

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 по лабораторным занятиям  
по дисциплине: «Цифровые системы передачи»

для студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения

Направление подготовки – 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии  
и системы связи

Профиль - Инфокоммуникационные системы и сети

Ростов-на-Дону

2022

Методические указания по лабораторным занятиям  
по дисциплине: ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Составитель: Герасимов И.Н. ктн, доцент,

Рассмотрены и одобрены  
на заседании кафедры ИТСС.  
Протокол от «28» ноября 2022 г. № 4

# **I ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

## *1.1 Цели и задачи*

Данный практикум является основополагающим звеном в изучении принципов построения цифровых систем передачи.

*Основная цель практикума – научить:*

1. Производить все виды инженерных расчетов, связанных с проектированием и эксплуатацией современных цифровых систем передачи;
2. Работать с основными характеристиками и параметрами цифровых сигналов связи и передачи данных.
3. Эксплуатировать телекоммуникационные средства.

## *1.2 Общие правила работы в лаборатории*

Поскольку все лабораторные занятия рассчитаны на применение компьютеров или лабораторных установок, то 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.

## *1.3 Подготовка к лабораторным занятиям*

1. Повторить теоретический материал, относящийся к работе, пользуясь конспектом лекций и указанной литературой;
2. Хорошо уяснить цели работы, программу работы, порядок выполнения работы.

## *1.4. Порядок проведения лабораторных занятий*

1. Уяснение цели и темы лабораторного занятия.
2. Краткое ознакомление с теоретическим материалом по теме занятия с помощью компьютера.
3. Получение от преподавателя индивидуальных исходных данных для выполнения лабораторной работы.
4. Выполнение заданий, расчетов и составление отчета.
5. Защита отчета о лабораторной работе.

## **ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1**

### **Кодер ИКМ-30**

#### **1. Цели работы.**

Закрепить знания по методам кодирования в каналах ЦСП, методам нелинейного кодирования по А-закону квазилогарифмического компандирования. Получить практические навыки расчетов основных этапов кодирования в ЦСП ИКМ-30. Овладеть методикой синтеза структуры кодового слова на выходе кодера, используемого в ЦСП.

#### **2. Рекомендации.**

Изучить справочный материал в [1] с.50-67, 96-102.

#### **3. 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 кодирования.

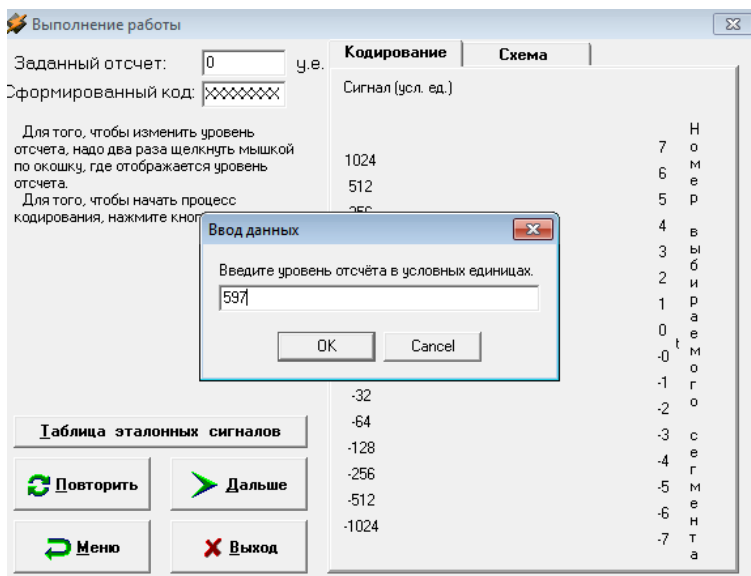
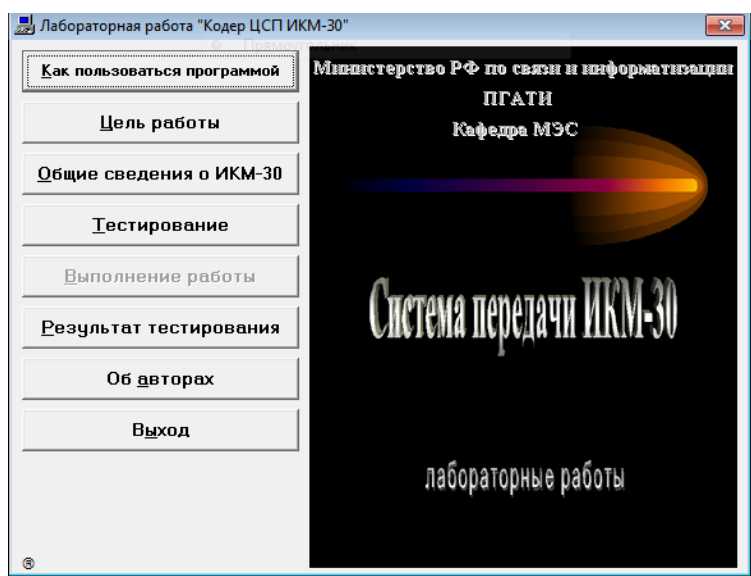
Студент должен получить от преподавателя значение отчета в условных единицах, после успешного тестирования ввести полученное значение в соответствующее «окно» программы, проанализировать каждый этап кодирования, занести основные данные всех этапов в отчет по работе, сделать выводы.

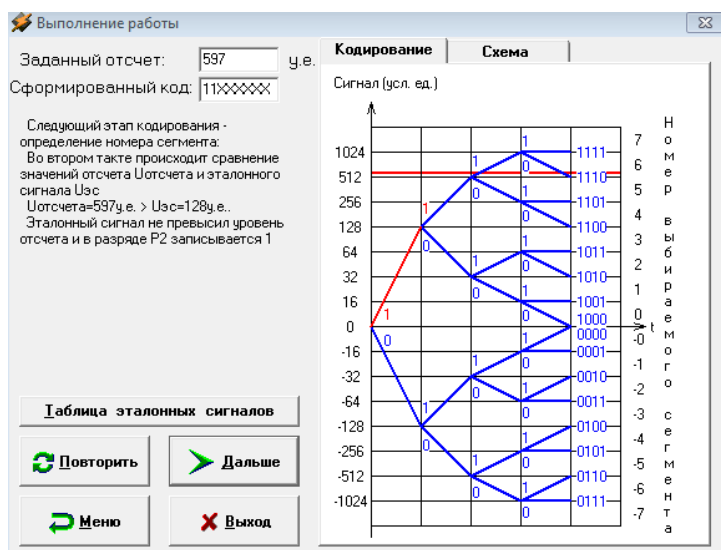
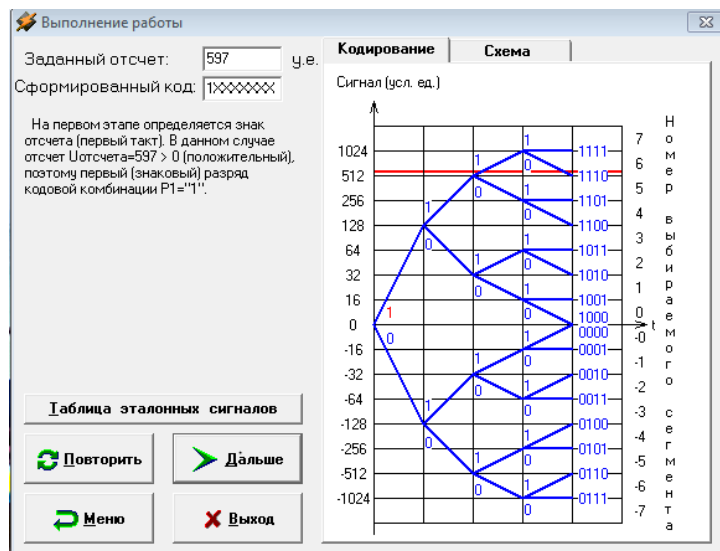
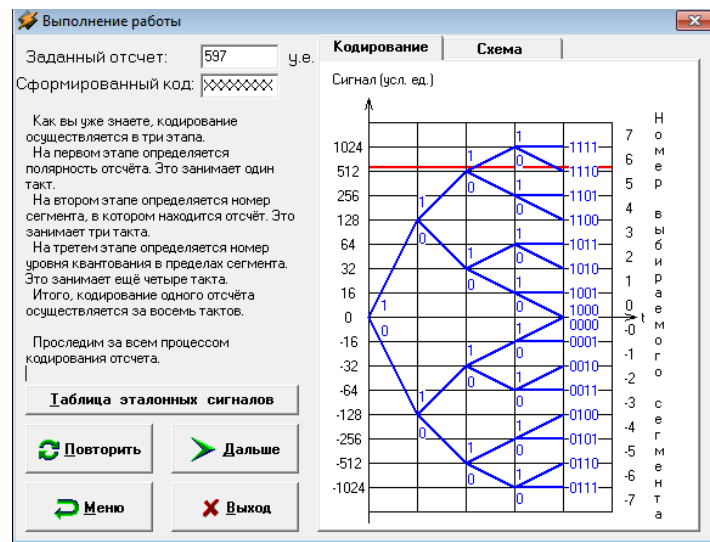
#### **4. Задание на выполнение лабораторной работы.**

