

**Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Томский государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
Л.А. Боков  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2014 г.



В. М. Винокуров

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

по дисциплине

**«Средства коммутации систем мобильной связи (СКСМС)»**

По дисциплинам направлений подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» для специальности 210700.62, профиль 5 «Системы мобильной связи», реализуемой в рамках данного направления подготовки дипломированного специалиста

Учебное методическое пособие

Факультет радиотехнический

Обеспечивающая кафедра «Телекоммуникаций и Основ Радиотехники (ТОР)»

2014

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Изучение принципов построения сетей ISDN.....	3
2. Изучение методов маршрутизации в сетях связи.....	17
3. Изучение языка общения "Человек - Машина" (MML).....	30
4. Технология синхронной цифровой иерархии SDH и элементы проектирования ГТС.....	40
5. «Компьютерный тренажёр «Сигнализация в ТФОП».....	57

**Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Томский государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой ТОР, доцент  
\_\_\_\_\_ А.Я.Демидов  
<<\_\_\_\_>> \_\_\_\_\_ 2014 г.



Кафедра Телекоммуникаций и Основ Радиотехники  
(ТОР)

**Методическое пособие по проведению компьютерных лабораторных работ по ISDN**

РАЗРАБОТАЛИ

Профессор кафедры ТОР \_\_\_\_\_ В. М. Винокуров

\_\_\_\_\_ Д. В. Фролов

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2014

Томск 2014

Программа разработана в ходе дипломного проектирования в Томском Государственном Университете Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУРе) на кафедре Телекоммуникаций и Основ Радиотехники (ТОР) в 2005 г студентом гр.140-2 Фроловым Д.В. под руководством доцента Винокурова В.М. Программа переработана и модернизирована при участии студента гр. 586<sub>1</sub> Кангарова С. А. Работа прошла регистрацию в ОФАП Госкоорцентра Минобрнауки России и опубликована в журнале «Компьютерные учебные программы и инновации» – М: ГОСКООРЦЕНТР. – 2008. - N 7. стр. 92, свидетельство об отраслевой регистрации разработки №10437 от 16.04.2008; (Windows 2000/XP, Linux via Wine, алгоритмический язык DELPHI 7.0).

## Оглавление

1	Задачи и содержание лабораторного практикума.....	4
2	Методические указания по выполнению лабораторных работ..	6
2.1	Лабораторная работа №1 – Общие вопросы.....	6
2.1.1	Тест.....	7
2.1.2	Задачи.....	7
2.1.3	Тест – рисунки.....	7
2.1.4	Создание схемы абонентской установки.....	8
2.2	Лабораторная работа №2 – Абонентская установка.....	9
2.2.1	Составление кода АМІ (ЧПИ).....	10
2.2.2	Составление кадра интерфейса S, физического уровня.....	10
2.2.3	Составление кадра интерфейса S, канального уровня.....	12
2.2.4	Создание функциональной схемы сетевого окончания (NT).....	12
2.2.5	Составление кода 2B1Q.....	14
2.2.6	Составление кадра интерфейса U, определить размеры полей..	14
2.3	Лабораторная работа №3 – сигнализация DSS1.....	15
2.3.1	Активация интерфейса S.....	16
2.3.2	Активация интерфейса U.....	17
2.3.3	Установление соединения абонент – абонент.....	19
2.3.4	Деактивация интерфейса S.....	20
2.3.5	Расчет GoS.....	22
2.3.6	Расчет сигнализационной нагрузки на сети SS7.....	22
3	Контрольные вопросы.....	24
4	Литература.....	25

## 1 Задачи и содержание лабораторного практикума

Лабораторный практикум разработан с целью применения в учебном процессе при изучении темы «Цифровые сети с интегрированным обслуживанием (ISDN)», может быть использован в обучающих и контролируемых целях и дает углубленное понимание технологии ISDN.

Алгоритм взаимодействия модулей программы приведен на рисунке 1.1.

## 2 Методические указания по выполнению лабораторных работ.

Окно-заставка лабораторного практикума содержит панель меню с кнопками «Файл», «Лабораторная работа №» и «Помощь». Пользуясь кнопкой «Файл», преподаватель через пароль может производить коррекцию списка заданий. Под этой же кнопкой возможен просмотр результатов работы и выход из программы.

**Практикум включает в себя три лабораторных работы.** Выбор номера работы осуществляется кнопкой «Лабораторная работа №».

В центре окна-заставки расположена кнопка запуска практикума «ISDN» и приведены фамилии разработчиков.

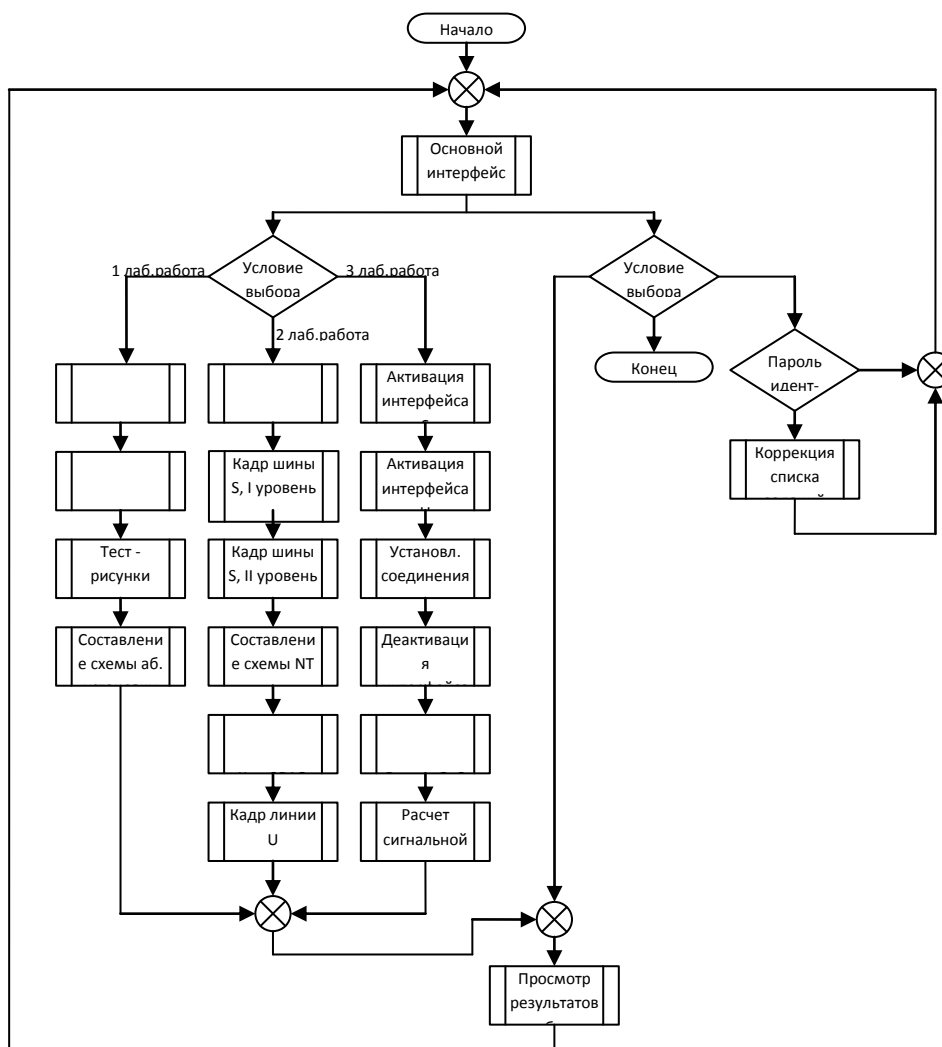


Рисунок 1.1 - Алгоритм взаимодействия модулей программы

### **Запуск лабораторной работы:**

Лабораторный практикум запускается нажатием кнопки «ISDN» окна-заставки. Рабочее поле программы содержит карту города с нанесённой на неё произвольно составленной схемой телефонной сети (линии красного цвета). Активные абоненты условно показаны значком телефонного аппарата (синий цвет).

В выпадающем меню «Лабораторная работа №» выбирается номер необходимой лабораторной работы. Переход к дальнейшим действиям задания осуществляется на этом этапе нажатием кнопки любого активного абонента.

Для запуска файла помощи в выпадающем меню выбирается необходимый вид помощи и запускается нажатием левой клавиши мышки. Файл помощи может быть вызван и во время выполнения задания (при помощи мышки выбирается пункт «Меню», а потом пункт «Помощь»).

## **2.1 Лабораторная работа №1 – Общие вопросы построения ISDN**

### **Цель работы:**

Проверить и закрепить общие понятия о технологии ISDN.

### **Содержание работы:**

Лабораторная работа №1 содержит четыре части:

1. **Тест** – необходимо ответить на вопросы, поиск ответов на которые углубляет знания, полученные на лекциях или практических занятиях.
2. **Задачи** – необходимо решить задачи и выбрать правильный ответ из предлагаемых ответов.
3. **Тест – рисунки** – на рисунках недостает одного элемента, из предложенных ответов необходимо выбрать недостающий элемент.
4. **Создание схемы абонентской установки** – необходимо по заданию собрать схему установки в помещении абонента.

### **2.1.1 Задание «Тест»**

#### **Ход работы:**

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями по технологии ISDN.
2. Прочитать вопрос теста в верхней части окна и выбрать правильный ответ из числа предложенных. Нажать кнопку «Проверить», при этом в верхней части окна, на месте задания, появится текущая оценка результата «Правильно - Неправильно».
3. Для выполнения задания необходимо правильно ответить на 10 вопросов из 15 предложенных.

### **2.1.2 Задание «Задачи»**

#### **Ход работы:**

1. Прочитать текст задачи в верхней части окна.
2. Решить задачу и выбрать правильный ответ из числа предлагаемых ответов. Нажать кнопку «Проверить», при этом в верхней части окна, на месте задания, появится текущая оценка результата «Правильно - Неправильно».
3. Для выполнения задания необходимо правильно решить 8 задач из 10 предложенных. Формулы для решения задач выводятся путем логического размышления и правильного понимания текста задачи.

### **2.1.3 Задание «Тест – рисунки»**

#### **Ход работы:**

1. Прочитать текст задания в верхней части окна и выбрать правильный ответ из числа предлагаемых. Нажать кнопку «Проверить», при этом в верхней части окна, на месте задания, появится текущая оценка результата «Правильно - Неправильно».

2. Для выполнения задания необходимо правильно решить 4 задачи из 5 предложенных.

#### **2.1.4 Задание «Создание схемы абонентской установки»**

Окно программы «Составление схемы» содержит горизонтальную панель меню, два горизонтальных окна: «Задание» и «Действие», вертикальное окно «Элементы схемы», рабочее поле для составления схемы и кнопку «Проверить». Кнопкой «Меню» вызываются действия: «Переход», «Помощь» и «Выход». Действие «Переход» позволяет, используя пароль, произвольно перемещаться по заданиям «Практикума». Назначение действий «Помощь» и «Выход» стандартно.

##### **Ход работы:**

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями по технологии ISDN, изучить возможные схемы абонентской установки.

2. Прочитать текст задания в верхней части окна, где указано число и тип терминалов, применяемых в заданной установке.

3. Составить схему абонентской установки. Схему необходимо смонтировать из её элементов, задаваемых с помощью 12 кнопок, расположенных в вертикальном окне справа от рабочего поля программы и снабженных названиями: ISDN-телефон, ISDN-факс, NTBA, и т. д. Постановка элемента на рабочее поле осуществляется путем нажатия на нужную кнопку с последующим щелчком левой клавишей мышки в зоне рабочего поля. Перемещение объекта осуществляется его «перетаскиванием» после однократного нажатия на левую клавишу мышки.

Необходимо заметить, что нажатие правой клавиши мыши на объекте в зоне рабочего поля вызывает меню действий «Удалить», «Соединить», «Разъединить».

После выставления необходимых объектов на рабочее поле, необходимо произвести соединение объектов. Соединение объектов осуществляется нажатием правой клавиши мыши на объекте и выбора соответствующей операции «Соединить», после чего необходимо указать второй объект для соединения левой клавишей мышки.

Линия соединения на рабочем поле имитирует двужильный провод в реальных условиях.

Если была поставлена лишняя связь между двумя объектами, ее можно удалить, щелкнув правой клавишей мышки на одном из объектов и выбрав операцию «Разъединить», после чего необходимо указать второй объект.

Необходимо учитывать что четырехпроводная S-шина состоит из двух двупроводных линий связи и при соединении объектов с шиной S следует предусматривать для них две связи, причем на разные двухпроводные линии.

4. После того как схема собрана, следует нажать кнопку «Проверить», после чего в окне действий выдается результат выполнения.

## 2.2 Лабораторная работа №2 – Изучение абонентской установки

### Цель работы:

Закрепить знания о структуре кадров физического уровня ЭМВОС и кодах АМІ и 2В1Q, системе сигнализации DSS1 и функциональном назначении блоков сетевого окончания NT.

### Содержание работы:

- **Представление сигнала кодом АМІ (ЧПИ)** – необходимо согласно заданию составить форму сигнала на физическом уровне ЭМВОС в интерфейсе S.
- **Составление кадра физического уровня интерфейса S** – необходимо составить кадр интерфейса S в виде битов кадра, в зависимости от направления передачи и в последующем, в зависимости от значения битов, составить вид сигнала в линии при помощи кода АМІ.
- **Составление кадра канального уровня интерфейса S** – необходимо составить кадр интерфейса S на втором уровне ЭМВОС.
- **Создание функциональной схемы сетевого окончания (NT)** – для более глубокого понимания процессов происходящих при согласовании шины S и линии U, необходимо составить функциональную схему сетевого окончания.
- **Представление сигнала кодом 2В1Q** – необходимо по заданию составить вид сигнала на физическом уровне ЭМВОС в интерфейсе U
- **Составление кадра интерфейса U, определение размеров полей** – необходимо прописать размеры полей кадра интерфейса U.

### 2.2.1 Задание «Представление сигнала кодом АМІ»

#### Ход работы:

1. Ознакомиться с кодовой таблицей кода АМІ (ЧПИ) - кода с чередующейся полярностью импульсов.
2. Задание содержится в верхней части окна в виде десятичного числа, которое необходимо закодировать
3. Привести десятичное число к двоичному виду.
4. В поле сигнала необходимо составить вид электрического сигнала, при помощи кнопок: «-1», «0», «+1», которые соответствуют уровням сигнала в реальной линии связи.

*Примечание* Возможно исправление формы сигнала при его неправильном построении. Для этого необходимо передвинуть указатель (прямоугольник красного цвета) нажатием левой клавиши мышки на необходимом участке и выставить правильный уровень.

5. Для проверки результата нажать на кнопку «Проверить». Оценка проделанной работы индицируется в верхней части окна, на месте задания. Правильное построение формы сигнала необходимо для перехода к следующему заданию.

### 2.2.2 Задание «Составление кадра физического уровня интерфейса S».

#### Ход работы:

1. Ознакомиться с форматом кадра интерфейса S на физическом уровне ЭМВОС.
2. Внимательно ознакомиться с текстом задания, приведенном в верхней части окна.
3. Составить структуру кадра, вставляя в поля его формата необходимые биты каналов и служебные биты при помощи соответствующих кнопок, расположенных в нижней части окна. При нажатии на кнопки в поле кадра на месте указателя вставляется соответствующий бит. Ошибочные биты в кадре корректируются в окне указателя, перемещаемого по кадру с помощью кнопок «Вправо» и «Влево», расположенными в нижней части окна. Результат выполнения задания проверяется нажатием кнопки «Проверить».



