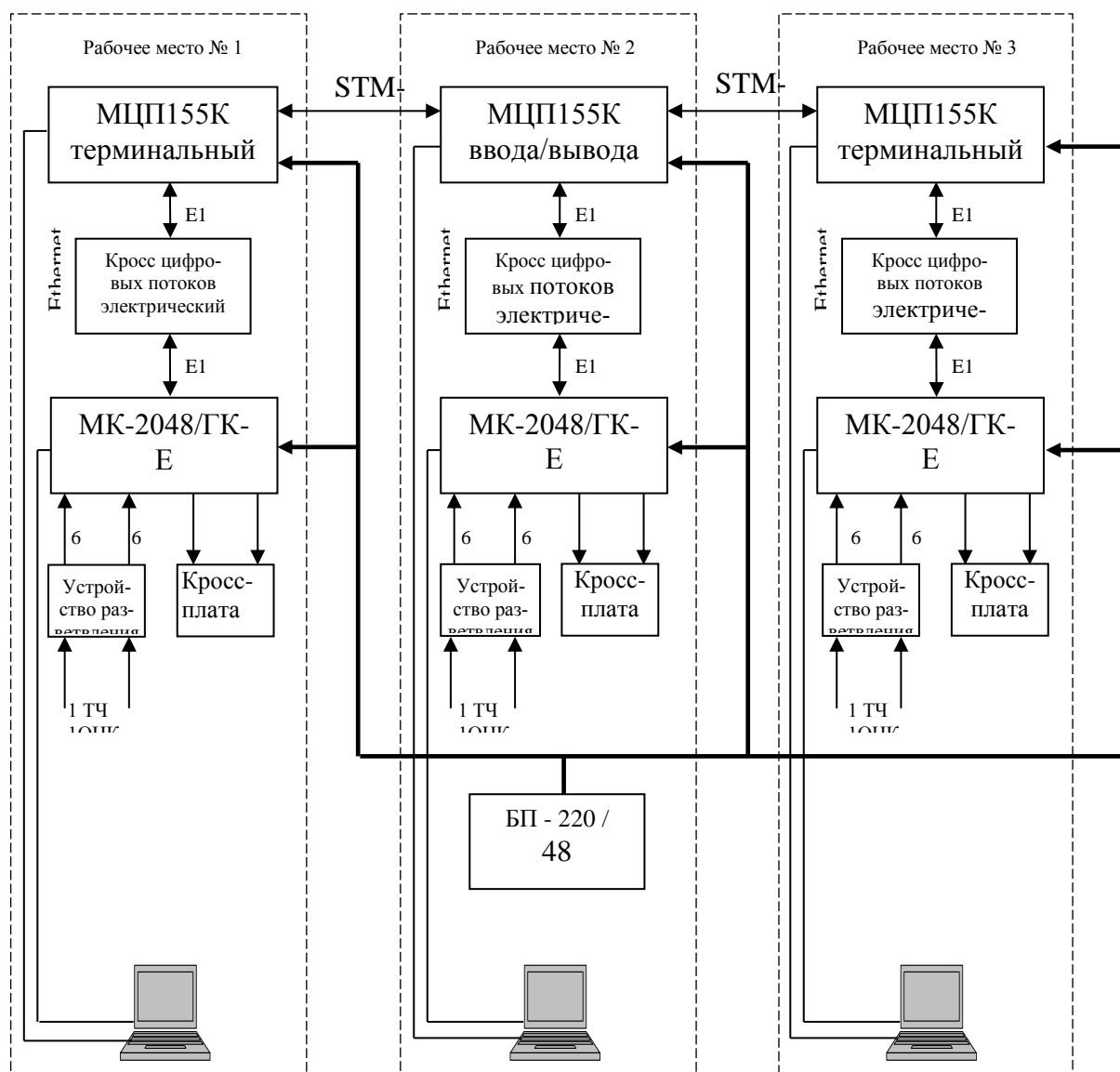


Рисунок 5.3 - структурная схема лабораторной установки

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 Р2 и Р3 должны быть замкнуты.

Гребенки Р4, Р5, Р6, Р8, Р9, Р10 должны быть свободны.

Гребенки Р7, Р11, Р12 и Р13 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 Р2, Р3 – технологические и при эксплуатации все контакты должны быть свободны.

Гребенка Р1 – 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 5.5.