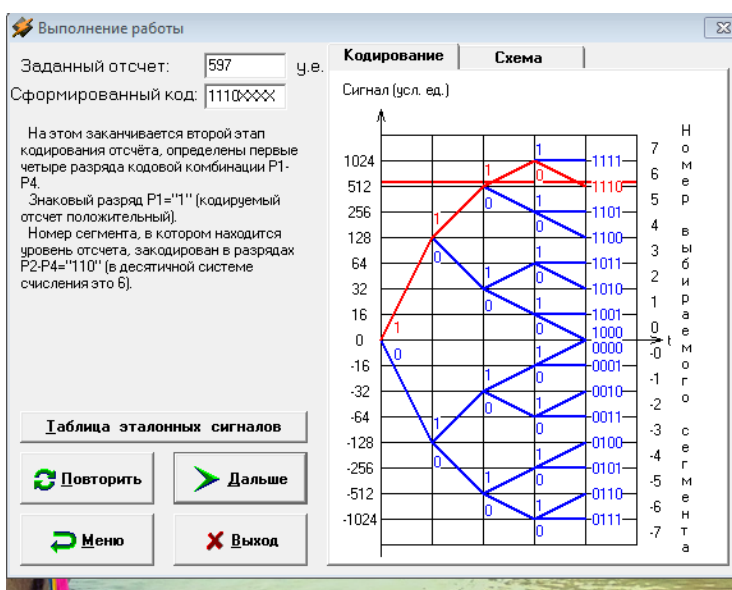
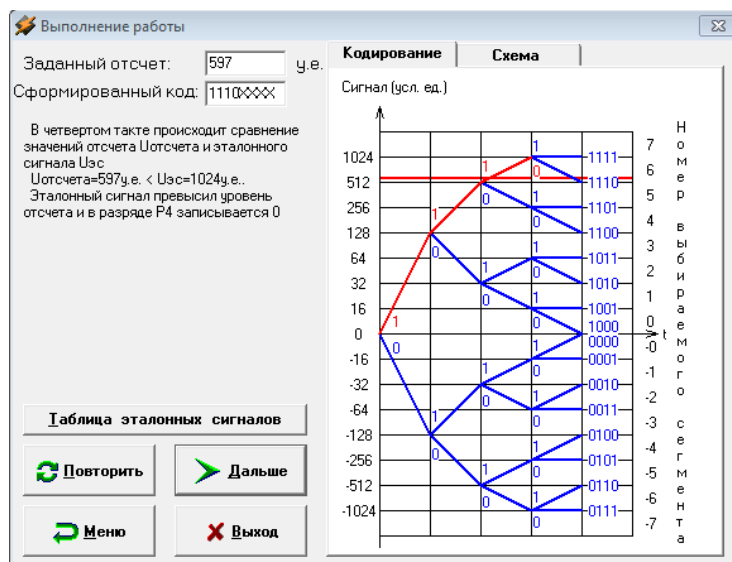
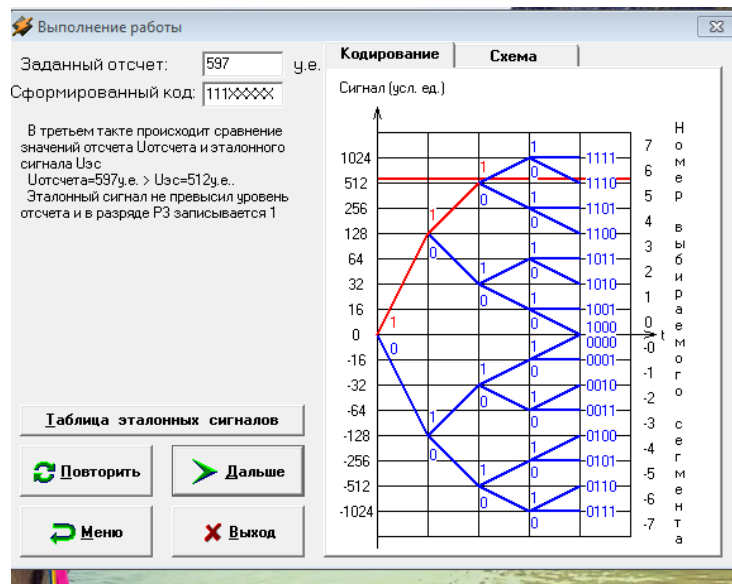
1. По заданному преподавателем значению АИМ отчета провести с помощью программы - симулятора расчет всех промежуточных значений вычислений кодера в процессе сравнения значения отчета и его остатков с эталонными значениями соответствующих сегментов кодера;

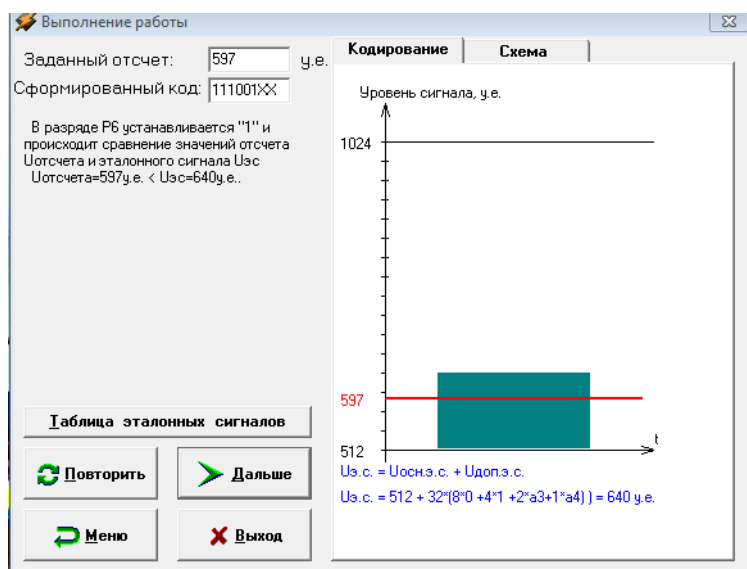
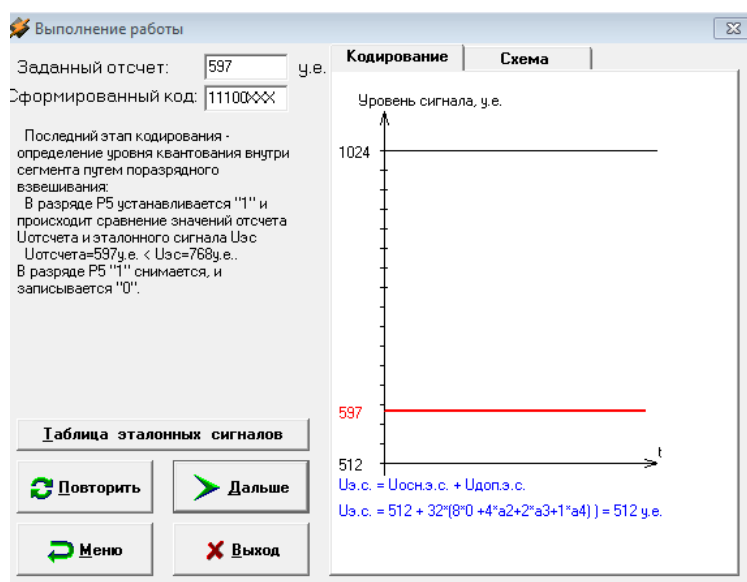
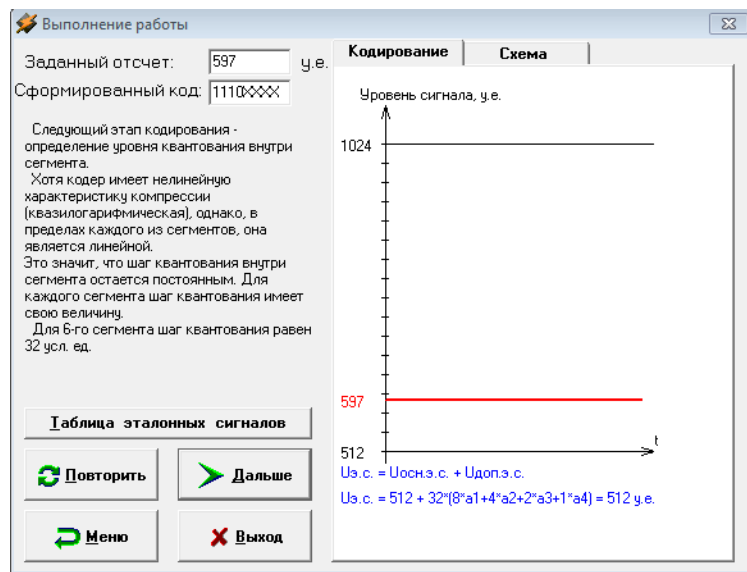
2. Получить двоичное значение, соответствующее выходному цифровому сигналу кодера;
3. Оценить ошибку квантования;
4. Составить структурную схему кодера ИКМ-30;
5. Занести основные данные всех этапов в отчет по работе.
6. Сделать выводы.