4. Далее необходимо по полученному формату составить форму сигнала в линии, с использованием кода АМІ согласно методике пункта 2.2.1. Исправление формы сигнала при его неправильном построении также возможно. Для этого необходимо передвинуть указатель при помощи кнопок «Вправо» («Влево») или нажатием левой клавиши мыши на необходимый участок, после чего выставить правильный уровень сигнала при помощи кнопок: «-1», «0», «+1». Результат выполнения задания проверяется нажатием кнопки «Проверить». Правильное построение сигнала требуется для перехода к следующему заданию.

### **2.2.3 Задание «Составление формата кадра интерфейса S канального уровня».**

#### **Ход работы:**

1. Ознакомиться с форматом кадра интерфейса S на канальном уровне ЭМВОС.
2. Внимательно ознакомиться с текстом задания, расположенном в верхней части окна.
3. Составить структуру кадра, вставляя в поля его формата необходимые биты каналов и служебные биты при помощи соответствующих кнопок, расположенных в правой части окна. Кадр расположен вертикально, байты кадра расположены горизонтально. Биты в поле кадра на месте указателя вставляются нажатием на соответствующие кнопки. Исправление формы сигнала при его неправильном построении также возможно. Для этого необходимо передвинуть указатель при помощи кнопок «Вправо» («Влево») или нажатием левой клавиши мыши на необходимый участок, после чего выставить правильный уровень сигнала при помощи кнопок: «-1», «0», «+1». Результат выполнения задания проверяется нажатием кнопки «Проверить».

### **2.2.4 Задание «Создание функциональной схемы сетевого окончания (NT)».**

#### **Ход работы:**

1. Ознакомиться с устройством и функциональными блоками сетевого окончания NT (Network Terminal).
2. Ознакомиться с текстом задания, расположенным в верхней части окна.
3. На начальном этапе имеются три объекта (шина S, линия U, источник переменного тока), они помечены серым цветом. Над этими объектами нельзя выполнять никаких действий. Они являются моделями разъемов NT: разъема для подключения шины S, разъема для подключения линии U, разъема для подключения питания от сети 220 В соответственно.
6. Функциональная схема строится при помощи функциональных блоков, расположенных в правой части окна. Постановка блока на рабочее поле осуществляется при помощи нажатия левой клавишей мыши на кнопку соответствующего функционального блока и последующего нажатия в необходимом месте рабочего поля.
7. При нажатии правой клавиши мыши на любом функциональном блоке, появляется выпадающее меню действий.
4. После вынесения всех необходимых блоков на рабочее поле их необходимо соединить линиями связи. Существует два типа линий связи: однонаправленные – сигнал может проходить только в одну сторону, двунаправленные – сигнал может проходить в обе стороны.
8. Соединение линиями связи осуществляется в следующей последовательности: вначале необходимо вызвать выпадающее меню действий нажатием правой клавиши мыши на первом объекте, от которого требуется проложить линию связи. Затем выбирается пункт «Соединить однонаправленной линией» или «Соединить двунаправленной линией», в зависимости от необходимости. Для завершения соединения нажать левую кнопку мыши на втором соединяемом блоке.

5. После соединений, необходимо настроить каждый функциональный блок. Для этого вызывается выпадающее меню действий и выбирается пункт «Свойства». В свойствах объекта указываются функции, характерные для данного функционального блока.

6. После построения и настройки, для проверки собранной схемы необходимо нажать на кнопку «Проверить», результаты выполнения задания отражаются в нижней части экрана в полосе действий.

### **2.2.5 Задание «Составление кода 2B1Q».**

#### **Ход работы:**

1. Ознакомиться с теорией кода 2B1Q.
2. Прочитать текст задания в верхней части окна, где указано десятичное число, которое необходимо закодировать.
3. Привести десятичное число к двоичному виду.
4. В поле сигнала необходимо составить график формы электрического сигнала, при помощи кнопок: «-3», «-1», «+1», «+3», которые соответствуют уровням сигнала в реальной линии связи. Для помощи в нижней части окна расположена кодовая таблица кода 2B1Q (соответствие пары двухуровневых бит одному четырехуровневому биту).

При неправильном построении графика возможно исправление его формы. Для этого необходимо передвинуть указатель при помощи кнопок «Вправо» («Влево») или нажатием левой клавишей мыши на необходимый участок с последующей установкой необходимого уровня сигнала при помощи кнопок: «-3», «-1», «+1», «+3».

5. Результат выполнения задания проверяется нажатием кнопки «Проверить». Правильное построение сигнала требуется для перехода к следующему заданию.

### **2.2.6 Задание «Указать размеры полей формата кадра сигнала в интерфейсной точке U».**

#### **Ход работы:**

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями по структуре кадров интерфейса U.
2. Прочитать текст задания в верхней части окна.
3. Указать размеры полей формата кадра сигнала в интерфейсной точке U, записывая необходимые цифры в соответствующем окне рисунка.
4. После расстановки размеров полей кадра нажмите кнопку «Проверить». Результаты задания отражаются в нижней части окна «Правильно - Неправильно».

## 2.3 Лабораторная работа №3 – Сигнализация DSS1

### Цель работы:

Проверить и закрепить знания об абонентской сигнализации DSS1, провести расчет качества обслуживания и расчет сигнализационной нагрузки на сети SS7.

### Содержание работы:

- **Активация интерфейса S.** –В соответствии с заданием необходимо произвести активацию интерфейса S (последовательный обмен сигналами).
- **Активация интерфейса U.** - В соответствии с заданием необходимо произвести активацию интерфейса U (последовательный обмен сигналами).
- **Установление соединения абонент – абонент.** – Производя последовательный обмен соответствующими сигналами, выполнить простейшую процедуру установления и разрушение соединения «абонент - абонент».
- **Деактивация интерфейса S.** – Производя последовательный обмен соответствующими сигналами, произвести процедуру деактивации интерфейса S.
- **Расчет GoS.** –Используя график "Зависимость вероятности потерь от изменения емкости пучка каналов при заданном профиле нагрузки " вычислить величину GoS (Grade of Service – качество обслуживания). График построен по методике, описанной в работе В.А.Ершова и Н.А.Кузнецова «Мультисервисные телекоммуникационные сети», изданной МГТУ им.Баумана в 2003г (432 с).
- **Расчет сигнализационной нагрузки на сети SS7.** –По заданным требованиям необходимо вычислить сигнализационную нагрузку, создаваемую информационными каналами на систему сигнализации.

### 2.3.1 Задание «Активация интерфейса S».

#### Описание окна задания «Активация интерфейса S»

Пример окна приведен на рисунке 2.1. Здесь приняты следующие обозначения:

- 1 – текст задания,
- 2 – схема участка цепи,
- 3 – сигналы в шине S,
- 4 – выпадающее меню сигналов,
- 5 – кнопка «Передать»,
- 6 – окно действий.

### Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями по DSS1 (активация/деактивация интерфейсов, установление соединения).
2. Прочитать текст задания в верхней части окна.
3. В соответствии с заданием и предшествующей последовательностью сигналов, выбрать в выпадающем меню сигнал, который должен быть послан к NT на текущем шаге активации интерфейса.
4. Для передачи сигнала в линию в сторону NT, необходимо нажать кнопку «Передать».
5. Проследить последовательность передачи сигналов и при необходимости повторить пункты 3-4. Для успешного выполнения задания «Активация интерфейса S» необходимо в соответствии с заданием произвести соответствующую серию последовательных передач сигналов. Переход к следующему заданию производится автоматически.

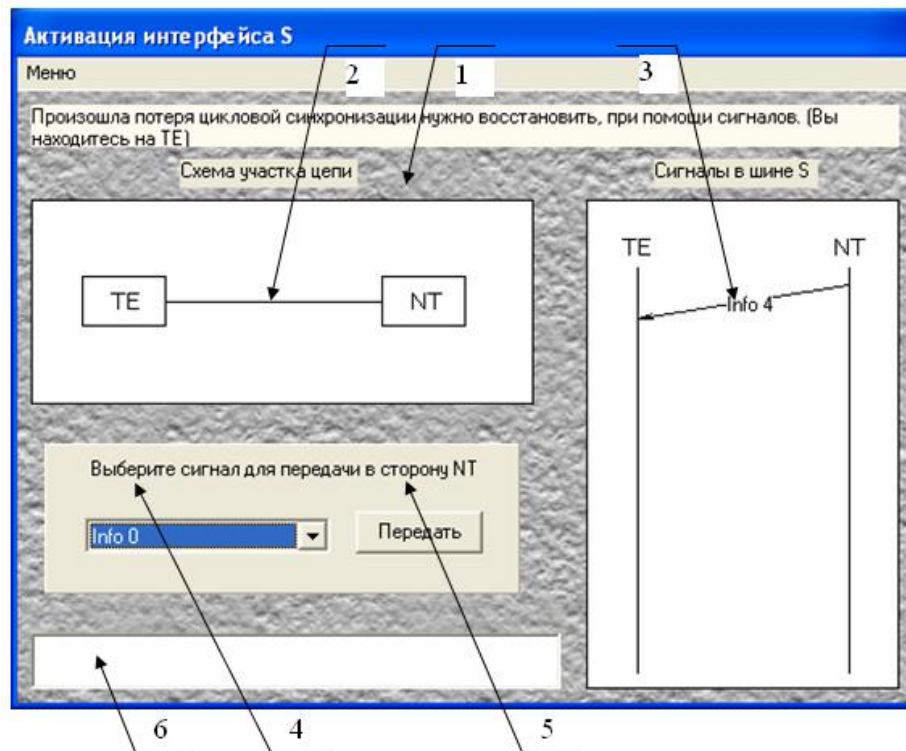


Рисунок 2.1 – Окно задания «Активация интерфейса S»

### 2.3.2 Задание «Активация интерфейса U».

#### Описание окна задания «Активация интерфейса U»

Пример окна приведен на рисунке 2.2. Приняты следующие обозначения:

- 1 – текст задания,
- 2 – схема участка цепи,
- 3 – сигналы в шине S и линии U,
- 4 – выпадающее меню сигналов,
- 5 – кнопка «Передать»,
- 6 – окно действий.

#### Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями по DSS1 (активация/деактивация интерфейсов, установление соединения.)
2. Прочитать текст задания в верхней части окна.
3. В соответствии с заданием и предшествующей последовательностью сигналов, выбрать в выпадающем меню сигнал, который должен быть послан от NT к LT на текущем шаге активации интерфейса U.
4. Для передачи сигнала в линию в сторону LT, необходимо нажать кнопку «Передать».

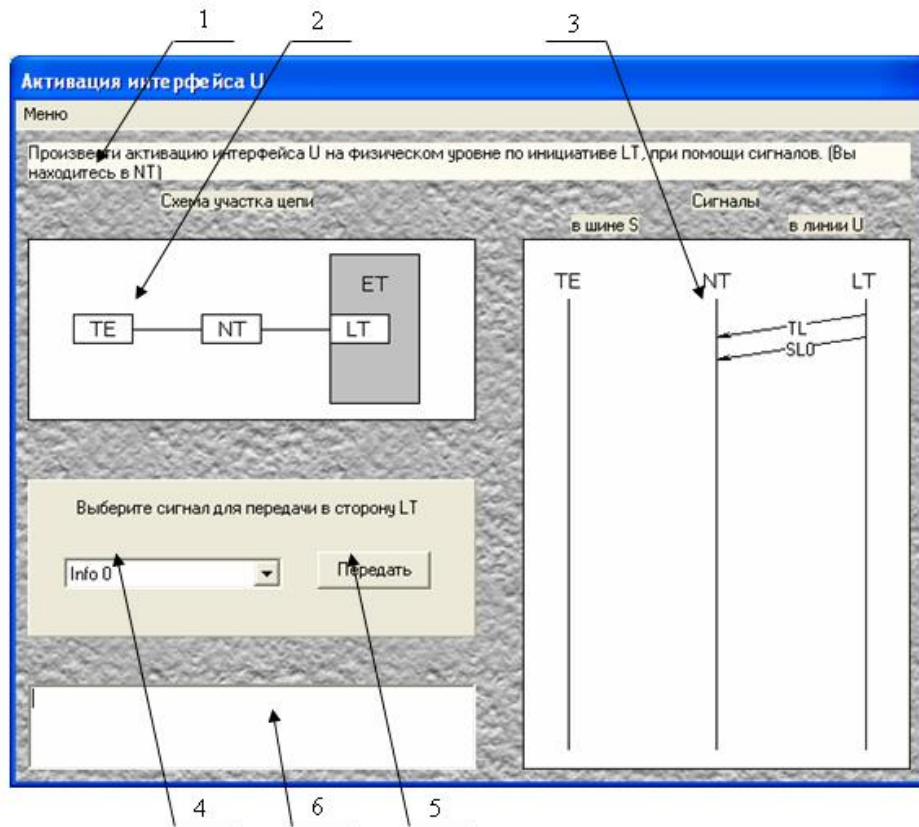


Рисунок 2.2 – Окно задания «Активация интерфейса U»

5. Проследить последовательность передачи сигналов и при необходимости повторить пункты 3-4. Для успешного выполнения задания «Активация интерфейса U», необходимо в соответствии с заданием произвести соответствующую серию последовательных передач сигналов. Переход к следующему заданию производится автоматически.

### 2.3.3 Задание «Установление соединения «абонент - абонент».

#### Описание окна задания « Установление соединения «абонент - абонент»

Ввиду большей трудности подробной процедуры установления соединения будем использовать простейшую процедуру установления соединения, которая также хорошо отражает главные моменты обмена служебными сигналами при установлении соединения. В данном задании требуется произвести простейшую процедуру установления соединения «абонент - абонент» при помощи последовательного обмена сигналами, передать информацию и произвести процедуру разъединения. Окно задания «Установление соединения» представлено на рисунке 2.3.

Пример окна приведен на рисунке 2.3. Приняты следующие обозначения:

- 1 – текст задания,
- 2 – сигналы в абонентских и межстанционных линиях,
- 3 – кнопка «Передать»,
- 4 – выпадающее меню сигналов,
- 5 – статус процесса
- 6 – окно действий.

#### Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями по DSS1 (активация/деактивация интерфейсов, установление соединения).

2. Прочитать текст задания в верхней части окна.

3. В соответствии с заданием и предшествующей последовательности сигналов, выбрать в выпадающем меню сигнал, который должен быть послан от вызывающей стороны к коммутатору А на текущем шаге установления соединения.