Таблица 5.5 - 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	Р7/1, Р7/2	Разомкн.	Р8/1, Р8/2	Разомкн.	Р9/1, Р9/2	Разомкн.
Вых. +4 дБ	Р10/1, Р10/2	Замкн.	Р11/1, Р11/2	Замкн.	Р12/1, Р12/2	Замкн.
Вх. -3,5 дБ	Р7/1, Р7/2	Замкн.	Р8/1, Р8/2	Замкн.	Р9/1, Р9/2	Замкн.
Вых. -3,5 дБ	Р10/1, Р10/2	Разомкн.	Р11/1, Р11/2	Разомкн.	Р12/1, Р12/2	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 (четырёхпроводный 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 5.6.

Таблица 5.6 - 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-4U.

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

7.2.2 Управление параметрами. Верхние индикаторы отображают «УП» (Управления 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 5.7 - 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	Автогенерация
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	

7.2.3 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

7.2.4 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 осу-

ществляются кнопкой «П». Выбор порта осуществляется кнопкой «В». Кнопку «ВВ» инвертирует текущее состояние параметра и вводит его в аппаратуру.

Список параметров находится в таблице 5.8.

Таблица 5.8 - 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 5.9 - 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. 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 5.10.

Таблица 5.10 - 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	

7.3 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.
- 5.

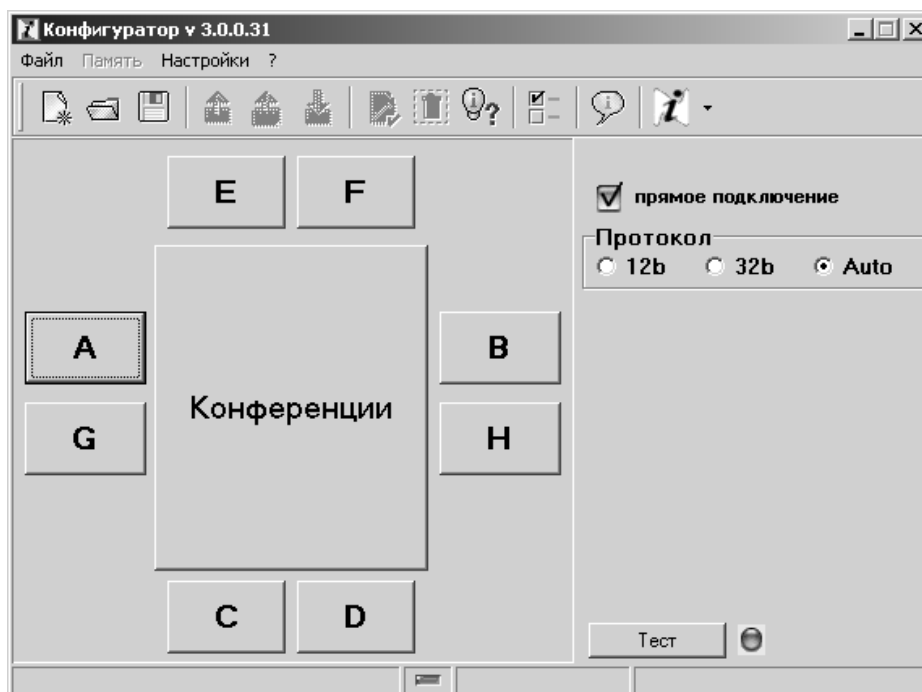


Рисунок 5.11 - Меню программы конфигурирования

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

На рисунке 7.1 представлено горизонтальное меню с условно структурным изображением гибкого мультиплексора. А, В, С, D, Е, F, G, Н - порты ввода вывода направления передачи, в нашем случае используются порты А, В , F и Е.

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 5.11;
4. выбрать меню «Память»;
5. выбрать пункт «Записать активную зону», при этом данные о конфигурации мультиплексора из компьютера записываются в память мультиплексора.

На рисунке 5.2 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 неактивную зону». По команде «Инициализация» происходит полное стирание памяти и инициирование нулевой зоны.

Порт А

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-

Рисунок 5.12 - Пример записи кросс-коммутации каналов

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 5.3). Подготовить мультиметр 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 мультиметра 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 300-3400Гц при неизменном уровне сигнала на входе (-13 дБ) при четырехпроводном окончании; измерения  $P_{\text{вых}}$  рекомендуется выполнять на частотах 300, 400, 600, 1200, 2400, 3000 и 3400Гц;
- записать результаты измерений в таблицу 5.11 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 5.11 –Результаты измерений

f, кГц	0,3	0,4	0,6	1,2	2,4	3,0	3,4	4,0
$P_{\text{вых}}$ , НП								
a, дБ								
A <sub>ост.</sub> , дБ								

Содержание отчёта.