Ниже приведены основные этапы работы программы-симулятора.

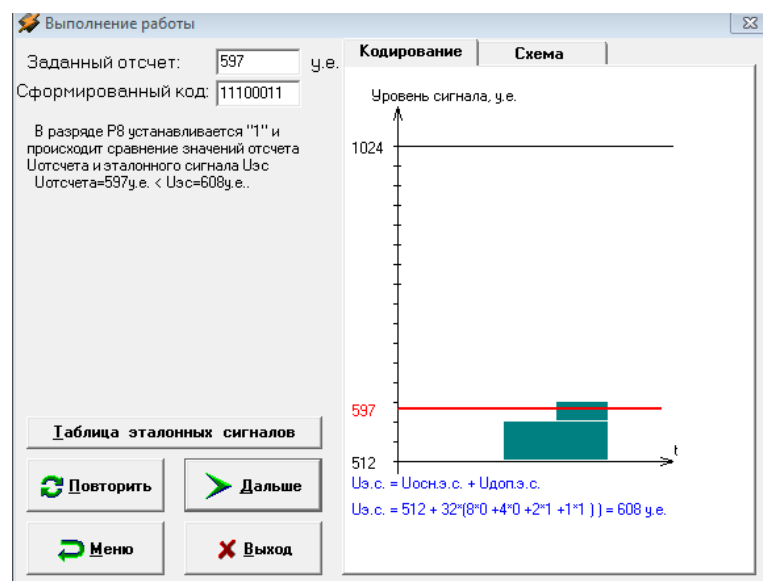
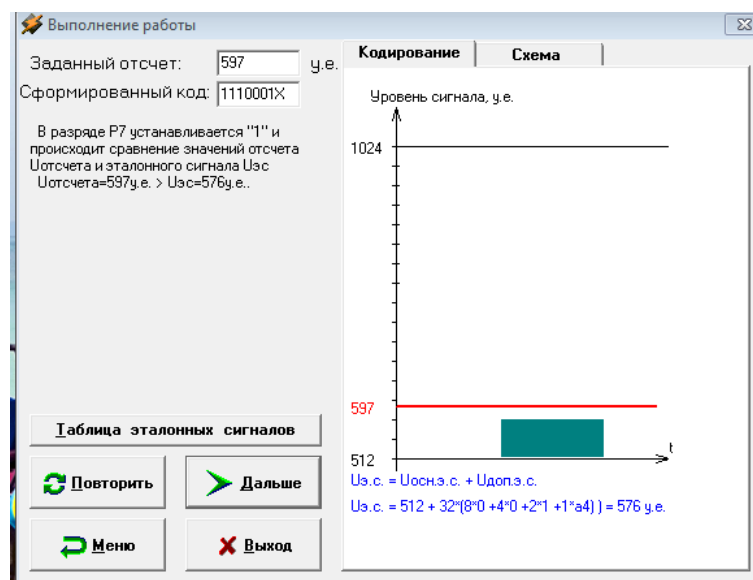
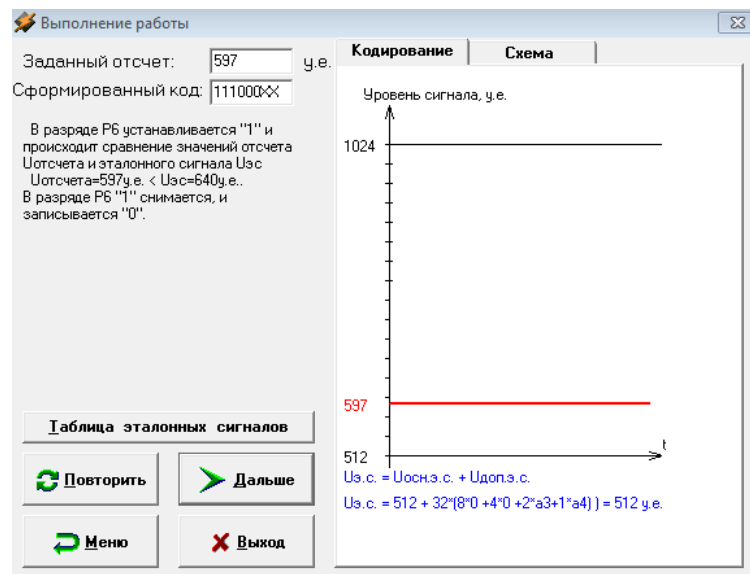


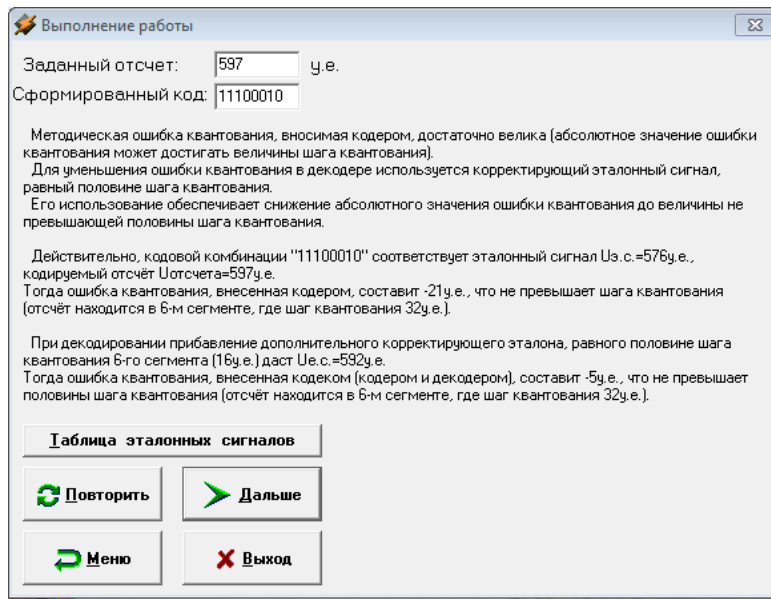












## 5. Контрольные вопросы.

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?

### Содержание отчета.

Тема, цель занятия. Структурная электрическая схема кодера. Индивидуальные исходные данные – структура АИМ отчета в условных единицах. Последовательность этапов

преобразования отчета при кодировании. Конечный результат кодирования - двоичный отчет. Процедура проверки ошибки кодера. Выводы.

## **5. 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.

## **ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2**

### **Декодер ИКМ-30**

#### **1.Цели работы.**

Закрепить знания по методам декодирования в каналах ЦСП, методам нелинейного декодирования по А-закону квазилогарифмического компандирования. Получить практические навыки расчетов основных этапов декодирования в ЦСП ИКМ-30. Овладеть методикой синтеза структуры АИМ-отчета на выходе декодера, используемого в ЦСП.

#### **2. Рекомендации.**

Изучить справочный материал в [1] с.50-67, 96-102.

#### **3. 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 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.

#### 4. Задание на выполнение лабораторной работы.

1. По заданному преподавателем значению двоичного восьмиразрядного кода провести с помощью программы - симулятора расчет всех промежуточных значений вычислений декодера в процессе декодирования;
2. Получить значение АИМ отчета в виде десятичного числа, соответствующее выходному сигналу декодера;
3. Оценить ошибку квантования;
4. Составить структурную схему декодера ИКМ-30;
5. Занести основные данные всех этапов декодирования в отчет по работе.
6. 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 ГЗТ соответствующей полярности ?

☒ Первый  
☐ Восьмой

Готово!