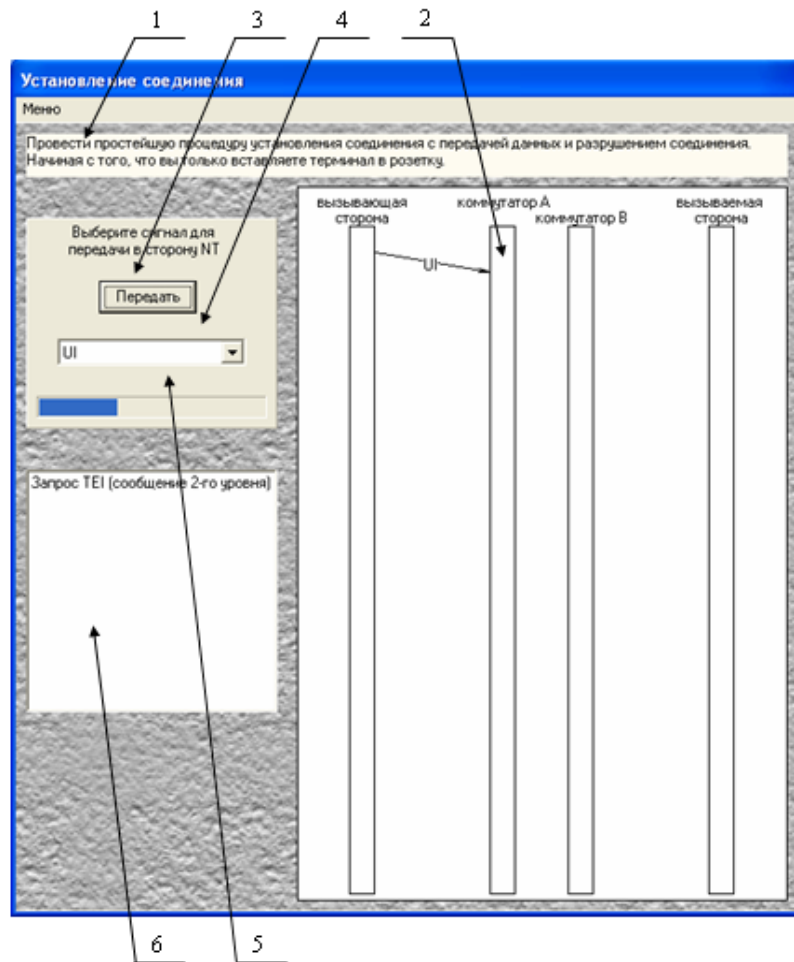


Рисунок 2.3 – Окно задания «Установка соединения»

4. Для передачи сигнала в линию от вызывающей стороны к коммутатору А, необходимо нажать кнопку «Передать».

5. Проследить последовательность передачи сигналов и при необходимости повторить пункты 3-4. Для успешного выполнения задания «Установка соединения», необходимо в соответствии с заданием произвести соответствующую серию последовательных передач сигналов. Переход к следующему заданию производится автоматически.

#### 2.3.4 Задание «Деактивация интерфейса S».

##### Описание окна задания «Деактивация интерфейса S»

Пример окна приведен на рисунке 2.4. Здесь приняты следующие обозначения: 1 – текст задания, 2 – схема участка цепи, 3 – сигналы в шине S, 4 – выпадающее меню сигналов, 5 – кнопка «Передать», 6 – окно действий.

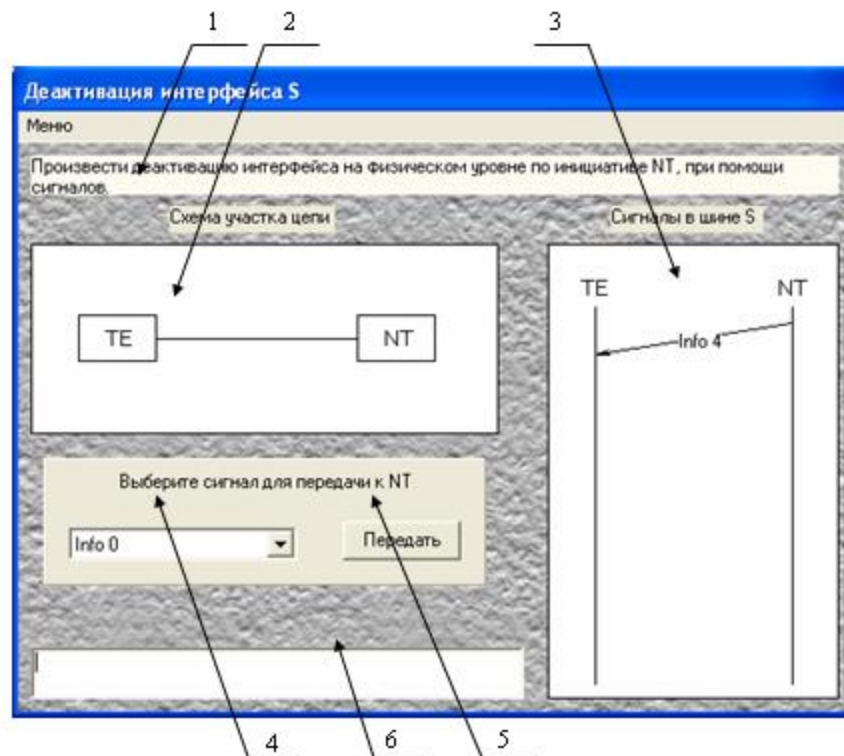


Рисунок 2.4 – Окно задания «Деактивация интерфейса S»

#### Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями по DSS1 (активация/деактивация интерфейсов, установление соединения).
2. Прочитать текст задания в верхней части окна.
3. В соответствии с заданием и предшествующей последовательностью сигналов, выбрать в выпадающем меню сигнал, который должен быть послан к NT на текущем шаге деактивации интерфейса.
4. Для передачи сигнала в линию в сторону NT, необходимо нажать кнопку «Передать».
5. Проследить последовательность передачи сигналов и при необходимости повторить пункты 3-4. Для успешного выполнения задания «Деактивация интерфейса S», необходимо в соответствии с заданием произвести соответствующую серию последовательных передач сигналов. Переход к следующему заданию производится автоматически.

#### 2.3.5 Задание «Расчет GoS».

##### Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями по оценке качества обслуживания.
2. Прочитать текст задания в верхней части окна.
3. По графику в соответствии с требованиями задания вычислить вероятность потерь.
4. По графику в соответствии с требованиями задания и найденной в п.3 вероятностью потерь, вычислить необходимое количество каналов.
5. Вычисленные значения вероятности потерь и количества каналов занести в соответствующие поля, находящиеся в правой части окна.
6. Для проверки результата необходимо нажать кнопку «Проверить».

#### 2.3.6 Задание «Расчет сигнализационной нагрузки на сети SS7».

Технология ISDN является очень хорошим дополнением для получения широкого спектра услуг, но в виду большей распространенности на телефонных сетях системы сигнализации ОКС-7, технологии должны взаимодействовать между собой. Поэтому, установление соединения между абонентами ISDN, происходит через ОКС-7, соответственно ISDN вносит свою лепту в нагрузку на сети ОКС-7.

#### **Ход работы:**

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями и методикой расчета сигнализационной нагрузки на сети SS7.
2. Прочитать текст задания в верхней части окна.
3. В соответствии с данными для расчета и методикой вычисления, произвести расчет сигнальной нагрузки на сети SS7.
4. Результат расчета занести в соответствующее поле  $A_{link}$ , находящееся в нижней части окна.
5. Для проверки результата необходимо нажать кнопку «Проверить».

#### **3 Контрольные вопросы:**

1. Чему равна частота дискретизации при аналого-цифровом преобразовании в ISDN?
2. Каков основной режим передачи информационных сигналов в ISDN?
3. Какова скорость передачи в цифровом телефонном канале в РФ?
4. Какое общее число логических каналов в BRI?
5. Какое оборудование подключается к интерфейсу S/T?
6. Может ли BRI состоять из каналов 1B+D?
7. Сколько бит в кадре первого уровня в интерфейсе S?
8. Сколько бит B-каналов в кадре интерфейса S?
9. Какова скорость передачи кадров в интерфейсе S?
10. Какая скорость передачи по каналу B?
11. Какая информация передается по каналу B?
12. Какова максимальная длина шины S при конфигурации «от точки к точке»?
13. Какова максимальная длина шины S при конфигурации «короткая пассивная шина»?
14. Каково максимальное количество устройств на шине S при BRA?
15. Каково максимально возможное число одновременно работающих устройств в ISDN при доступе на базовой скорости?
16. Как называется процедура объединения каналов?
17. Какая максимальная длина шины U допускается при использовании провода с диаметром медной жилы 0,4 мм.?



Министерство образования и науки РФ  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 Томский государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники

(ТУСУР)

(ТОР)

УТВЕРЖДАЮ  
 Заведующий кафедрой ТОР, доцент  
 \_\_\_\_\_ А.Я.Демидов  
 <<\_\_>> \_\_\_\_\_ 2014 г.



## Изучение методов маршрутизации в сетях связи

Лабораторная работа по дисциплине «Сети связи и системы коммуникации»

РАЗРАБОТАЛ  
 Профессор кафедры ТОР  
 \_\_\_\_\_ В. М. Винокуров

“ ” \_\_\_\_\_ 2014

2014г

---

Программа разработана в ходе дипломного проектирования в Томском Государственном Университете Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУРе) на кафедре Телекоммуникаций и Основ Радиотехники (ТОР) в 2005 г студентом гр.140-2 Кургузовым В.А под руководством доцента Винокурова В.М. Программа переработана и модернизирована при участии студента гр. 525<sub>3</sub> Парфёнова Ю. Работа прошла регистрацию в ОФАП Госкоорцентра Минобрнауки России и опубликована в журнале «Компьютерные учебные программы и инновации» – М: ГОСКООРЦЕНТР. – 2008. - N 7. стр. 89, свидетельство об отраслевой регистрации разработки №10440 от 16.04.2008; (Windows 2000/XP, Linux, алгоритмический язык C++).

## 1 Цель работы.

Знакомство с методами маршрутизации сообщений на сетях связи.

## 2 Введение

Для передачи информации в сети связи от одного узла к другому может использоваться один из нескольких путей, проходящих через различные узлы. При этом порядок выбора таких путей определяется так называемым **планом распределения информации (ПРИ)**. Планом распределения информации некоторого узла сети связи называется заданная очередность выбора исходящих направлений из этого узла ко всем остальным узлам сети связи. Если задан план распределения информации для каждого узла, то говорят, что задан план распределения информации для всей сети связи.

Порядок выбора исходящих направлений (ветвей из  $i$ -го узла) ко всем остальным узлам сети, т. е. план распределения информации для узла, можно представить **матрицей маршрутов** для  $i$ -го узла вида:

$$M_i = \begin{matrix} & UK_1 & UK_2 & \dots & UK_N \\ \beta_{i,i_1} & \left\| \begin{matrix} m_{i,1} & m_{i,2} & \dots & m_{i,N} \\ \beta_{i,i_2} & \left\| \begin{matrix} m_{i_2,1} & m_{i_2,2} & \dots & m_{i_2,N} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \beta_{i,i_n} & \left\| \begin{matrix} m_{i_n,1} & m_{i_n,2} & \dots & m_{i_n,N} \end{matrix} \right. \end{matrix} \right. \end{matrix} \right. \end{matrix} \end{matrix}.$$

В матрице маршрутов число столбцов равно  $(N-1)$ , где  $N$ — число узлов на сети (столбец в матрице  $M_i$  для узла  $i$  не отводится), а число строк — числу  $n$  узлов, смежных с рассматриваемым узлом. Элемент  $m_{j,r}$  указывает номер очередности выбора ветви  $\beta_i$ , при передаче информации к узлу  $r$ , т. е.  $m_{j,r} \in \{1, 2, \dots, n\}$ .

Так как при длительных перегрузках и повреждениях отдельных ветвей (пучков, каналов) план распределения информации может оказаться не оптимальным, т. е. не обеспечивающим реализацию максимальной пропускной способности сети, то для его оптимизации необходимо перераспределить порядок выбора путей, т. е. осуществить коррекцию плана распределения информации.

Методы коррекции плана распределения информации называются динамическими методами управления телетрафиком. Система управления, обеспечивающая динамическое

управление телетрафиком (т. е. реализующая динамический метод управления телетрафиком), называется **системой динамического управления**.

Все существующие методы динамического управления телетрафиком, т. е. методы коррекции матрицы маршрутов, можно разделить на две группы: **детерминированные** и **статистические**. В свою очередь, и детерминированные, и статистические методы делятся на **разовые** и **групповые**.

**Разовые детерминированные методы** позволяют получать матрицу маршрутов только для одной заявки, тогда как групповые — для группы заявок. При этом матрицы маршрутов вычисляются применительно к ситуации на сети, сложившейся на данный момент времени, без учета предшествующих ситуаций. **Статистические методы** позволяют корректировать матрицы маршрутов на основе статистики о возможной длине пути в том или ином направлении, полученной в результате обслуживания предыдущих заявок. При этом разовые статистические методы позволяют корректировать матрицу маршрутов после обслуживания каждой заявки, а групповые — после обслуживания нескольких заявок.

В данной работе план распределения информации формируется на основе метода рельефов. Кроме того, используется алгоритм Дейкстры, положенный в основу популярного протокола маршрутизации OSPF.

### 3 Теоретическая часть

#### 3.1 Метод рельефов

Метод рельефов предусматривает формирование плана распределения информации на сети по числу транзитных узлов коммутации. Возможно использование и других параметров.

Суть данного метода состоит в следующем. Пусть  $K$ —произвольный узел коммутации сети связи. **К-рельефом** называется процедура присвоения значения числовой функции («высоты» в рельефе) каждому тракту передачи сообщения. К-рельеф строится следующим образом. Из  $K$ -го узла коммутации по всем исходящим трактам передается число 1. Все узлы коммутации, в которые поступило число 1, передают по всем исходящим трактам передачи сообщения, кроме тех трактов, по которым поступила эта единица, число 2. Далее узлы коммутации, на которые поступило число 2, передают по исходящему тракту передачи сообщения, кроме тех трактов, по которым поступила 2, число 3 и т.д., до тех пор, пока все тракты передачи сообщения не будут пронумерованы. Говорят, что тракт передачи сообщения имеет **высоту**  $n$ , если он обозначен числом  $n$  в К-рельефе.

Указанным способом формируется рельеф из каждого узла коммутации сети связи.

Тракт передачи сообщения с минимальной высотой, называется исходящим трактом **первого выбора**. Тракты передачи сообщений с большими высотами, соответственно являются исходящими трактами второго, третьего и т.д. выбора.

#### Пример 3.1.

Построим рельеф на сети относительно узла коммутации  $A$  (рис. 3.1).

Узел коммутации  $A$  по исходящему тракту передачи сообщения  $AB$ ,  $AC$ ,  $AD$  передает число 1 и присваивает им это значение. Узлы  $B$ ,  $C$  и  $D$  передают по трактам  $BG$ ,  $BC$ ,  $CI$ ,  $CK$ ,  $CD$  и  $DK$  в узлы  $G$ ,  $I$ ,  $H$  и  $K$  число 2. В свою очередь, узлы  $G$ ,  $I$ ,  $H$  и  $K$  передают по тракту передачи сообщения  $GL$ ,  $GI$ ,  $IL$ ,  $IM$ ,  $IH$ ,  $HK$  и  $KO$  число 3. Следовательно, перечисленным трактам присваивается число 3. узел коммутации  $L$ ,  $M$ ,  $H$ ,  $O$ , в свою очередь, передают по тракту передачи сообщения  $LM$ ,  $MN$ ,  $HM$ ,  $HO$  и  $ON$  число 4 и этим трактам присваивается число 4. Таким образом, на сети строится  $A$  - рельеф (рис. 3.2).