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

Контрольные вопросы:

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

Рекомендованная литература

1. «Мультимплексор каналов с гибким конфигурированием МК-2048/ГК-Е», руководство по эксплуатации, г. Санкт-Петербург, 2005 г.
2. А.Д. Моченов, В.Н. Гордиенко, В. В. Крухмалев «Многоканальные телекоммуникационные системы. Часть II», Ростов-на-Дону, РГУПС 2005г.
3. И.И. Власов, М.М. Птичников. Измерения в цифровых сетях связи. Москва «Пост-маркет» 2004 г.

4. В.В. Крухмалев, В.Н. Гордиенко, Б.Г. Спасский. Цифровые системы передачи с импульсно-кодовой модуляцией и временным разделением каналов. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. Часть 1. Ростов-на-Дону, 2005 г.
5. <http://www.novel-il.ru>
6. <http://www.rotek.ru>
7. Программное обеспечение аппаратуры МК-2048/ГК-Е.

## Регенерация цифровых сигналов

### Цель работы:

1. Закрепить знания по принципам регенерации цифровых сигналов в ЦСП плезиохронной иерархии.
2. Исследовать процесс регенерации цифрового сигнала.

### Задание:

1. Изучить структурную схему линейного регенератора плезиохронной иерархии.
2. Исследовать работу регенератора при различных моделях линии связи.

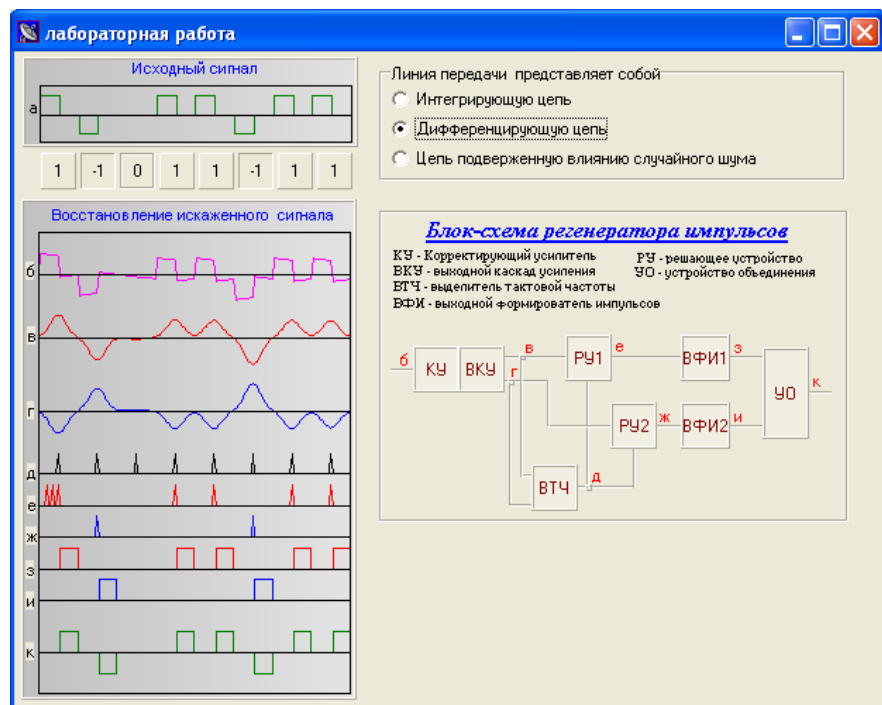
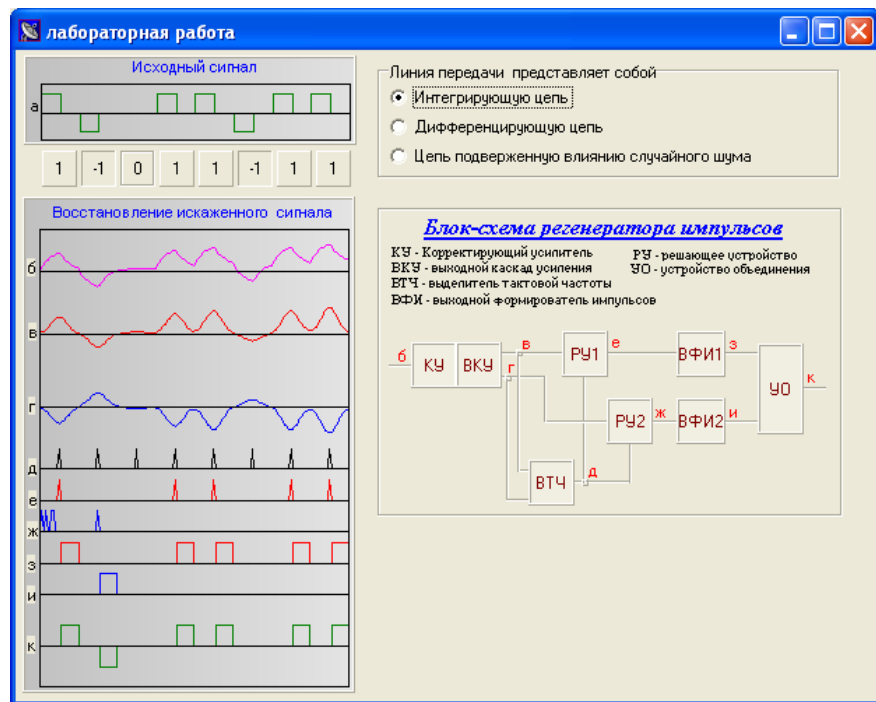
### 3 Порядок выполнения работы