Ввод комбинации

Введите комбинацию снова

10101110

Продолжить Отмена

Кодовая комбинация должна содержать 8 символов !

Определение полярности отсчета

Полярность отсчета (его знак) определяется по первому символу кодовой комбинации следующим образом:

- если первый символ "0", то полярность ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ,
- если первый символ "1", то полярность ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ.

Ваша комбинация: 10101110

Т.к первый символ в Вашей комбинации "1", то полярность ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ.

▶ Продолжить

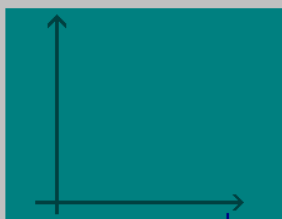
Определение величины отсчета

**Величина отсчета кодируется и, соответственно, декодируется в два этапа.**

(рекомендуется записывать дальнейшие рассуждения)

Дальше

Выход

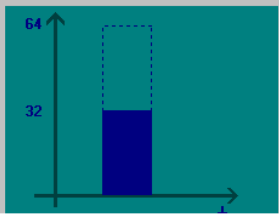


**Определение величины отсчета**

**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

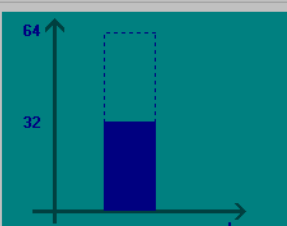
**Определение величины отсчета**

**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:

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

2



Выход

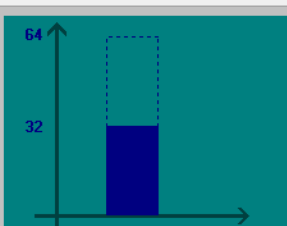
**Определение величины отсчета**

**Далее:**

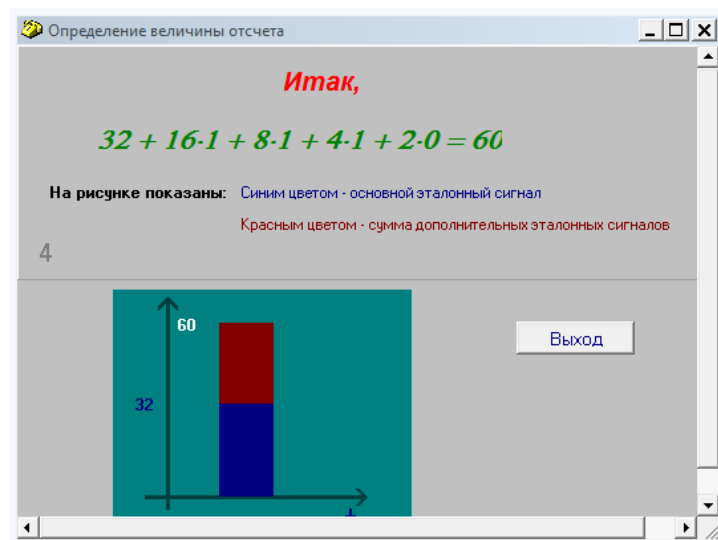
Сопоставим дополнительные эталонные сигналы с последними четырьмя символами введенной кодовой комбинации:

Дополнительные эталонные сигналы: **16    8    4    2**  
 Последние символы комбинации: **1    1    1    0**

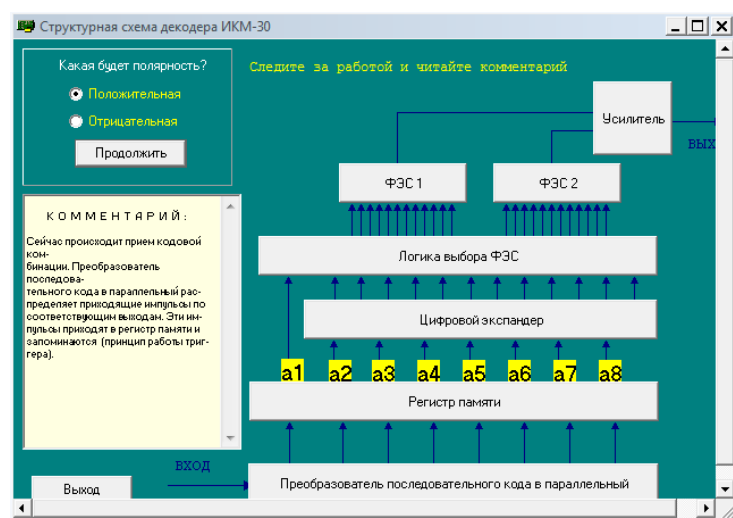
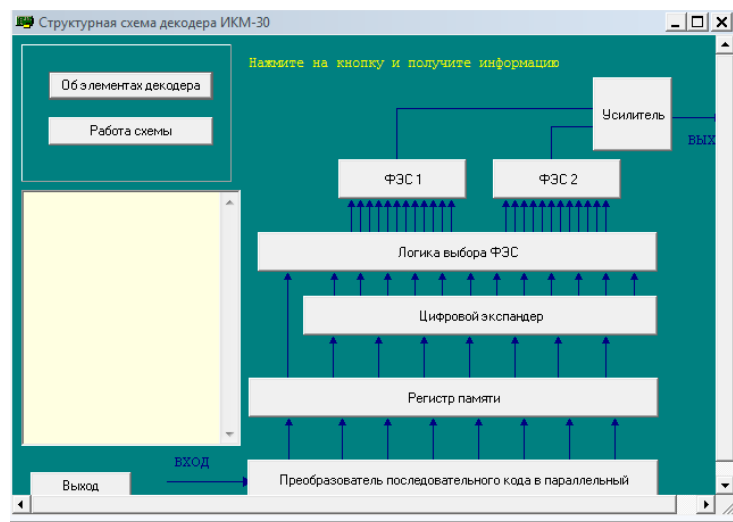
3 **!** если дополнительному эталонному сигналу соответствует единица,  
то он добавляется к основному эталонному сигналу,  
если ноль, то - нет Дальше

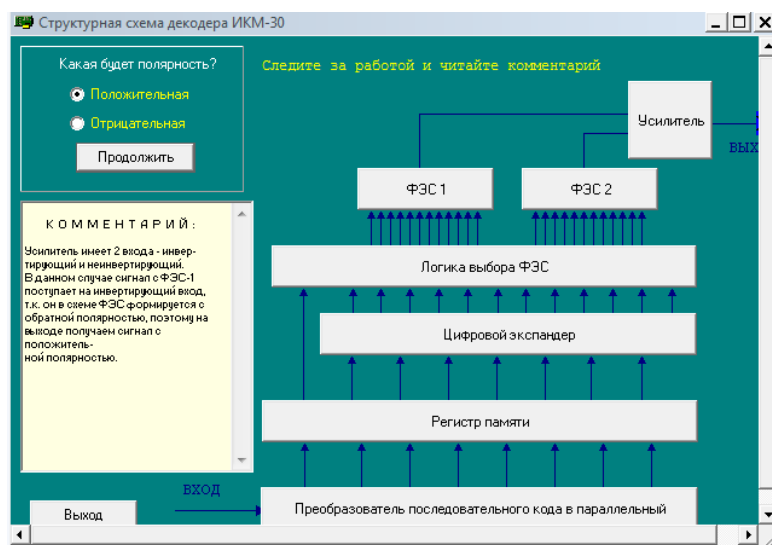
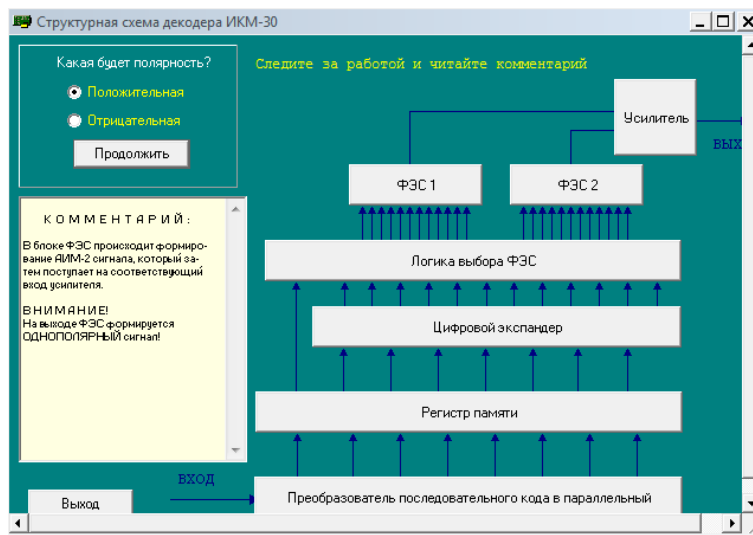


Выход



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







## **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?

## **Содержание отчета.**

Тема, цель занятия. Структурная электрическая схема декодера. Индивидуальные исходные данные – структура двоичного канального отчета. Последовательность этапов преобразования отчета при декодировании. Конечный результат декодирования - десятичный АИМ отчет. Процедура проверки ошибки всего кодека. Выводы.