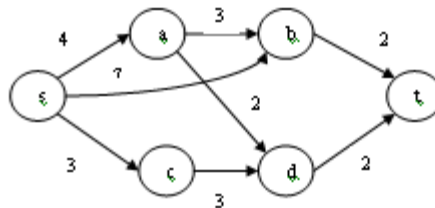


Рис. 3.3

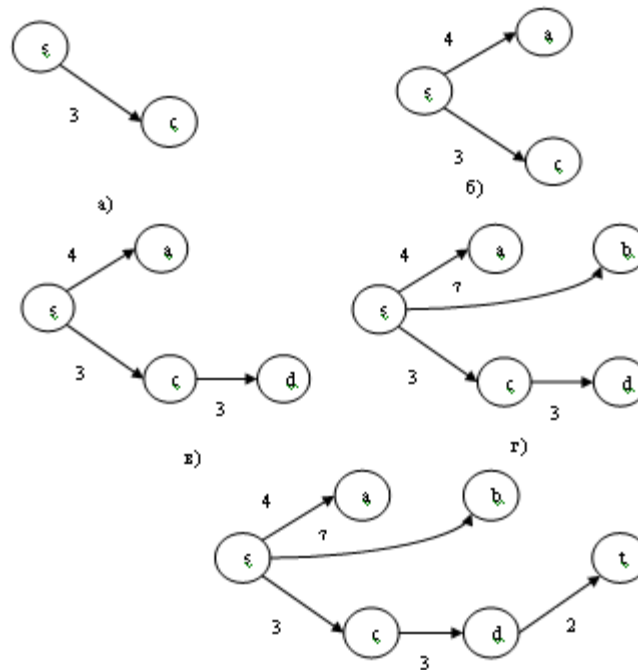


Рис. 3.4- Растущее ориентированное дерево кратчайших расстояний

Шаг 2 ( $y = s$ ).

$$d(a) := \min(d(a), d(s) + a(s, a)) = \min(\infty, 0 + 4) = 4$$

$$d(b) := \min(d(b), d(s) + a(s, b)) = \min(\infty, 0 + 7) = 7$$

$$d(c) := \min(d(c), d(s) + a(s, c)) = \min(\infty, 0 + 3) = 3$$

$$d(d) := \min(d(d), d(s) + a(s, d)) = \min(\infty, 0 + \infty) = \infty$$

$$d(t) := \min(d(t), d(s) + a(s, t)) = \min(\infty, 0 + \infty) = \infty$$

Поскольку величина  $d(c)=3$  является минимальной из величин  $d(a)$ ,  $d(b)$ ,  $d(c)$ ,  $d(d)$ , и  $d(t)$ , то вершина 'с' окрашивается. Так же окрашивается и дуга (s,c) (рис.3.4a).

Шаг 3. Поскольку вершина "t" остается неокрашенной, осуществляется переход к шагу 2.

Шаг 2 ( $y = c$ )

Поскольку величина  $d(a)=4$  является минимальной из величин  $d(a)$ ,  $d(b)$ ,  $d(d)$ , и  $d(t)$ , то

$$d(a) := \min(d(a), d(c) + a(c, a)) = \min(4, 3 + \infty) = 4$$

$$d(b) := \min(d(b), d(c) + a(c, b)) = \min(7, 3 + \infty) = 7$$

$$d(d) := \min(d(d), d(c) + a(c, d)) = \min(\infty, 3 + 3) = 6$$

$$d(t) := \min(d(t), d(c) + a(c, t)) = \min(\infty, 3 + \infty) = \infty$$

вершина 'а' окрашивается. Так же окрашивается и дуга (s,a), которая определяет величину  $d(a)$ . Текущее дерево кратчайших путей теперь состоит из дуг (s,c) и (s,a) (рис.3.4б).

*Шаг 3.* Поскольку вершина "t" остается неокрашенной, осуществляется переход к шагу 2.

*Шаг 2* ( $y = a$ )

Поскольку величина  $d(d)=4$  является минимальной из величин  $d(b)$ ,  $d(d)$ , и  $d(t)$ , то

$$d(b) := \min(d(b), d(a) + a(a, b)) = \min(7, 4 + 3) = 7$$

$$d(d) := \min(d(d), d(a) + a(a, d)) = \min(6, 4 + 2) = 6$$

$$d(t) := \min(d(t), d(a) + a(a, t)) = \min(\infty, 4 + \infty) = \infty$$

вершина "d" окрашивается. Можно считать, что величину  $d(d)$  определяют как дуга (c,d), так и дуга (a,d). Поэтому можно окрасить любую из этих дуг. Окрасим, например дугу (c,d). Текущее дерево кратчайших путей теперь состоит из дуг (s,c), (s,a) и (s,d) (рис.3.4в).

*Шаг 3.* Поскольку вершина "t" остается неокрашенной, осуществляется переход к шагу 2.

*Шаг 2* ( $y = d$ )

$$d(b) := \min(d(b), d(d) + a(d, b)) = \min(7, 6 + \infty) = 7$$

$$d(t) := \min(d(t), d(d) + a(d, t)) = \min(\infty, 6 + 2) = 8$$

Поскольку величина  $d(b)=7 = \min(d(b), d(t))$  меньше величины  $d(t)$ , то вершина "b" окрашивается. Так же окрашивается и дуга (s, b), которая определяет величину  $d(b)$ . Текущее дерево кратчайших путей теперь состоит из дуг (s,c), (s,a),(c,d) и (s,b) (рис.3.4г).

*Шаг 3.* Поскольку вершина t остается неокрашенной, осуществляется переход к шагу 2.

*Шаг 2* ( $y = b$ )

$$d(t) := \min(d(t), d(b) + a(b, t)) = \min(8, 7 + 2) = 8$$

Итак, вершина "t"наконец-то окрашивается. Вместе с нею окрашивается дуга (d,t), определяющая величину  $d(t)$ . Окончательно построенное дерево кратчайших путей состоит из дуг (s,c), (s,a), (c,d), (s,b) и (d,t) (рис.3.4д).

Кратчайший путь, соединяющий вершину "s" с вершиной "t", состоит из дуг (s,c), (c,d) и (d,t) и имеет длину  $3+3+2=8$ . Это не единственный кратчайший путь между вершинами "s" и "t".

#### 4 Описание лабораторного макета

Для того чтобы начать выполнять лабораторную работу, запустите файл **control.exe**. Кроме этого файла в текущем каталоге находятся файл Help.hlp, который можно использовать как электронный учебник по данной технологии, так как он запускается независимо от исполняемого файла (рис. 4.1).

После запуска исполняемого файла (control.exe) появится первое окно, в котором предлагается ознакомиться с принципами маршрутизации (то есть, прочитать электронный учебник), а затем пройти входной тест. Процесс обучения можно пропустить – для этого выберите «Начать тест без обучения» (рис.4.2).

Входной тест – это 10 простых вопросов по методам маршрутизации (рис. 4.3). При помощи клавиши «Далее» Вы можете прокручивать вопросы; кнопка «Выход» - выход из программы. Для того чтобы пройти входной тест и приступить к выполнению лабораторной работы, Вам необходимо ответить на любых 8 вопросов за неограниченное время. Выбор ответа на вопрос осуществляется при помощи указателя мыши – слева от вариантов ответа изображены квадраты, которые необходимо активизировать (рис. 4.3).

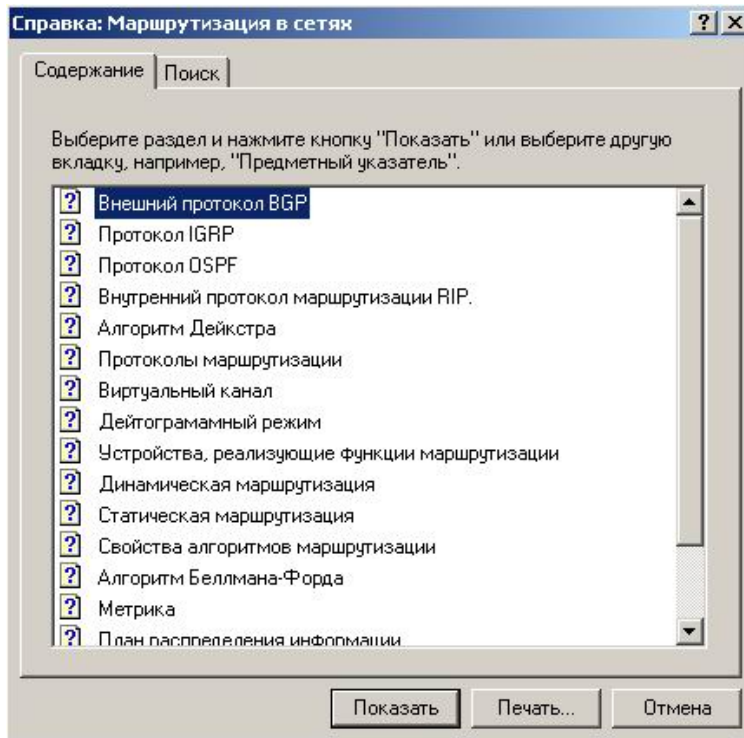


Рисунок 4.1 - Внешний вид окна приложения Help.hlp (файл помощи)

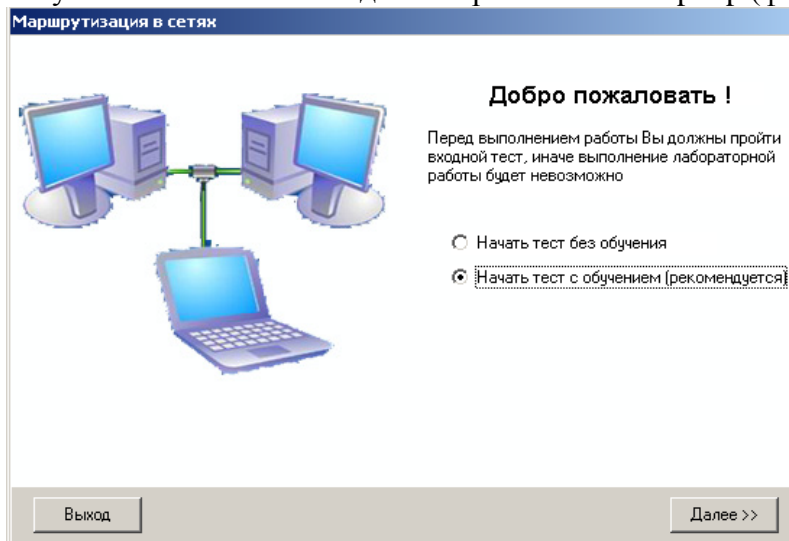


Рисунок 4.2 Внешний вид первого окна

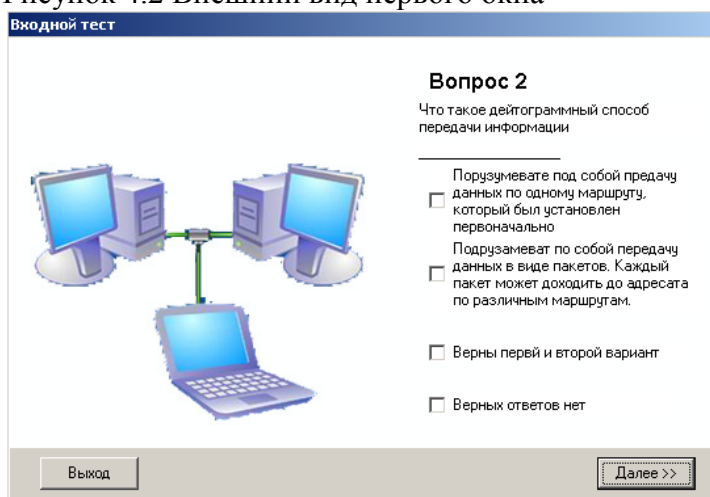


Рисунок 4.3 - Внешний вид окна с входным тестом

После прохождения входного теста Вам будет предложено выбрать один из шести вариантов задания (рис 4.4).

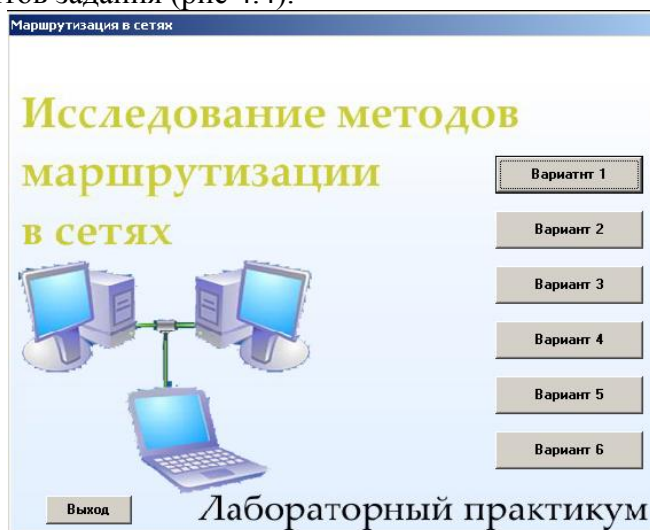


Рис. 4.4 - Выбор варианта

Затем появится основное окно компьютерной лабораторной работы (рис. 4.5).

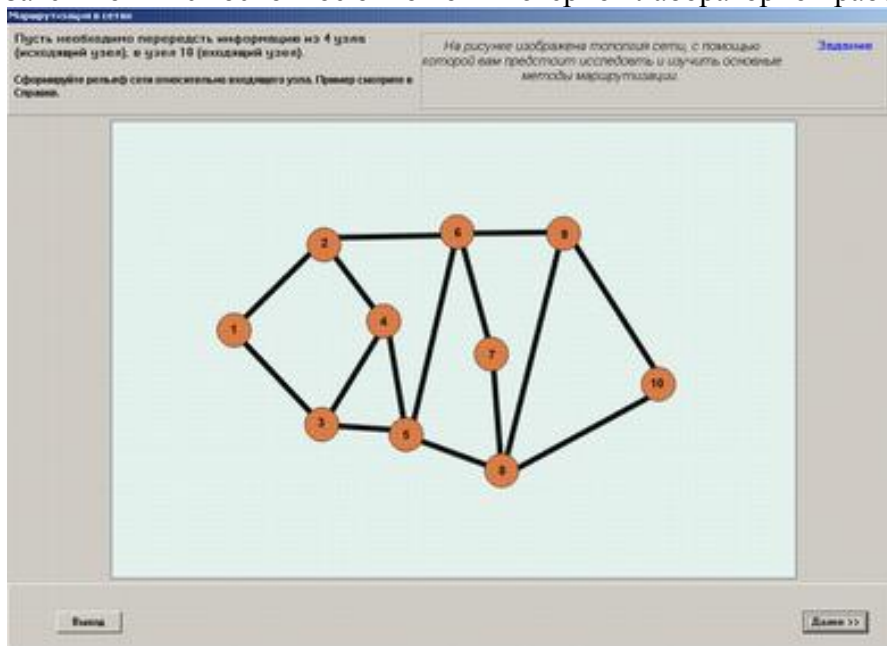


Рисунок 4.5 – Внешний вид окна задания

## 5 Порядок выполнения лабораторной работы

**Процедура 1.** Ответить на вопросы входного теста

**Процедура 2.** Выбрать вариант согласно заданию. Появится окно, в котором изображена топология сети, на примере которой Вам предстоит исследовать метод рельефов. В верхнем левом углу приведено общее задание на лабораторную работу.

*Выполнять задание нужно пошагово.*

Шаг 1. Скопировать схему сети в отчет или черновик отчёта и сформировать на ней рельеф относительно входящего узла.

Шаг 2. В окне “Задание 1” указать размерность матрицы рельефа исходящего узла

Шаг 3. В окне “Задание 2” заполнить заголовки матрицы. Заголовки столбцов заполняются номерами узлов сети, за исключением номера исходящего узла. Заголовки строк заполняются номерами ребер графа сети, примыкающих к исходящему узлу, в порядке



возрастания их номеров. (Например, при номере исходящего узла 3, номера 3-1, 3-4, 3-10 для каждого из трех ребер соединяющих узел 3 с узлами 1, 4, 10).

Шаг 4. В окне “Задание 3” заполнить клетки столбца матрицы рельефов, соответствующего входящему узлу, высотами ребер графа, примыкающих к исходящему узлу.

Шаг 5. Используя результат шага 4, определить ближайший к исходящему промежуточный узел в направлении первого кратчайшего пути к входящему узлу. В качестве пути первого выбора в сети выбрать из матрицы ребро с минимальной высотой.

Шаг 6. Узел, вычисленный в шаге 5, назвать исходящим. Повторять процедуру шага 5 до прохождения маршрута по всей сети вплоть до заданного входящего узла.