Лабораторное занятие основано на выполнении компьютерной программы, позволяющей получить необходимые теоретические сведения, пройти тестирование на их усвоение и, в дальнейшем, провести наглядное моделирование всех шагов работы регенератора.

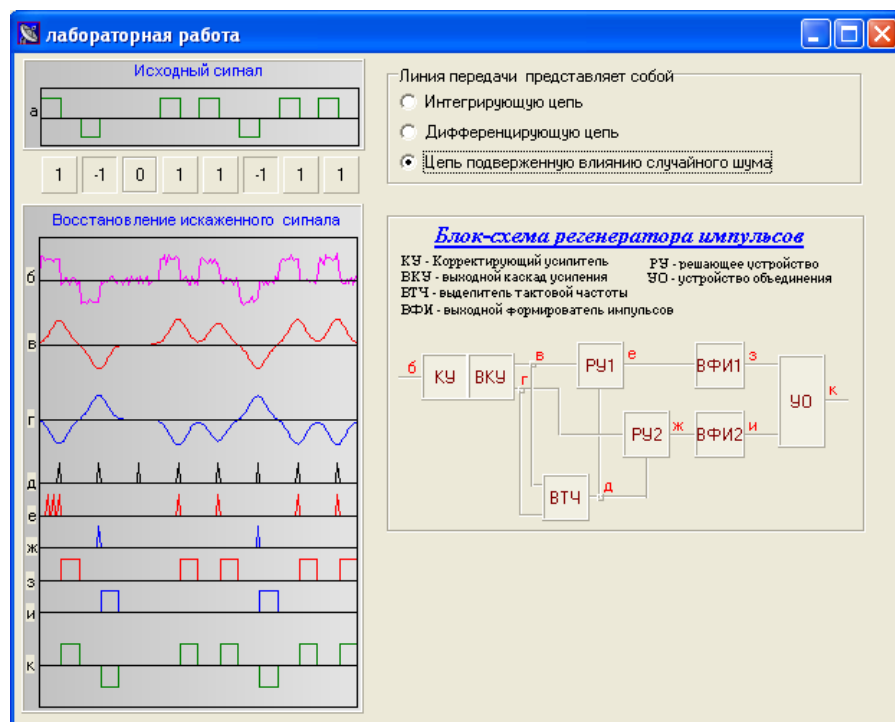
Студент должен получить от преподавателя значение двоичного кода, имитирующего входной канальный сигнал регенератора после успешного тестирования ввести полученное значение в соответствующее «окно» программы, проанализировать каждый этап работы регенератора, занести основные данные всех этапов в отчет по работе, сделать выводы.

Для более наглядной работы программы-симулятора желательно, чтобы в тестовой входной последовательности присутствовали импульсы обеих полярностей

Ниже приведены основные этапы работы программы-симулятора.







#### 4 Отчет по работе

1. Зарисовать структурную схему регенератора.
2. Зарисовать все эпюры сигналов в контрольных точках регенератора для трех моделей линии связи в отчет по работе.
3. Оценить возможные ошибки регенератора.
4. Сделать выводы.

#### 5 Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен регенератор в ЦСП с ИКМ?
2. Какая форма линейного цифрового сигнала выбрана в ЦСП ИКМ и почему?
3. В какой части схемы регенератора осуществляется автоматическая регулировка усиления и в каких пределах?
4. Какие основные устройства входят в состав схемы выделения тактовой частоты?
5. С какой целью и как формируется пороговое напряжение в регенераторе ЦСП?
6. Каким образом осуществляется преобразование восстановленного в регенераторе цифрового сигнала в линейный цифровой сигнал?
7. С какой целью регенерация положительных и отрицательных импульсов линейного сигнала идет отдельно в параллельных ветвях регенератора?
8. Поясните работу устройства выделения тактовой частоты.

9. Поясните работу решающего устройства.
10. Поясните работу формирователя выходных импульсов.

### **Рекомендованная литература**

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, 2013. – 352 с.: ил