## **6. 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.

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

### Линейные коды NRZ, AMI

#### 1. Цели работы.

Закрепить знания по методам линейного кодирования в трактах ЦСП., Получить практические навыки расчетов основных этапов формирования линейных кодов NRZ, AMI, применяемых в ЦСП. Овладеть методикой синтеза структуры линейных кодов, используемых в ЦСП.

#### 2. Рекомендации.

Изучить справочный материал в [1] с.265 - 268.

#### 3. Порядок выполнения работы.

1. Опрос по теоретическому материалу занятия и изучение блока кратких теоретических сведений (с помощью компьютера).
2. Уяснение задачи, методики расчетов и индивидуальных исходных данных, полученных от преподавателя.
3. Расчеты структур линейных кодов: NRZ, AMI.
4. Синтез графических отображений структур линейных кодов, соответствующих исходным данным, полученным от преподавателя.

#### Методика расчета:

В таблице 1 представлена кодовая последовательность.

Таблица 1

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

На рисунке 1 представлена последовательность из таблицы 1 в двоичном коде.

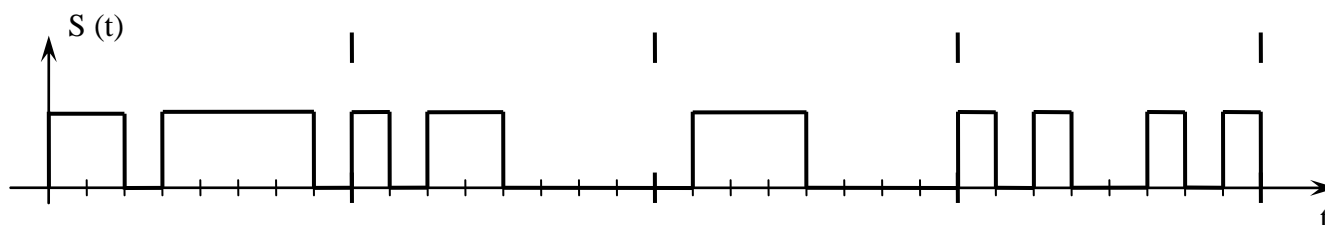


Рис.1.

При передаче «1» и «0» исходной информации может использоваться двух любых элементов видеопульсового сигнала.

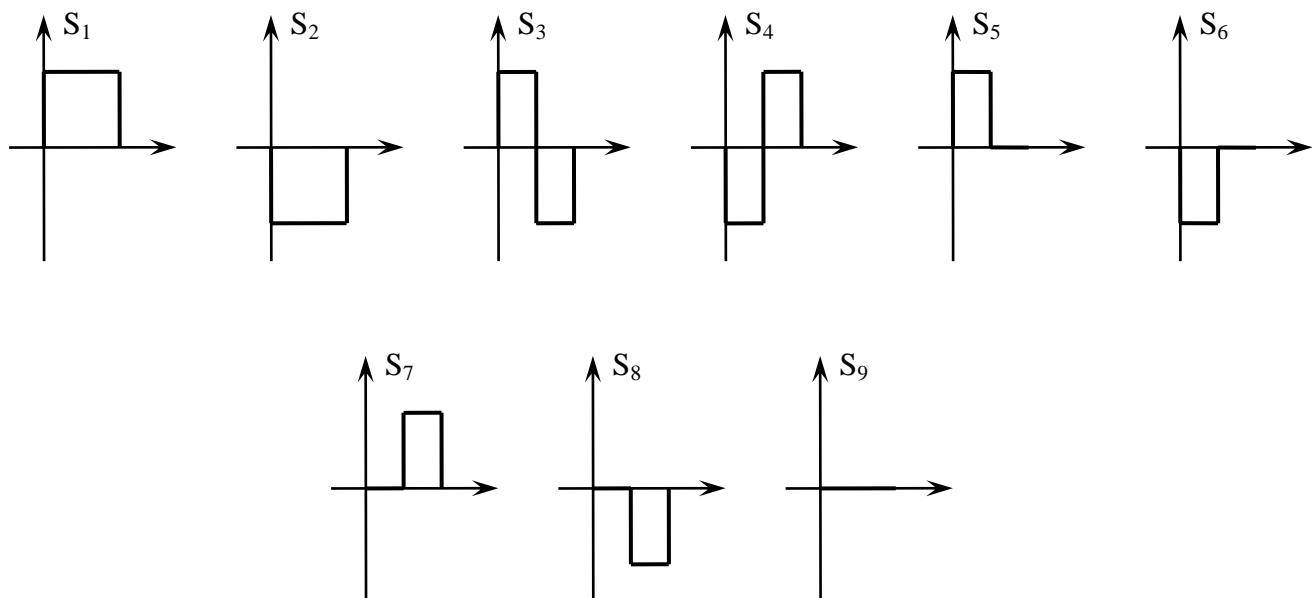


Рис.2. Элементы видеоимпульсных сигналов  
Код без возвращения к нулю БВН (NRZ)

«1» —  $S_1(t)$   
«0» —  $S_2(t)$

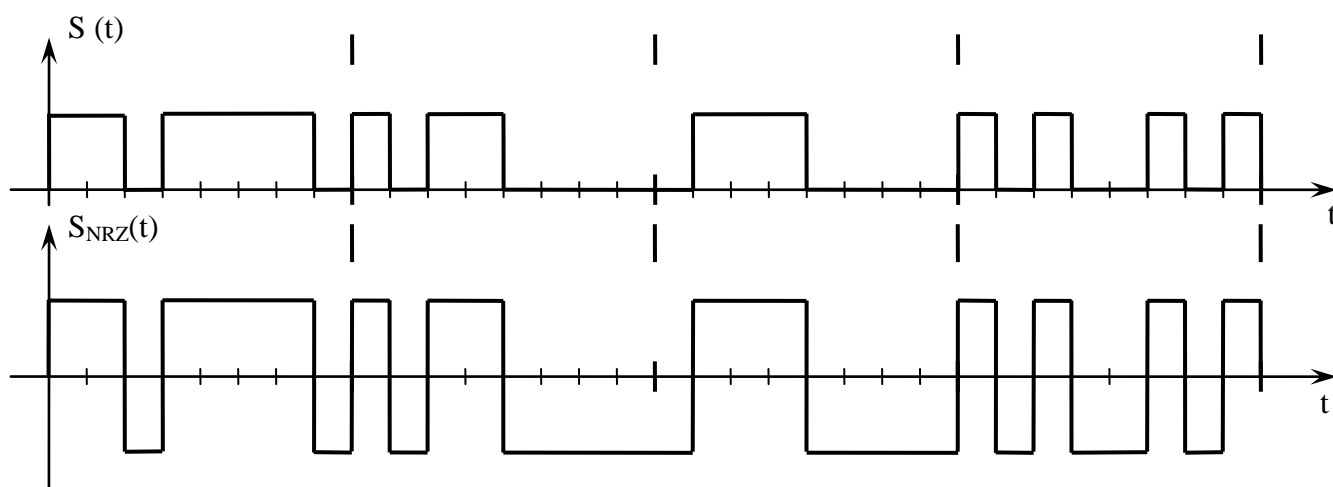


Рис.3.