Шаг 7. В отчете отметить выбранный маршрут и рельеф сети относительно входящего узла.

**Процедура 3.** Осуществить выбор кратчайшего пути в выбранной схеме сети с помощью матричного метода (алгоритма Дейкстры), используя произвольно выбранную метрику для каждого ребра графа. Результат отобразить в отчете.

**Процедура 4.** Осуществить выбор кратчайшего пути в выбранной схеме сети с помощью матричного метода (алгоритма Дейкстры), используя одинаковую и равную 1 для каждого ребра графа метрику. Результат отобразить в отчете.

**Процедура 5.** Сравнить результаты *процедуры 4* и шага *7 процедуры 2*. Сделать выводы.

### 5 Пример выполнения задания

Пример иллюстрирует выполнение *Этапов 2 и 4* лабораторной работы, сопровождаемое соответствующими комментариями.

**Процедура 1.** Предположим, входной контроль пройден успешно.

**Процедура 2.** Пусть выбраны схема и задание, соответствующие рис. 5.1. Задание гласит: «Пусть необходимо передать информацию из узла 4 (исходящего узла), в узел 10 (входящий узел). Сформируйте рельеф сети относительно входящего узла. Пример смотрите в «Справке»».

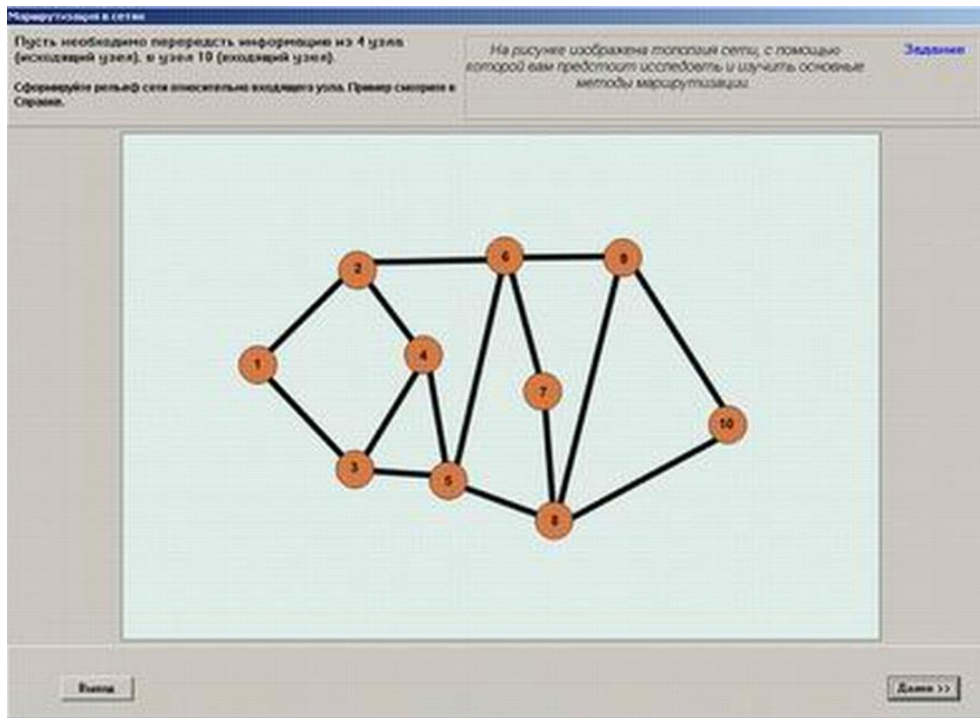


Рисунок 5.1 – Вид окна задания.

Сформируем рельеф относительно входящего узла. Способ формирования рельефа описан выше, в пункте 3.1. Результат представлен на рис. 5.2.

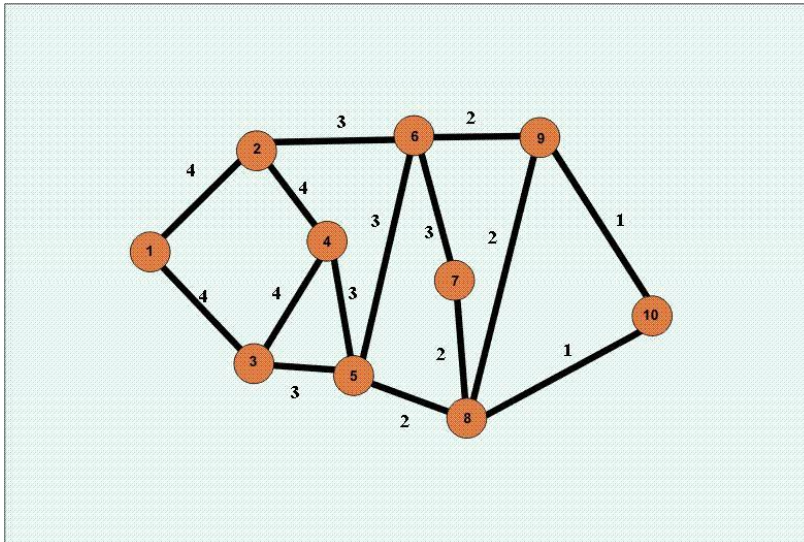


Рисунок 5.2 – Рельеф сети.

После формирования рельефа нажатием кнопки «Далее» переходим к «Заданию 2».

## Задание 2

**Шаг 1.** Укажем размерность матрицы исходящего узла. Исходящий узел 4, имеет три примыкающих тракта передачи сообщения (4-2, 4-3, 4-5) и девять узлов сети могут получить от него информацию. Запишем цифры 3 и 9 в соответствующие окна (рис. 5.3). После нажатия кнопки «Далее» программа даёт оценку правильности выполнения шагового задания и выводит на экран таблицу, которую нужно будет использовать в задании 2.

Рис. 5.3 –Размерность матрицы

Маршрутизация в сетях

Пусть необходимо передереть информацию из 4 узла (исходящий узел), в узел 10 (входящий узел).

Укажите размерность матрицы.

**Задание 1**

$M_4 =$    $\times$

Для продолжения нажмите "Далее>>"

Для вызова справки нажмите кнопку "F1"

**Шаг 2.** В «Задании 2» следует заполнить заголовки матрицы. Заголовки столбцов заполняются номерами узлов сети в порядке их возрастания, за исключением номера исходящего узла. Заголовки строк заполняются номерами ребер графа сети примыкающих к исходящему узлу. Результат заполнения заголовков таблицы для данного примера показан на рис. 5.4. После нажатия кнопки «Далее» программа даёт оценку правильности выполнения шагового задания. Если задание выполнено неверно, то программа не допустит к выполнению следующего задания.

Маршрутизация в сетях

Пусть необходимо передать информацию из 4 узла (исходящий узел), в узел 10 (входящий узел).

Заполните заголовки матрицы для исходящего узла.

**Задание 2**

$M_4 = 3 \times 9$       Задание 1 выполнено верно

	1	2	3	5	6	7	8	9	10
4-2									
4-3									
4-5									

**М 4**

Для продолжения нажмите "Далее>>"

Для вызова справки нажмите кнопку "F1"

Выход      Далее >>

Рисунок 5.4 – Матрица с заголовками.

**Шаг 3.** В окне “Задание 3” следует заполнить клетки столбца матрицы рельефов, соответствующего входящему узлу (узлу 10 в данном случае), высотами ребер графа (рис.5.5), примыкающих к исходящему узлу 4.

Маршрутизация в сетях

Пусть необходимо передать информацию из 4 узла (исходящий узел), в узел 10 (входящий узел).

Укажите размерность матрицы исходящего узла

**Задание 4**

$M_4 = 3 \times 9$       Задание 1 выполнено верно

	1	2	3	5	6	7	8	9	10
4-2									4
4-3									4
4-5									3

**М 4**

$M_5 = \quad \times \quad$

Задание 2 выполнено верно.

Задание 3 выполнено успешно.

Этап 1 завершен.

Для продолжения нажмите "Далее>>"

Для вызова справки нажмите кнопку "F1"

Выход      Далее >>

Рисунок 5.5 – Вид окна с выполненным этапом 1.

Шаг 4. Узел с наименьшим весом на пути первого выбора назначается исходящим и для него повторяются вышеописанные процедуры. Результаты применения процедур показаны на рисунке 5.6.

**Маршрутизация в сетях**

Пусть необходимо передеть информацию из 4 узла (исходящий узел), в узел 10 (входящий узел). Задание 9

Заполните столбец матрицы для входящего узла.

**М 4 = 3 × 9**

	1	2	3	5	6	7	8	9	10
4-2									4
4-3									4
4-5									3

Задание 1 выполнено верно

Задание 2 выполнено верно.

Задание 3 выполнено успешно.

Этап 1 завершен.

**М 5 = 4 × 9**

	1	2	3	4	6	7	8	9	10
5-3									3
5-4									3
5-6									3
5-8									2

Задание 4 выполнено верно

Задание 5 выполнено верно! Заголовки таблицы заполнены правильно

Задание 6 выполнено успешно.

Этап 2 выполнен.

**М 8 = 4 × 9**

	1	2	3	4	5	6	7	9	10
8-5									2
8-7									2
8-9									2
8-10									1

Задание 7 выполнено верно

Задание 8 выполнено верно!

Задание 9 выполнено успешно!

Этап 3 выполнен.

Для продолжения нажмите "Далее>>"

Выход Для вызова справки нажмите кнопку "F1" Далее >>

Рисунок 5.6 – Вид окна с выполненными всеми этапами задания.

**Процедура 3.** Следует осуществить выбор кратчайшего пути в выбранной схеме сети с помощью матричного метода (алгоритма Дейкстры), используя произвольно выбранную метрику для каждого ребра графа.

При выполнении данного пункта на экране появится окно, в котором нужно построить топологию исходной сети. Метрика каждого ребра выбирается произвольно. После построения топологии сети в качестве алгоритма расчета в «Построителе маршрутов» выбирается метод Дейкстры, и программа определяет кратчайший путь. Узлы кратчайшего пути прорисовываются желтым цветом.

При построении маршрута используются следующие кнопки



- узел сети,



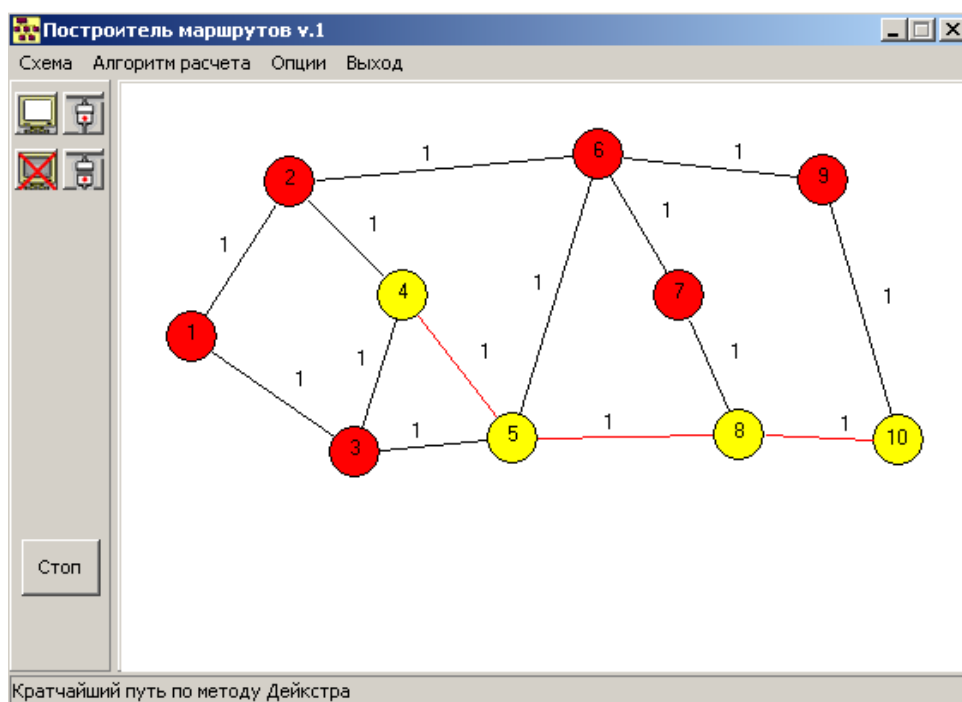
- линия соединения,



- удаление узла сети. Узел сети удаляется вместе с исходящими трактами.

**Процедура 4.** Следует осуществить выбор кратчайшего пути в выбранной схеме сети с помощью матричного метода (алгоритма Дейкстры), используя одинаковую и равную 1 для каждого ребра графа метрику.

Процедура выполняется аналогично **процедуре 3**. Метрика каждого ребра принимается равной 1. Результат отображен на рисунке 5.7.



## 6 Порядок оформления отчета

Отчет должен содержать следующие сведения.

- 1 Цель работы
- 2 Результаты входного тестирования
- 3 Рельеф сети относительно входящего узла
- 4 Заполненные полностью таблицы маршрутизации для транзитных узлов
- 5 Вывод из сравнения результатов *процедуры 4* и шага *7 процедуры 2* «Порядка выполнения лабораторной работы».
- 6 Распечатка результирующих модульных окон.
- 7 Выводы по работе.

Выводы по работе должны включать:

1. Оценка уровня работы и ее полезности для изучения темы.
2. Замечания по усовершенствованию программы.

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Томский государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники  
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой ТОР, доцент  
\_\_\_\_\_ А.Я.Демидов  
<<\_\_\_>> \_\_\_\_\_ 2014 г.



Кафедра Телекоммуникаций и Основ Радиотехники  
(ТОР)

**«Изучение языка общения "Человек - Машина" (ММЛ)»**

РАЗРАБОТАЛИ

Профессор кафедры ТОР \_\_\_\_\_ В. М. Винокуров

Студент группы 145-5 \_\_\_\_\_ И. В. Федорчук

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2014

Томск 2014

## *1 Введение*

В современных цифровых телефонных станциях неотъемлемым компонентом является программное обеспечение. с помощью таких программ производится надзор, обслуживание и управление практически всеми узлами связи станции, а также управление работой центрального процессора.

В данном методическом пособии за основу взято ПО для телефонных станций фирмы “Siemens”. Для решения задач, а также для общения с оборудованием используется MML-Machine Man Language (Язык Человек-Машина). MML разделяется на входной язык – запросы и команды персонала, и выходной – ответные сообщения системы.

## 1. Цель работы

Целью работы является ознакомление со входным и выходным языком MML в программном обеспечении цифровых телефонных станций/

## 2. Входной язык MML.

Команда состоит из объекта-привязки команды (например, line/trunk group (LTG) – группа линий символов) и выполняемого действия (например, status inquiry – вопрос о статусе).

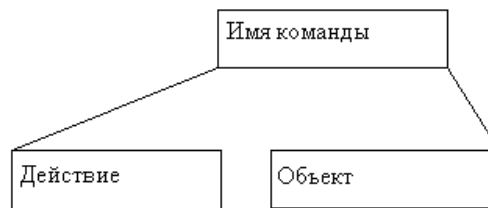
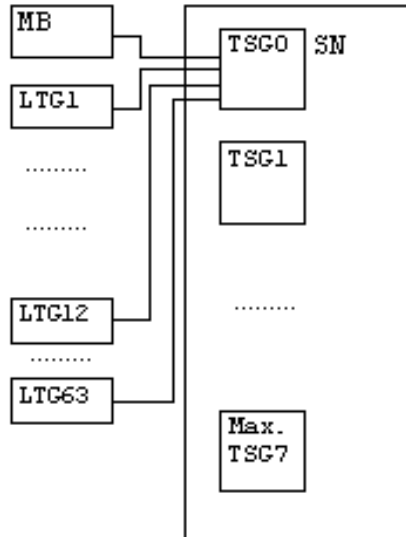


Рис.1 Структура формата команды



TSG - time stage group

SN - switching network

Рис. 2 - Структура периферии ЦАТС

Для упрощения записи действия и объекта их имена сокращают и используют аббревиатуру. Например, вместо фразы “Status inquiry of line/trunk group” используется аббревиатура “STAT LTG”.