Код с чередованием полярности импульсов ЧПИ (AMI)

«1» —  $S_5(t) / S_6(t)$   
«0» —  $S_9(t)$

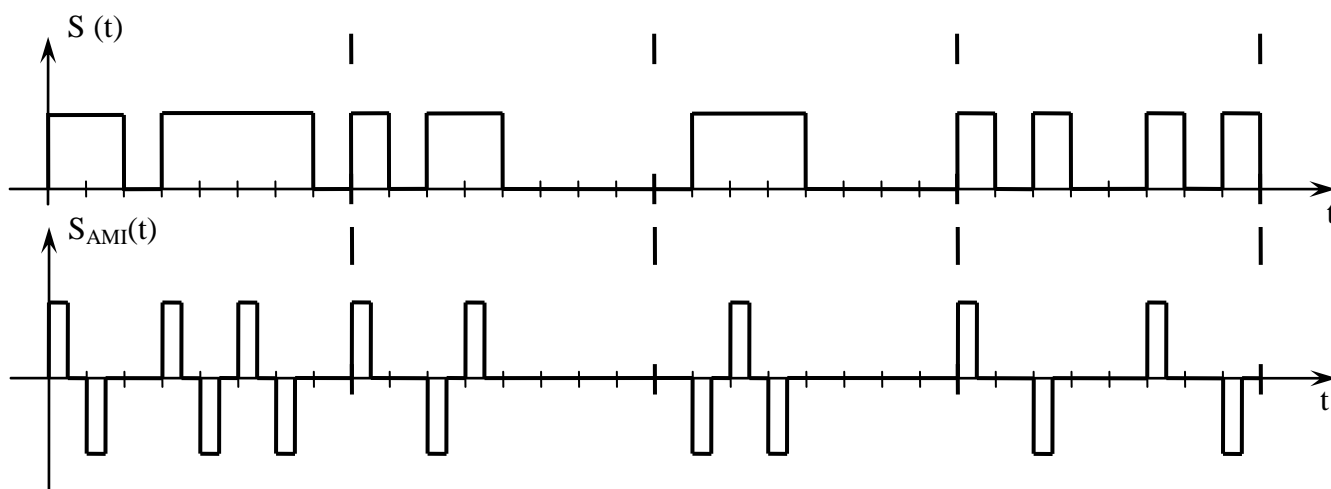


Рис.4.

В таблице 1 приведены пять вариантов заданий.

Таблица 1

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	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	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

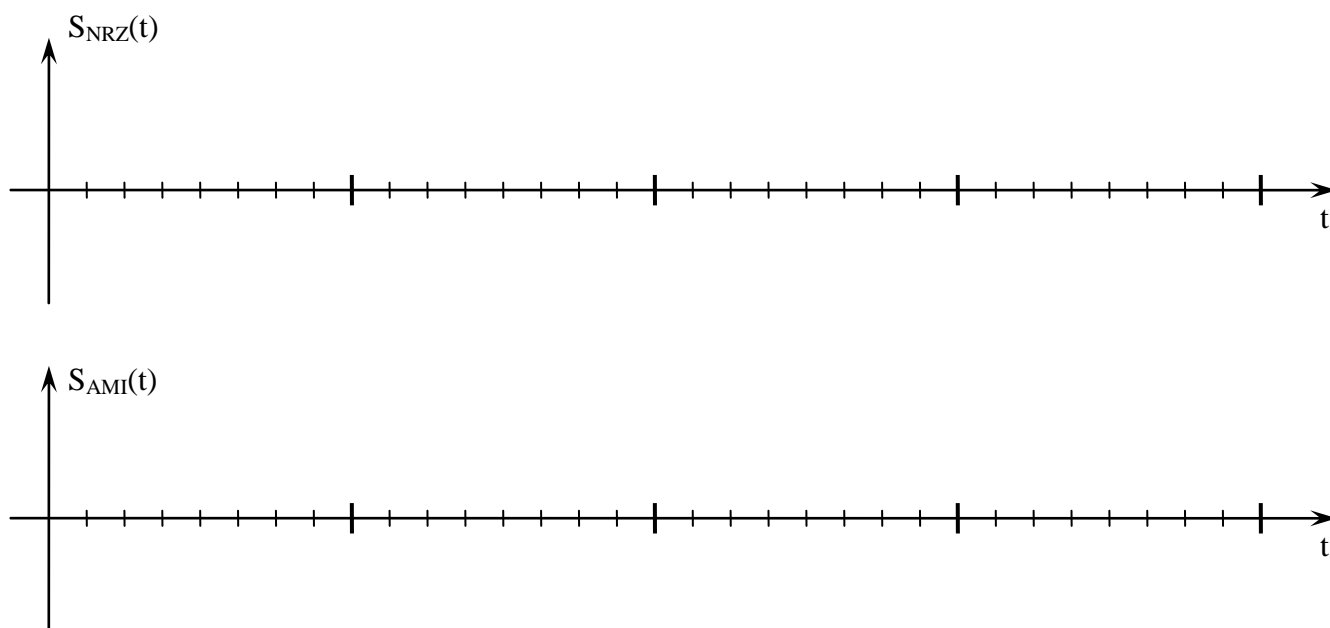
### Расчётная часть

Запишите свой вариант задания в таблицу 2 и переведите в код NRZ и AMI.

Таблица 2

Код	Y1								Y2								Y3								Y4							
NR																																
AMI																																

Зарисуйте кодированный цикл.



### Практическая часть

Соберите схему, изображённую на рисунке 1.

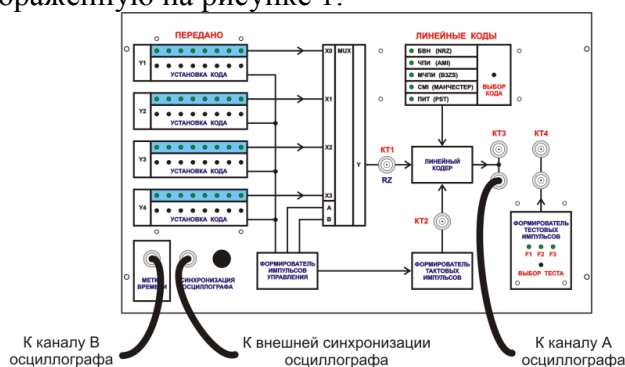


Рисунок 1. Схема установки.

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, передвиньте осциллограмму к удобному расположению для зарисовки, зарисуйте осциллограммы потоков Y2, Y3 и Y4;
- установите код AMI;
- зарисуйте осциллограммы потоков Y1, Y2, Y3 и Y4.

### 4. 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 спектральный состав линейного сигнала ЦСП.
6. Поясните, зачем используются биимпульсы укороченной в два раза длительности относительно длительности бита информационного импульса.
7. Поясните функции кодера передачи в аппаратуре ЦСП.
8. Поясните функции декодера приема в аппаратуре ЦСП.
9. Перечислите основные требования к коду передачи.
10. Перечислите основные характеристики кодов.
11. Поясните физическую суть работы выделителя тактовой частоты.

### **Содержание отчета.**

Таблица с исходным кодом. Структурная электрическая схема измерений. Зарисовки осциллограмм синтезированных кодов NRZ и AMI. Выводы.

### **5. Литература.**

2. 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.

### **ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 4**

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

##### **1. Цели работы.**

1. Закрепление знаний основ построения телекоммуникационных систем плезиохронной иерархии.
2. Изучение принципов формирования цифровых потоков основными функциональными элементами аппаратуры ЦСП ИКМ-480.
3. Получение навыков и освоение методики определения состояния функциональных элементов аппаратуры ЦСП ИКМ-480.

##### **2. Рекомендации.**

Изучить справочный материал в [1] с.115-117, с.134-137.

### **3. Порядок выполнения работы.**

1. Изучение структурной схемы телекоммуникационных систем плезиохронной иерархии, их технических характеристик.
2. Изучение структуры учебной магистрали телекоммуникационной системы.
3. Исследование принципов формирования цифровых потоков в ЦСП плезиохронной иерархии.
4. Исследование унифицированной аппаратуры формирования цифрового потока Е1 АКУ-30.
5. Практическое исследование состояния аппаратуры ЦСП ИКМ-480 и измерение контролируемых параметров.

#### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить структуру цифрового потока Е1 и метод его формирования.
2. Изучить принцип объединения цифровых потоков Е1 в поток Е2, содержание служебных и информационных позиций.
3. Изучить принцип объединения цифровых потоков Е2 в поток Е3, содержание служебных и информационных позиций.
4. Изучить принцип объединения цифровых потоков Е3 в поток Е4, содержание служебных и информационных позиций.
5. Зафиксировать результаты исследования в отчете.

#### **1. Исследование унифицированной аппаратуры формирования цифрового потока Е1 АКУ-30.**

Изучить схему электрическую структурную АКУ-30, принцип её работы и виды сигналов. Зафиксировать результаты исследования в отчете.

#### **2. Проверка работоспособности систем сигнализации стойки САЦК и комплектов АКУ-30 и КСО.**

- перевести тумблеры на КСО и на комплекте источников электропитания (КИЭ) в положение ВКЛЮЧЕНО, при этом светятся светодиоды 24/60 на КСО и ИКМ Пр на комплекте АКУ-30, а так же лампочки на верхней раме стойки, желтые лампы на транспаранте и общестоечном табло, звенит звонок;
- нажать кнопку ОТКЛ. ИНДИКАЦИИ на КСО; при этом должны выключиться звонок и лампочка на верхней раме стойки;
- нажать кнопку ПРОВЕРКА ИНДИКАЦИИ на КСО, при этом должны светиться все светодиоды на КСО и на комплекте АКУ-30, а так же указанные лампочки, звенит звонок;
- отжать кнопку ПРОВЕРКА ИНДИКАЦИИ; светодиоды, лампочки и звонок отключатся, кроме светодиодов 24/60 на КСО и ИКМ Пр на комплекте АКУ-30.