Можно разделять действие и объект с помощью пробела, но это не обязательно.

Одновременно с командой можно отправлять системе и параметры (рис. 2). Параметр состоит из имени параметра и значения параметра. Для параметров также используется сокращенная аббревиатура. Точным аргументом LTG значения параметра будет, например:

TSG 0 with LTG Nr. 12

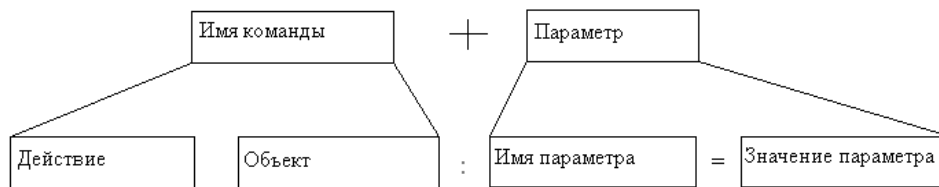


Рис.3 Структура расширенного формата команды

Если команда имеет параметр, то он должен быть введён после объекта и разделён с ним через двоеточие. Имя параметра и значение параметра соединяются знаком "=".

Значение параметра может иметь одно или несколько аргументов, которые снова могут быть разделены различными информационными блоками. В рассматриваемом примере один информационный объект является порядковым номером TSG (см. рис. 1), а другой одним из номеров LTG и они разделяются через тире "-".

Конец команды обозначается точкой с запятой ";".

Пример: STATLTG:LTG=0-12;

Команда может иметь много параметров. Их структура следующая:



Рис.3 Структура расширенного формата команды с несколькими параметрами

Каждый параметр отделяют от других параметров запятой.

Следующий пример команды конфигурирует LTG с номером 0-12 в активное рабочее состояние:

CONFLTG:LTG=0-12,OST=ACT;

Где OST - рабочее состояние,

ACT активизировать.

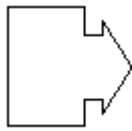
Нажатием клавиши ENTER запускается команда и начинается её обработка центральным процессором СР.

Если нужно отобразить различные директории, можно выполнить команду DISPSUB несколько раз или объединить аргументы параметра с помощью "&" в одну команду:

DISPSUB:DN=5700;

DISPSUB:DN=5710;

Можно также



DISPSUB:DN=5700&5710;

использованием "&&".

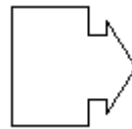
выполнять интервал параметров аргумента с

DISPSUB:DN=7300;

DISPSUB:DN=7301;

DISPSUB:DN=7302;

DISPSUB:DN=7303;



DISPSUB:DN=7300&&7303;

Если требуется адресовать все возможные значения аргументов параметров, нужно ввести букву X.

### **Пример 1.**

Команда "Inquire status all DLU"

DLU - Digital Line Unit нумеруются от 10 до 2550,

Первый вариант: STATDLU:DLU=10&&2550;

Второй вариант: STATDLU:DLU=x.

Когда вводятся аргументы параметра, которые заменяют старую величину новой, их разделяют знаком "/".

### **Пример 2.**

Следующая команда изменяет период времени, заменяя старую величину 3ч 15мин на новую 4ч 30мин:

MOD CBLIMIT:TIME=4-30/3-15;

Это были примеры некоторых команд из тысяч существующих. Так, команды слагаются из 11 стандартных операторов.

Таблица 2.1 -Основные команды MML

Вопрос	Проверка	Создание	Изменение	Удаление
Display DISP	Diagnose DIAG	Create CR	Modify MOD	Cansel CAN
Status STAT		Enter ENTR	Activate ACT	Delete DEL
			Deactivate DACT	
			Configure CONF	

Перечислим основные особенности приведённых в таблице 2.1 групп операторов:

- **вопросы** не критичны, поскольку они ничего не изменяют в системе;
- **проверка** может быть выполнена только на заблокированном устройстве;
- какие-либо **создания** модифицируют базу данных. Если они не подтверждены, то их очень трудно отменить;
- **модификации** могут вызвать потерю соединений. Некоторыми командами можно обрезать обменные компоненты сети;
- **удаления** могут вызвать потери данных, которые тяжело восстановить.

Таблица 2.2 -Описание основных команд MML

ACT	Активирует объект, который уже существует
CAN DEL	Удаляет специальный ввод
CONF	Изменяет рабочее состояние объекта
CR ENTR	Присоединяет данные к объекту, который уже существует
DACT	Отменяет активацию введённую с помощью ACT
DIAG	Проверяет объект на дефекты

DISP	Отображает спец. данные объекта
MOD	Присоединяет и изменяет данные объекта
STAT	Отражает рабочее состояние объекта (объектов)

### 3. Выходной язык MML

События, происходящие в EWSD системе, носят название выходных. Выходные события отражаются на экране дисплея с помощью выходного языка MML.

Расположение информации на экране дисплея О&М показано на рисунке 3.1.

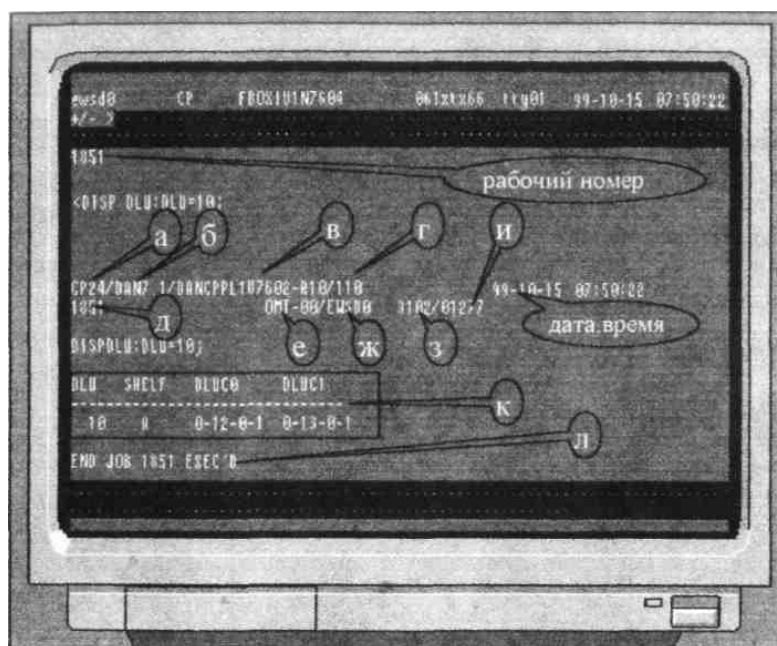


Рисунок 3.1- Вид О&М терминала при выводе выходного сообщения:

- а) первая часть заголовка сообщения - имя станции или DCP, который сгенерировал сообщение;
- б) обменный идентификатор;
- в) метка CP, или программного обеспечения DCP. В данном случае это датская APS версия 7.1.
- г) состояние CP
- д) рабочий номер, располагаемый при входе;
- е) идентификатор ОМТ, откуда вы ввели команду;
- ж) идентификатор пользователя;
- з) номер группы сообщения или типа данных, на которые сообщение распределено;

- и) номер сообщения выходной маски;
- к) сообщение;
- л) информация о завершении работы (в примере для работы №1851).

Система всегда отвечает на входные MML команды с помощью ответных сообщений.



Если команда введена правильно, оператор получает подтверждение.

**EXEC'D** полное завершение задания.

**ACCEPTED** показывает, что команда MML, была принята, но это может занять какое-то время, пока фактическая обработка начата. Это сообщение типично для диагностики, что занимает много времени до завершения.

**STARTED** информирует, что процесс с длительным временем обработки запущен.

Диагностика считается завершённой только по выводу сообщения **EXEC'D**.

**PART. EXEC'D** команда MML ещё не завершена.

**NOT EXEC'D** MML команда не была исполнена. Сообщение о причине невыполнения должно быть выведено на экран.

Сообщения о неудачах показывают, что нечто введённое не было корректным. Это может произойти, если вы совершили синтаксическую ошибку или не имеете прав на ввод этой команды.

Повторные сообщения спрашивают оператора на продолжение ввода.

Перед тем, как диагностировать LTG, нужно сконфигурировать их в MBL. Вы можете выполнить конфигурацию только после подтверждающего сообщения.

Таблица 3.1. Наиболее важные операционные состояния

<i>Статус</i>	<i>Расшифровка</i>	<i>Объяснение</i>	<i>Установка с помощью CONF</i>
<i>ACT</i>	Active	Нормальное активное состояние	+
<i>CBL</i>	Conditionally blocked	Выход соединения поддержан, новые не будут установлены	+
<i>MAS</i>	Master	Центральный процессор CP113	-
<i>MBL</i>	Maintenance blocked	Устройство, доступное только для эксплуатации	+
<i>NAC</i>	Not accessible	Устройство соединено с системой через дефектный блок и не может быть идентифицировано	-
<i>PLA</i>	Planned	Устройство спланировано, но еще не доступно физически	+
<i>SPR</i>	Spare	Спаренный процессор CP113	+
<i>STB</i>	Stand by	Устройство находится в резервном состоянии	+
<i>UNA</i>	Unavailable	Устройство дефектно	-

Подтверждающие сообщения предупреждают, что блокирование LTG исключает переключающуюся периферию из сервиса.

***FINISHED*** - работа полностью выполнена.

**STOPPED** - рабочий таймер был остановлен. Выполнение может быть отменено либо продолжено позже.

Аварийное сообщение указывает на то, что есть определённая ошибка, которая может испортить ОС. В зависимости от приоритета аварии, ОАМ персонал должен выполнить соответствующие действия в соответствии с процедурой SYP100 (см. приложение).

#### **4. Порядок выполнения работы**

4.1 Ознакомьтесь с материалом, изложенным в пунктах 2 и 3 данного методического пособия.

4.2 Запустите файл *Start-te.bat*. После демонстрации заставки Сименс нажмите кнопку Menu в панели задач. В предложенном списке выберите опцию Man Maschine Language MML двойным щелчком мыши. Продвижение по изложению описания осуществляется с помощью нажатия на изображения мыши в правом нижнем углу.

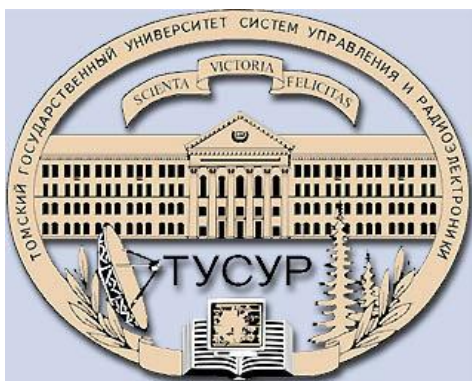
4.2 Изучите весь излагаемый материал по MML, отвечая на предложенные вопросы.

4.3 Ответьте на тесты и предъявите результат преподавателю.

**Министерство образования и науки РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**Томский государственный Университет Систем Управления и**  
**Радиоэлектроники**  
**(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой ТОР, доцент  
\_\_\_\_\_ А.Я.Демидов  
<< \_\_\_ >> \_\_\_\_\_ 2014 г.

Кафедра Телекоммуникаций и Основ Радиотехники (ТОР)



**Технология синхронной цифровой иерархии SDH и**  
**проектирование ГТС**

Лабораторная работа по дисциплине «Сети связи и системы коммутации»

РАЗРАБОТАЛИ

Профессор кафедры ТОР \_\_\_\_\_ В. М. Винокуров

студент гр. 147-2 \_\_\_\_\_ Ч.Р. Хусаинов

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2014

2014



Программа разработана в ходе дипломного проектирования в Томском Государственном Университете Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУРе) на кафедре Телекоммуникаций и Основ Радиотехники (ТОР) в 2003 г студентом гр. 147-2 Хусаиновым Ч.Р. под руководством доцента Винокурова В.М. Работа прошла регистрацию в ОФАП Госкоорцентра Минобрнауки России и опубликована в журнале «Компьютерные учебные программы и инновации» – М: ГОСКООРЦЕНТР. – 2008. - N 7. стр. 93, свидетельство об отраслевой регистрации разработки №10439 от 16.04.2008; (Windows 2000/XP, Linux via Wine, алгоритмический язык DELPHI 7.0). Программа переработана и модернизирована в 2011г.

---

## 1. Цель работы.

Знакомство с технологией SDH.

## 2. Описание лабораторной установки.

Для того чтобы начать выполнять лабораторную работу запустите файл `sdh.exe`. Кроме этого файла в текущем каталоге находятся файл `sdh.chm`, который можно использовать как электронный учебник по данной технологии, так как он запускается независимо от исполняемого файла (см рис.1). В каталогах `/Images`, `/Questions`, `/Answer` содержатся текстовые и графические файлы-ресурсы.

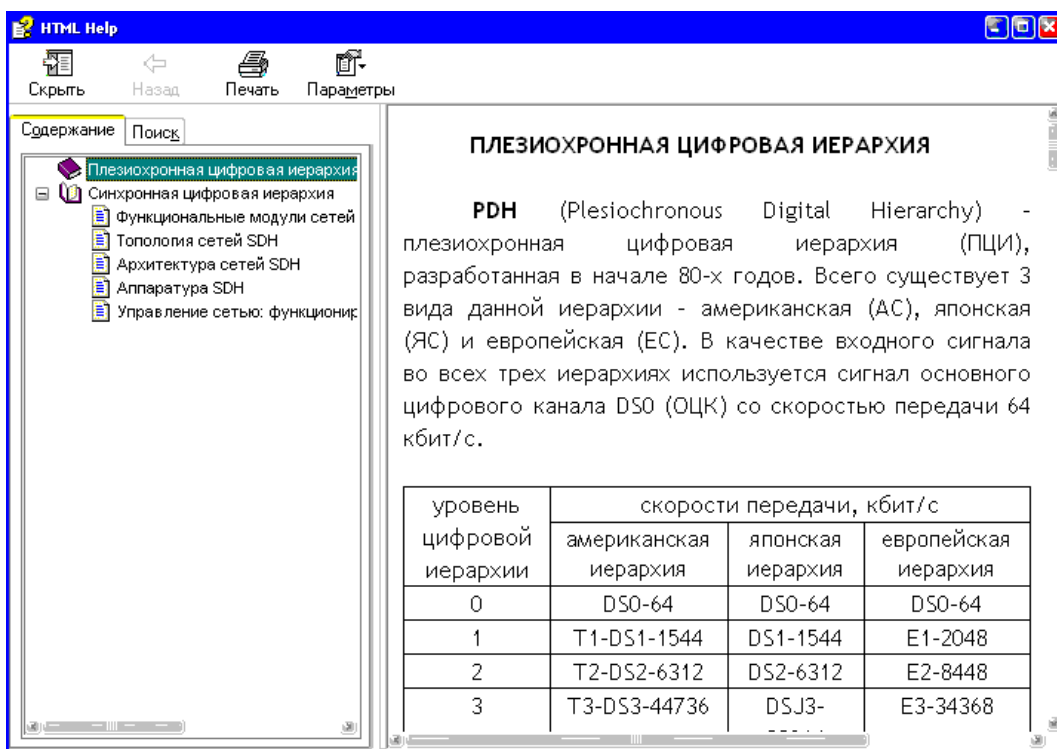


Рис. 1 Внешний вид окна приложения SDH.CHM (файл помощи)

После запуска исполняемого файла (`sdh.exe`) появится первое окно, в котором Вам будет предложено ознакомиться с принципами технологии SDH (то есть прочитать электронный учебник), а затем пройти входной тест. Процесс

обучение можно пропустить – для этого выберите «Начать тест без обучения» (см. рис. 1).