Нажать кнопку ВКЛ ШЛЕЙФА. Должен светиться светодиод ВКЛ ШЛЕЙФА и погаснуть светодиод ИКМ Пр на комплекте АКУ-30, желтые лампочки на транспаранте и общестоечном табло;

- выключить тумблер на КИЭ, при этом должны светиться светодиоды +5В и –5В на комплекте АКУ-30, лампочка на верхней раме стойки, все лампы на транспаранте и общестоечном табло и звонить звонок;
- включить тумблер на КИЭ, при этом указанные элементы сигнализации должны отключиться. Выключить тумблер на КСС, при этом должен светиться светодиод +5В на КСО, лампочка на верхней раме стойки, красные лампы на транспаранте и общестоечном табло, звонить звонок. При включении тумблера на КСО указанные элементы сигнализации отключаются;
- нажать на КСО кнопку 1/АКУ-30 и кнопку вызов, при этом должны светиться светодиоды ВЫЗОВ на комплекте АКУ-30, лампочка на верхней раме стойки, зеленые лампы на транспаранте и общестоечном табло, звонить звонок. При отжатии кнопки ВЫЗОВ указанные элементы сигнализации отключаются.

### **3. Проверка работоспособности систем сигнализаций стойки СВВГ**

- Нажать кнопку ПРОВ. Должны загореться индикаторы комплектов ВВГ-У, СО, СС и лампы на верхней раме СВВГ, а также звенеть звонок.
- Отжать кнопку ПРОВ. В течении одной минуты должны погаснуть все индикаторы (кроме «Фсигн»), лампы и отключиться звуковая сигнализация.

### **5. Проверка работоспособности систем сигнализаций стойки СОЛТ**

- Нажать кнопку «КОНТРОЛЬ» на лицевой панели блока БОС, должны загореться все элементы световой индикации расположенные на лицевых панелях УИ-1, УИ-2, УИ-3 и БОС, кроме светодиодов «Пр» на лицевых панелях УИ

### **6. Проверка работы комплекта АКУ-30 в режиме «передача-прием»**

- Режим работы «передача-прием» осуществить, нажав на лицевой панели комплекта кнопку ВКЛ ШЛЕЙФА. При этом должен засветиться индикатор, расположенный рядом с переключателем.
- составить схему измерений остаточного затухания канала ТЧ АКУ-30 в режиме ШЛЕЙФ.
- провести измерения установочного остаточного затухания ( $F=820\pm10$ Гц)
- результаты измерения зафиксировать с таблице, проанализировать и сделать выводы.

### **7. Измерение напряжений источников вторичного электропитания**

- составить схему измерений и представить её на утверждение преподавателю;
- измерить напряжение на контрольных гнездах «+», «-» и «⊥» комплекта АКУ-30. Они должны быть в пределах:  
(плюс  $5,00\pm0,25$ )В;  
(минус  $5,00\pm0,25$ )В;
- измерить выходные напряжения на контрольных гнездах «+», «-» и «⊥» ИВЭ.П24 САЦК. Они должны быть в пределах:  
(плюс  $5,00\pm0,25$ )В;  
(минус  $5,00\pm0,25$ )В;
- измерить напряжения на контрольных гнездах «+5В» и «-5В» относительно «⊥» комплекта КВВГ-1У;
- измерить напряжения на контрольных гнездах «+», «-» и «⊥» блоков СН. Напряжения должны быть в пределах:  
- ( $5,0\pm0,1$ )В на гнездах блоков 1, 11, 15;  
- минус ( $5,2\pm0,1$ )В на гнездах блоков 10, 24;



- $(12 \pm 0,5)$ В на гнездах блока 12;
  - минус  $(12 \pm 0,5)$ В на гнездах блока 25.
- Нумерация блоков приведена на панели стойки СТБГ.
- Измерить напряжения на контрольных гнездах «+», «-» и « » блоков СН.
- Напряжения должны быть в пределах:
- $(5,0 \pm 0,05)$ В – для блоков СН-24/5, расположенных слева в рядах ОЛТ1 и ОЛТ2, в устройствах ТМ, СС и в ОКС;
- $(5,20 \pm 0,05)$ В – для блоков СН24/5.2, расположенных справа в рядах ОЛТ1 и ОЛТ2;
- $(12,0 \pm 0,1)$ В – для блоков СН-24/12, расположенных в устройствах СС, ТМ.
- результаты измерений зафиксировать в таблице, сравнить с номинальными и сделать выводы.

#### **8. Наблюдение формы и измерение параметров частот задающих генераторов.**

- составить схему измерений и представить её на утверждение преподавателю;
- провести наблюдение формы и измерение частоты задающего генератора (гнездо ТАКТ на лицевой панели АКУ-30, номинальное значение частоты  $(2048,000 \pm 0,005)$ кГц;
- провести наблюдение формы и измерения параметров импульсных последовательностей в трактах передачи и приема (ГН. 4кГц ПЕР и ГН. 4кГц ПР);
- Провести наблюдение форм и измерение частоты задающего генератора СВВГ (гнездо ВЫХ..8 МГц, номинальное значение частоты  $(8448000 \pm 20)$ Гц);
- Провести наблюдение форм и измерение частоты задающего генератора СТБГ (гнездо «8592 КГц» на блоке ГЗ-Т, номинальное значение частоты  $(8592000 \pm 10)$ Гц);
- Результаты измерений зафиксировать в отчете.

По результатам измерений сделать выводы о соответствии полученных характеристик телекоммуникационных систем их номинальным значениям и состоянию работоспособности исследуемых систем.

#### **4. Контрольные вопросы.**

1. Объясните назначение ЦСП ИКМ - 480.
2. Назовите скорость передачи группового потока ИКМ - 480.
3. Перечислите состав аппаратуры ЦСП ИКМ – 480.
4. Назовите функции комплекта АКУ – 30.
5. Назовите функции системы служебной связи.
6. Объясните назначение и укажите состав СВВГ.
7. Перечислите причины срабатывания системы сигнализации стойки СВВГ
8. Объясните назначение и укажите состав СТБГ.
9. Назовите функции комплекта КТВГ.
10. Объясните назначение СОЛТ.

11. Перечислите состав оборудования СОЛТ.
12. Назовите основные параметры ОЛТ, ДП, СС.
13. Назовите основные параметры ТМУ и ТММ.

### **Содержание отчета.**

Тема, цель структурная электрическая схема учебная магистрали системы, Схема электрическая структурная АКУ – 30. Значение тактовой частоты линейного сигнала. Основные технические характеристики системы, таблица измерений контролируемых параметров по форме, представленной ниже.

№ измер.	Наим. измер. гнезд	Место измерения	Измеряемые параметры	Средства измерений	Схема соединений

### **5. Литература.**

1. В.В. Крехмалев, 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.
2. Техническая документация на систему ИКМ-480.

## **ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 5**

### **Мультиплексор МК-2048**

#### **1. Цели работы.**

1. Изучение технических данных аппаратуры.
2. Изучение функциональной схемы аппаратуры и принципов её работы.
3. Изучение функциональных схем отдельных узлов аппаратуры.
4. Ознакомление с конструкцией аппаратуры и размещением её узлов в стойке.

## 2. Рекомендации.

Изучить справочный материал в [1] с.115 - 117, [2] с.3 – 6.

## 3. Порядок выполнения работы.

3.1. Собрать схему лабораторной установки. 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 -4У, с другой стороны – к разъему СОМ ПК;
- включить питание ПК;
- на блоке ВП-14 тумблер перевести в положение «вкл».

3.2. Проверка параметров на блоке КСУ по пункту 7.2.1. [2]

3.3. Выполнить конфигурирование мультиплексора МК-2048 по пункту 7.2.2. [2]

3.4. 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:  $a = p_{вх} - p_{вых}$ .

3.5. 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, 1020, 2400, 3000 и 3400 Гц;
- записать результаты измерений в таблицу 1 и определить остаточные затухания;
- определить величины искажений затухания относительно значения на частоте 1020 Гц;
- сделать выводы о пригодности канала ТЧ к эксплуатации.

$f$ ,							
$P_{\text{вых}}$							
$a$ ,							
$A$							

Таблица 1.

### Содержание отчёта

1. Краткие данные аппаратуры.
2. Функциональную схему аппаратуры.
3. Структуру цикла передачи.
4. Данные измерений
5. Выводы по полученным результатам измерений.

### 4. Контрольные вопросы

1. Поясните состав и назначение мультиплексора.
2. Поясните структуру первичного потока Е1.
3. Поясните как организована цикловая синхронизация в потоке Е1.
4. Поясните как организована сверхцикловая синхронизация в потоке Е1.
5. Для чего предназначены платы устройств первичных электрических стыков?
6. Для чего предназначена плата устройства кросс-коммутации каналов?
7. Для чего предназначены платы канальных интерфейсов (ИК)?
8. Для чего предназначена плата мультиплексора-демультиплексора (МД)?
9. Как организовано сопряжение мультиплексора МК-2048/ГК-Е с синхронным мультиплексором МЦП155К?
10. Перечислите и поясните в каких состояниях с точки зрения индикации и управления может находиться блок КСУ-4?
11. Перечислите и поясните основные этапы конфигурации мультиплексора с помощью ПК.
12. Поясните порядок измерения остаточного затухания телефонного канала.

### 5. 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.
2. И.Н.Герасимов, Савченко О.И. Методические указания по лабораторной работе №5 «МУЛЬТИПЛЕКСОР МК-2048» по дисциплине: «Цифровые системы передачи». СКФ МТУСИ, 2016.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6.**

### **Регенерация цифровых сигналов**

#### **1. Цели работы.**

1. Изучение структурной схемы линейного регенератора плезиохронной иерархии.
2. Исследование принципов регенерации цифровых сигналов в ЦСП плезиохронной иерархии.
3. Практическое исследование работы регенератора для различных моделей линии связи.

#### **2. Рекомендации.**

Изучить справочный материал в [1] с.280 – 286.

#### **3. 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.

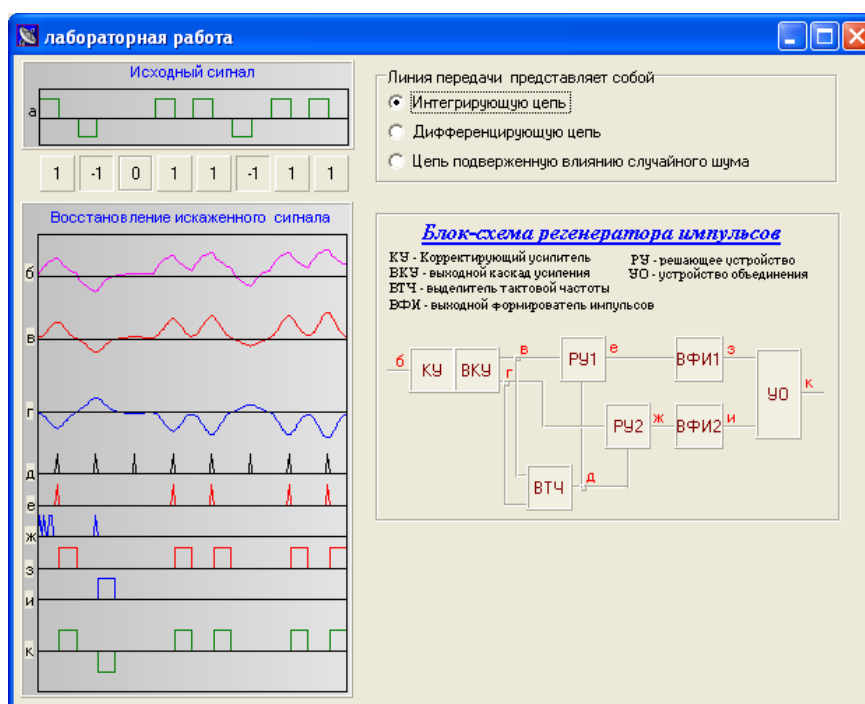
Лабораторная работа выполнена в виде компьютерной программы, позволяющей получить необходимые теоретические сведения, пройти тестирование на их усвоение и, в дальнейшем, провести наглядное моделирование всех шагов работы регенератора.

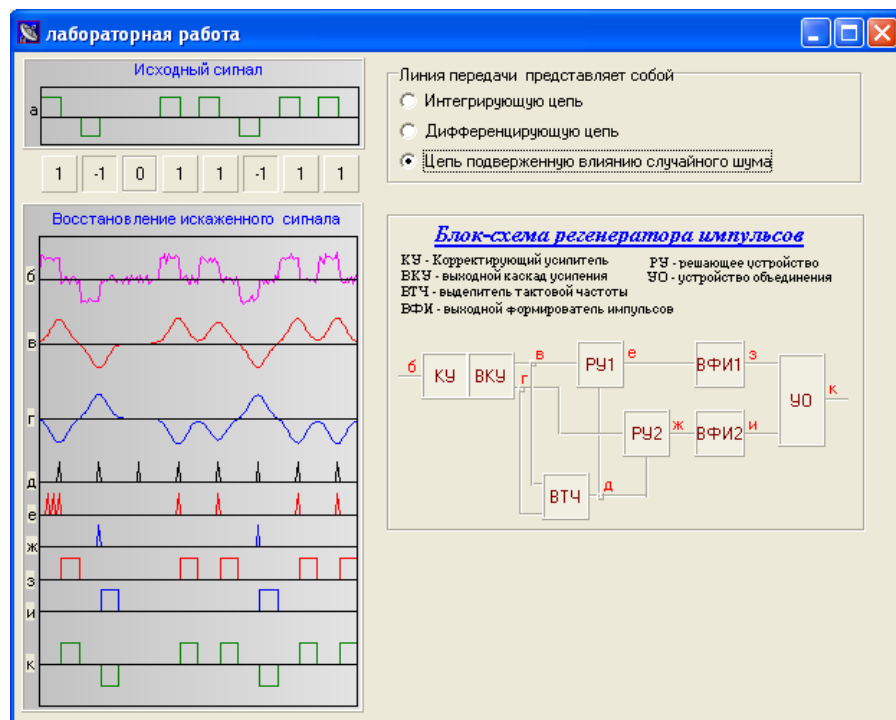
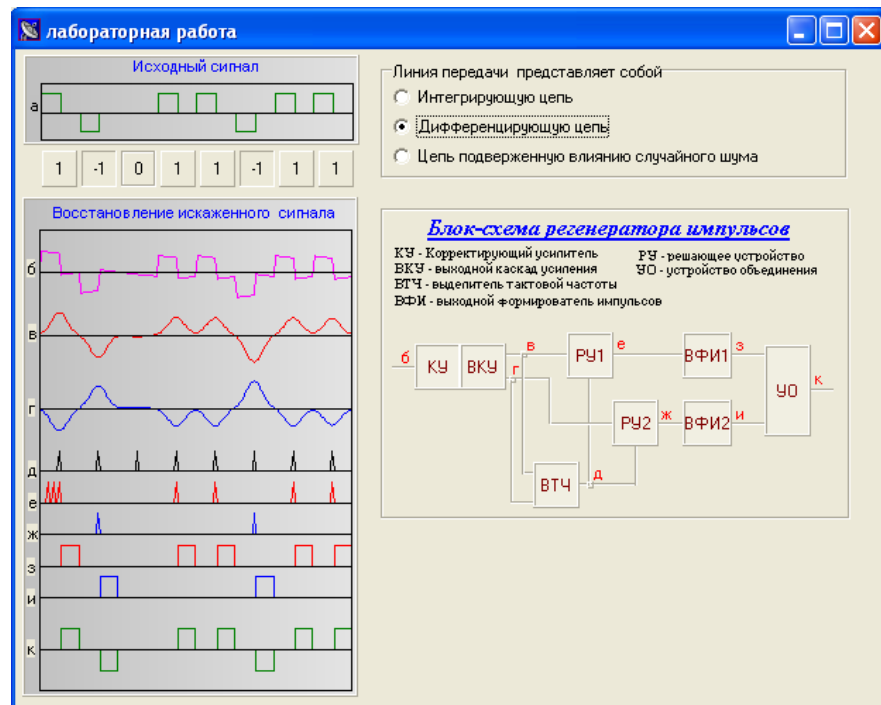
Студент должен получить от преподавателя значение двоичного кода, имитирующего входной канальный сигнал регенератора после успешного тестирования ввести полученное значение в соответствующее «окно» программы, проанализировать каждый этап работы регенератора, занести основные данные всех этапов в отчет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

#### 4. Задание на 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.





## 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.

### **Содержание отчета.**

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

### **6. 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.