Входной тест – это 8 простых вопросов по технологии SDN (см. рис. 2). При помощи клавиш «Далее» и «Назад» Вы можете прокручивать вопросы; кнопка «Выход» - выход из программы. Для того чтобы пройти входной тест и приступить к выполнению лабораторной работы Вам необходимо ответить на любых 6 вопросов не более чем за 15 минут (пройденное время отображается в нижнем левом углу). Выбор ответа на вопрос осуществляется при помощи указателя мыши – слева от вариантов ответа изображены квадраты, которые необходимо активизировать (см. рис. 3).

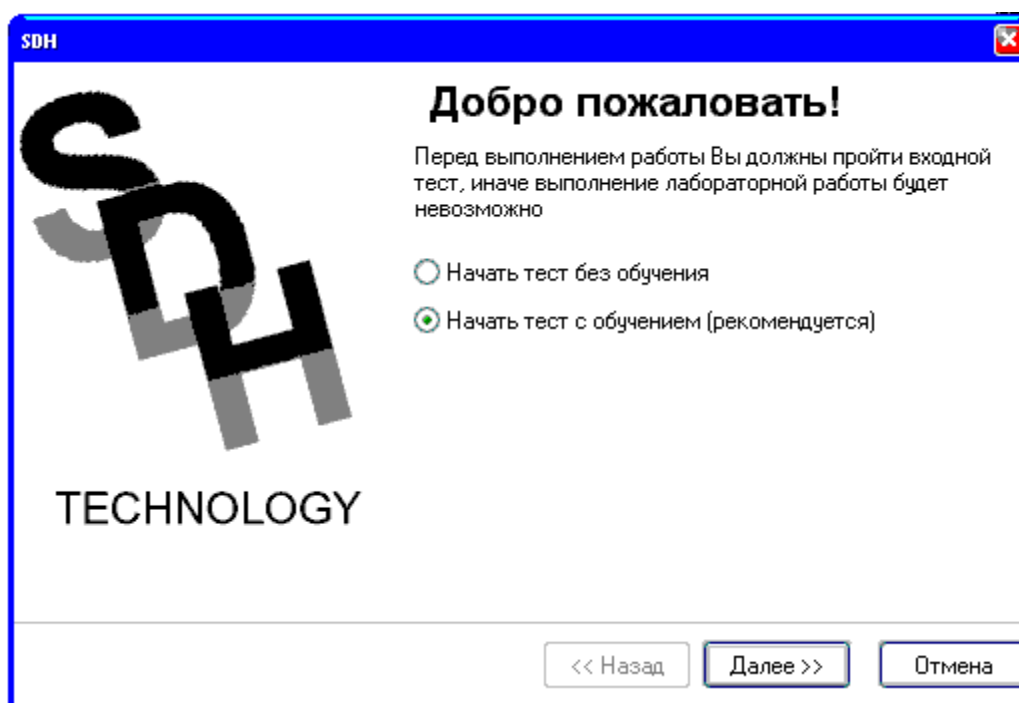


Рис. 2 Внешний вид первого окна

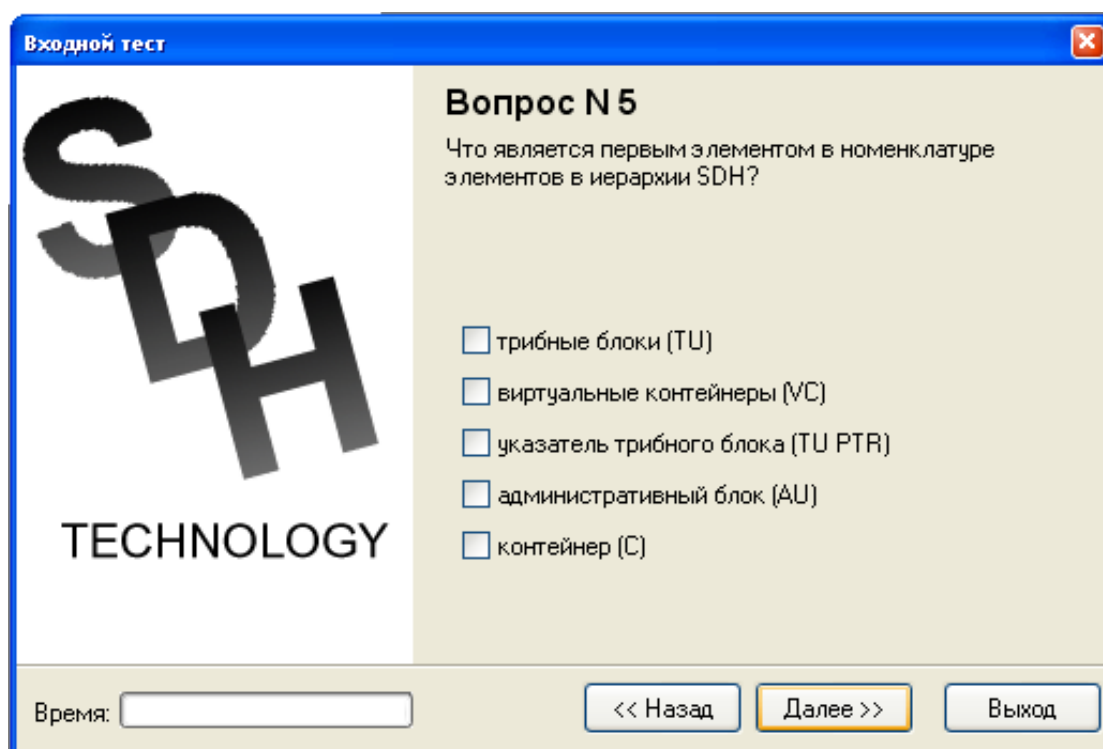


Рис. 3 Внешний вид окна с входным тестом

После прохождения входного теста Вам будет предложено выбрать один из шести вариантов задания (см. рис 4).

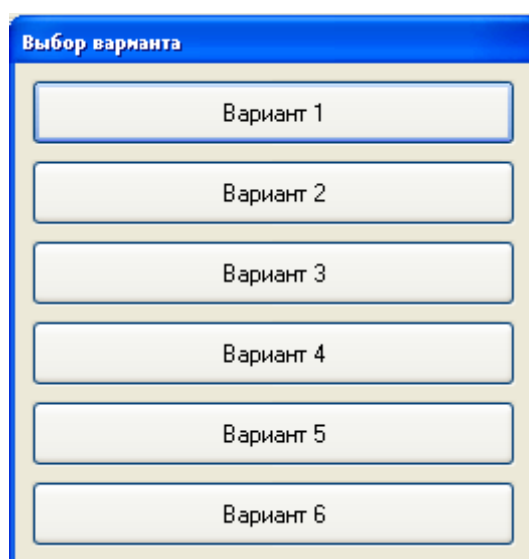


Рис.4 Выбор варианта

Затем появится основное окно компьютерной лабораторной работы (см. рис. 5).

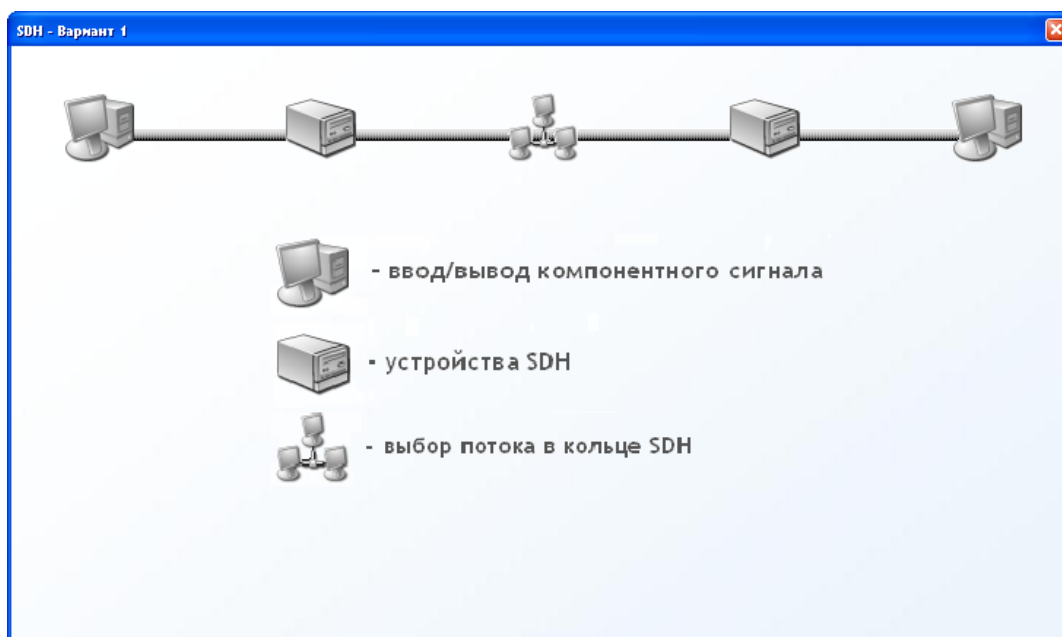






Рис. 5 Внешний вид основного окна лабораторной работы

Лабораторная работа состоит из четырех частей:

-  - синтезирование из компонентного сигнала PDH синхронного транспортного модуля STM-1;
-  - тестовые задания по функциональным блокам сетей SDH и выбору оборудования;
-  - расчет межстанционный трафика;
-  - выделение компонентного сигнала PDH из синхронного транспортного модуля STM-1;

Задание считается выполненным, если иконка поменяла монохромное изображение на цветное. Например:



Для того чтобы начать любое из заданий необходимо два раза щелкнуть по требуемой иконке.

### 3. Лабораторные задания.

#### Знакомство со структурой и методами формирования потоков STM-1.

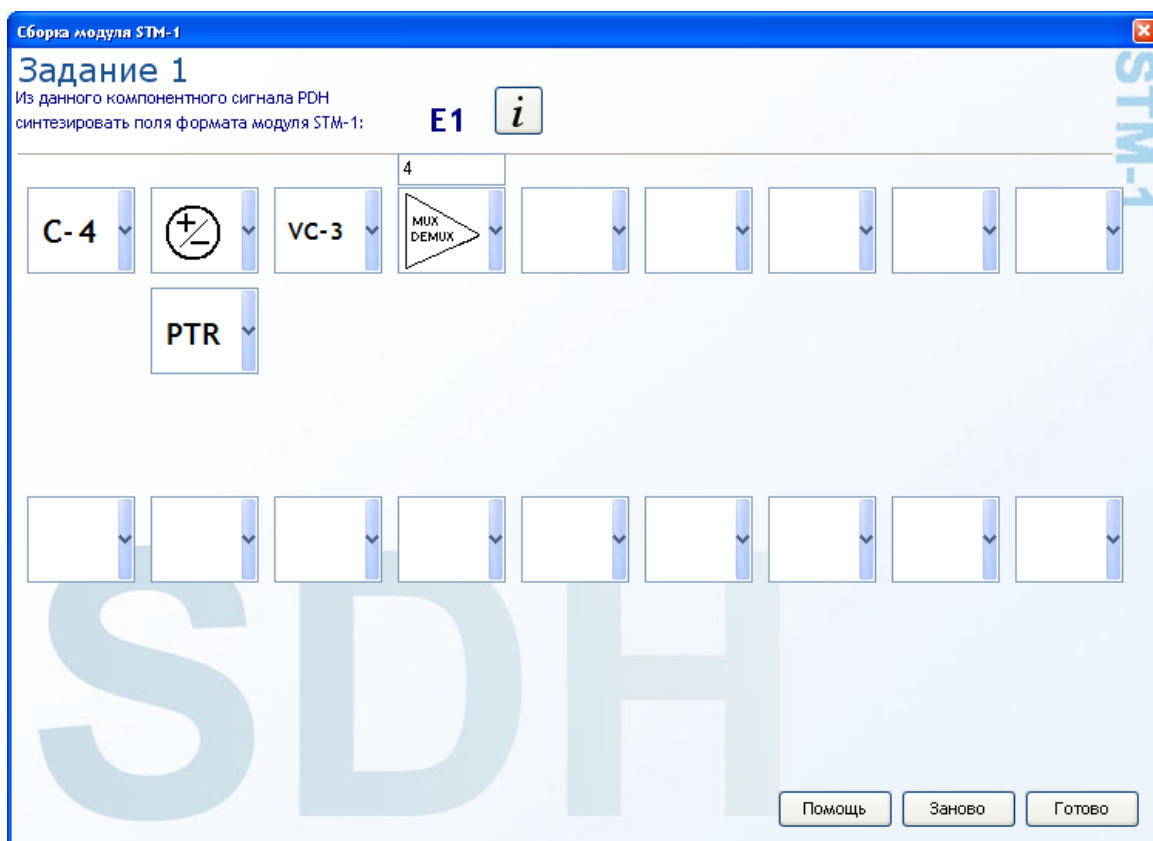


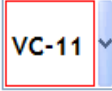


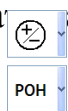



Рис. 6 Внешний вид окна «Сборка/разборка модуля STM-1»

При выборе иконки  появится окно «Сборка модуля STM-1» (см. рис. 6). Смысл данной работы состоит в следующем: используя всю номенклатуру элементов иерархии SDH, операции мультиплексирования и добавления служебной информации синтезировать синхронный транспортный модуль STM-1 из предложенного компонентного сигнала PDH. При выполнении этой операции необходимо опираться на схему мультиплексирования PDH трибов в технологии SDH по схеме ETSI, которая есть в учебнике (см. рис. 1).

Например, это сигнал E1 (как на рис.6). Тогда в первом окне нужно выбрать контейнер C-12, затем операцию добавления служебной информации – внизу появится окно для выбора служебной операции (РОН – маршрутный заголовок, SOH – секционный заголовок, PTR - указатель). Операцию следует продолжать до тех пор, пока не сформируется блок STM-1, то есть до присоединения к группе административных блоков (AUG) секционного заголовка (SOH).

В нижнем правом углу находятся три кнопки – «Помощь», «Заново» и «Готово». При нажатии на первую кнопку появляется помощь, на вторую – очищаются все формы; при нажатии на третью – программа проверяет правильность заполнения всех форм. Если работа выполнена некорректно, то появляется сообщение  **Неверно** программа показывает форму, в которой произошла ошибка . В противном случае окно закрывается и задание считается выполненным. При выборе операции мультиплексирования сверху появляется поле для ввода – в нем необходимо указать коэффициент мультиплексирования . Также при выборе операции добавления служебной информации появляется дополнительное поле () в котором необходимо указать какую служебную информацию Вы добавляете.



При выборе иконки  также появляется окно «Сборка /разборка модуля STM-1» (см. рис. 6). Смысл данной работы состоит в обратном: используя всю номенклатуру элементов иерархии SDH, операции демультиплексирования и извлечения служебной информации выделить предложенный компонентный сигнал PDH из синхронного транспортного модуля STM-1. Процесс заполнения аналогичен вышеописанному. Начинать нужно с операции извлечения из STM-1 секционного заголовка SOH.

### **Порядок выполнения работы «Сборка модуля STM-1».**

Запустить файл sdh.exe.

Ознакомиться с электронным учебником (см пункт 2).

Пройти входной тест.

Два раза кликнуть на иконке



Заполнить формы (см. рис.6) в соответствии с правилами выполнения данной лабораторной работы (см пункт 3.1).

После заполнения форм нажать на клавишу «Готово» и программа выйдет в основное окно (см рис. 5).

При успешном выполнении данной части работы иконка меняет свое изображение на цветное.

Если иконка не меняла свое изображение, то перейдите к пункту 3.2.4 или приступите к выполнению следующей части лабораторной работы.

### **Порядок выполнения работы «Выделение компонентного сигнала из модуля STM-1».**

Запустить файл sdh.exe.

Ознакомиться с электронным учебником (см пункт 2).

Пройти входной тест.

Два раза кликнуть на иконке



Заполнить формы (см. рис.6) в соответствии с правилами выполнения данной лабораторной работы (см пункт 3.1).

После заполнения форм нажать на клавишу «Готово» и программа выйдет в основное окно (см рис. 5).

При успешном выполнении данной части работы иконка меняет свое изображение на цветное.

Если иконка не меняла свое изображение, то перейдите к пункту 3.3.4 или приступите к выполнению следующей части лабораторной работы.

### **Ознакомление с функциональными блоками и устройствами SDH.**

При двойном нажатии на  появляются тестовые задания связанные с функциональными блоками сетей SDH (см. рис. 7).



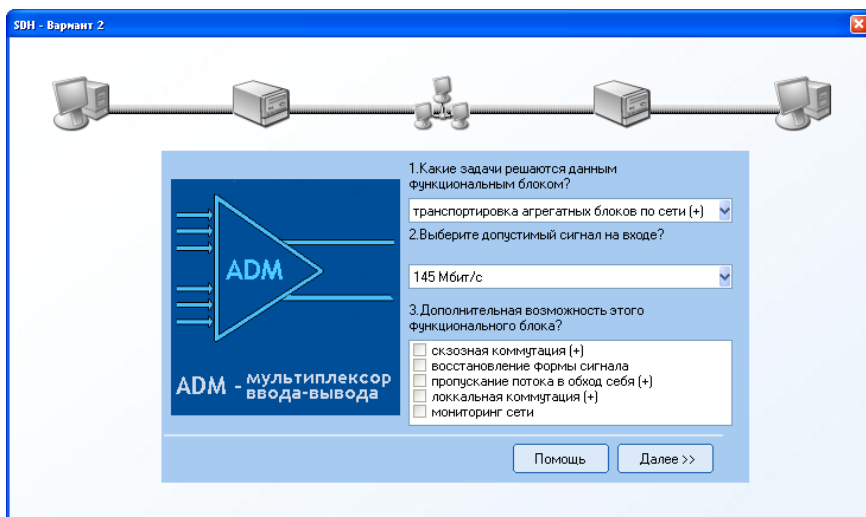


Рис. 7 Внешний вид окна с тестовыми заданиями

Первые два вопроса связаны с функциональными блоками – мультиплексорами (синхронными, терминальными, ввода/вывода), коммутаторами, концентраторами и регенераторами. Слева изображается графическое изображение блока и название, слева – три вопроса и варианты ответа. Если на первые два вопроса нужно отвечать однозначно, то правильных ответов на третий вопрос может быть от одного до пяти.

В следующих двух окнах предлагается выбрать оборудование из предложенного списка (см. рис. 8). В качестве ответа необходимо ввести название фирмы производителя (NOKIA, SIEMENS и т.д.).

В последнем задании (см. рис. 9) требуется правильно определить функциональный блок, изображенный на рисунке слева знаком вопроса. Для этого предлагается шесть кнопок - концентратор (HUB), регенератор (REG), терминальный мультиплексор (TM), мультиплексор ввода/вывода (ADM), синхронный коммутатор (SDXC) и управляющая система (OS).

В любом задании можно обратиться к электронному учебнику; для этого необходимо нажать клавишу «Помощь».

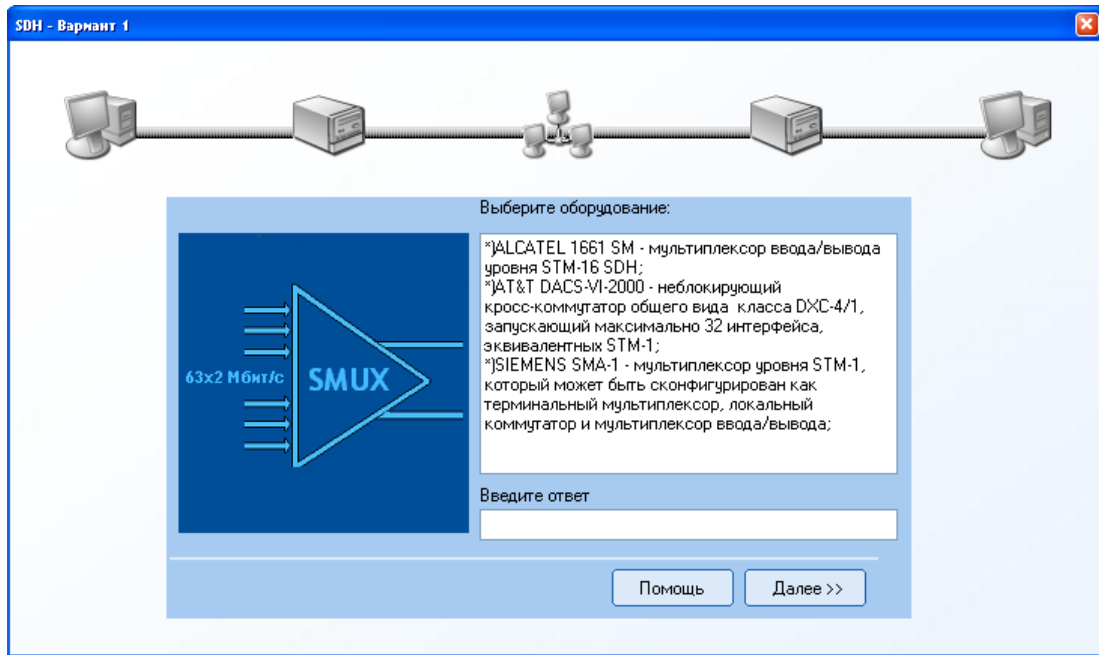


Рис. 8 Внешний вид окна с тестовыми заданиями

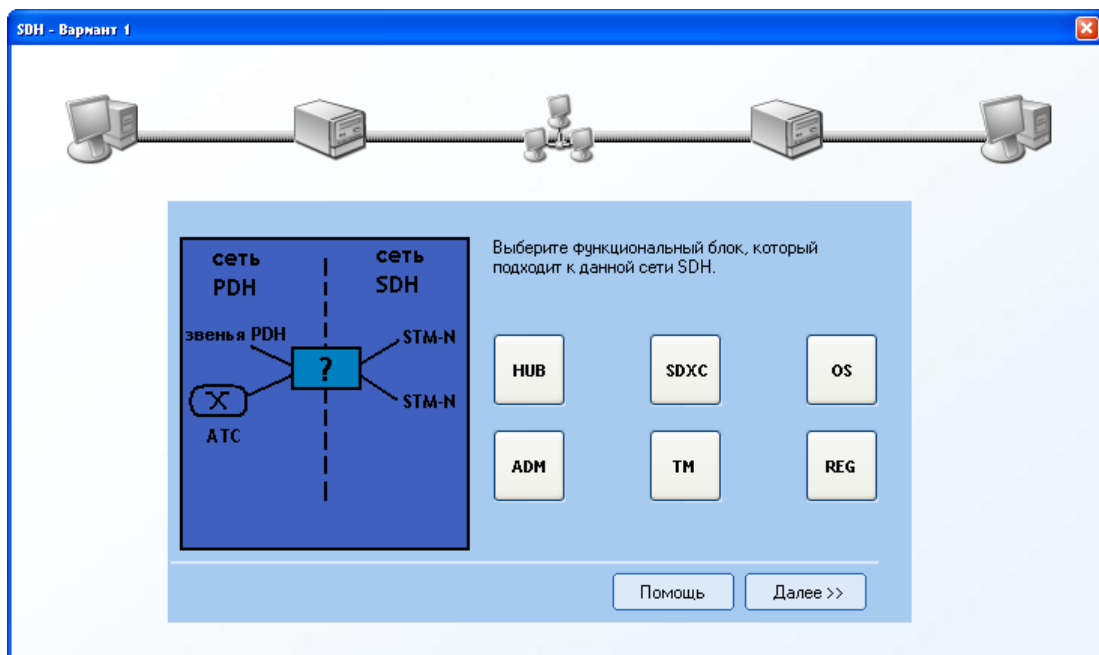


Рис. 9 Внешний вид окна с тестовыми заданиями

**Порядок выполнения работы «Ознакомление с функциональными блоками и устройствами SDH».**

Запустить файл sdh.exe.

Ознакомиться с электронным учебником (см пункт 2).

Пройти входной тест.



Два раза кликнуть на иконке

Ответить на предложенные тесты (см. рис.6) в соответствии с пунктом 3.4.

После ответа на последний тест программа выйдет в основное окно (см рис. 5).

При успешном выполнении данной части работы иконка меняет свое изображение на цветное.

Если иконка не меняла свое изображение, то перейдите к пункту 3.5.4 или приступите к выполнению следующей части лабораторной работы.

### **Пример использования технологии SDH в телефонной сети.**

#### **Исходные предпосылки**

Пусть проектируется ГТС с использованием двунаправленного кольца SDH со 100% резервированием в качестве межстанционных СЛ. Сеть содержит N узловых станций (РАТС, АМТС, УСС). Примем, что ГТС имеет статус сети с явными потерями нагрузки, т.е. с отсутствием потерь.

Нагрузка от абонентов каждой РАТС оценивается по нормам ВСС РФ. Часть этой нагрузки будет присутствовать в межстанционном обмене. Количество каналов, необходимое для каждого межстанционного обмена рассчитывается по формуле Эрланга:

$$B = \frac{A^N}{N! \sum_{z=0}^N \frac{A^z}{z!}},$$

где A – нагрузка в эрлангах;

N – количество каналов;

B – вероятность блокировки.

Задаваясь величиной B в пределах 0,001 – 0,005, согласно нормам, можно определить для заданной величины A ресурс N.

В качестве каналов доступа узлов коммутации (РАТС, АМТС, УСС) к

первичной сети, реализованной на базе SDH, будем использовать плезиохронные системы передачи ИКМ -30 (стандарт E1).

Для расчета количества цифровых потоков типа E1, необходимых для реализации пучков соединительных линий (каналов) между различными станциями сети, следует учитывать:

- 1) число соединительных линий в направлении связи;
- 2) тип используемых соединительных линий (односторонние или двухсторонние);
- 3) тип используемой системы сигнализации.

При использовании односторонних линий и децентрализованной системы сигнализации (2ВСК, "2 из 6» и т.д.), для расчета требуемого числа потоков E1 от *i*-ой станции к *j*-ой станции, воспользуемся формулой:

$$N_{ijикм} = E_n [(V_{сл} - 1) / 30 + 1], \quad (3.1)$$

где  $N_{ijикм}$  - требуемое число цифровых потоков E1 от *i*-ой станции к *j*-ой станции;

$V_{сл}$  - число соединительных линий (каналов) между *i*-ой и *j*-ой станциями, ( $V_{сл} = V_{ij} + V_{ji}$ );

$E_n$  - знак целой части числа.

При использовании двухсторонних пучков и централизованной системы сигнализации (ОКС№7) воспользуемся формулой:

$$N_{ijикм} = E_n [(V_{сл} - 61) / 31 + 1] + 2 \quad (3.2)$$

Формула 5.2 справедлива, если  $V_{сл} > 60$  каналов. В противном случае необходимо использовать формулу 5.1, заменив  $V_{сл}$  на  $V_{ij}$ .

Для определения типа синхронного транспортного модуля используются следующие результаты:

- структура оптимального кольца с указанием местоположения мультиплексоров ввода-вывода (ADM) на данном кольце;
- схема взаимодействия ADM с узлами коммутации ГТС (РАТС, УВС и т.д.), АМТС и УСС;
- количество цифровых потоков стандарта E1 между различными узлами коммутации телефонной сети.

На основании вышеуказанных данных строится матрица  $M$  емкостей кратчайших путей и ребер.

Матрица  $M$  включает:

- перечень взаимодействующих узлов коммутации (станций) сети в соответствии со схемой построения ГТС;
- количество цифровых потоков стандарта E1 между различными узлами коммутации (станциями) ГТС;
- перечень участков кольца, которые используются для создания основных и резервных путей (маршрутов) для передачи цифровых потоков E1 между

различными узлами (станциями) ГТС.

Рассмотрим пример составления матрицы  $M$ .

Пусть известны:

- Схема построения ГТС (рисунок 10).
- Структура кольца (рисунок 11).
- Число ИКМ трактов передачи цифровых потоков Е1 между станциями ГТС (таблица 5.2).

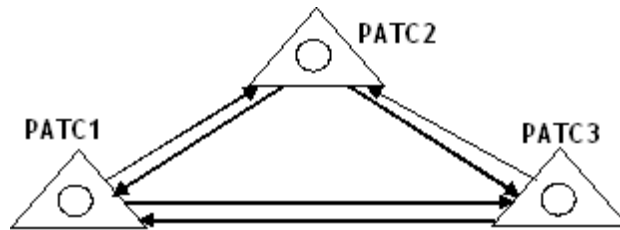


Рис.10 Схема построения ГТС

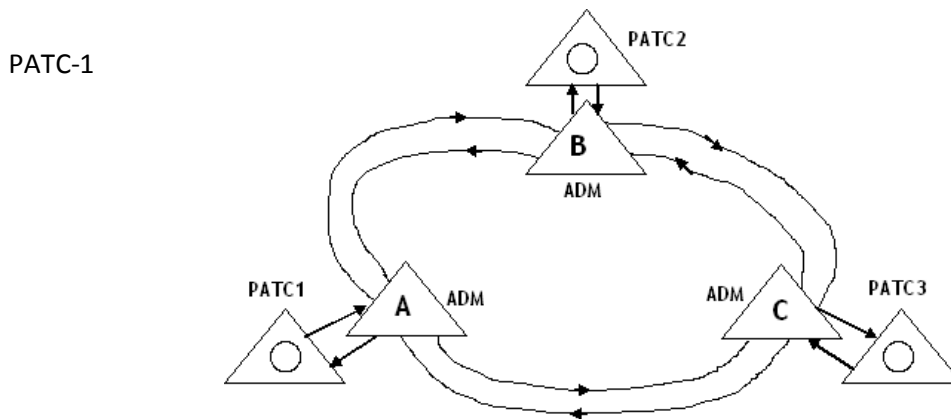


Рис. 11 Структура кольца

Для построения первичной сети на базе SDH используем двунаправленное кольцо со 100% резервированием в случае аварии на участках кольца.

Матрица  $M$  емкостей кратчайших путей и ребер для рассматриваемого примера представлена в таблицы 1.

Таблица 1 – Матрица  $M$  кратчайших путей и ребер


Исходящая станция	Входящая станция	Количество цифровых потоков E1	Путь передачи	Участки кольца					
				A→B	B→A	B→C	C→B	C→A	A→C
РАТС-1 (А)	РАТС-2 (В)	15 15	Осн. Рез.	15			15		15
	РАТС-3 (С)	20 20	Осн. Рез.	20		20			20
РАТС-2 (В)	РАТС-3 (А)		Осн. Рез.		15	15		15	
	РАТС-3 (С)	25 25	Осн. Рез.		25	25			25
РАТС-3 (С)	РАТС-1 (А)	20 20	Осн. Рез.		20		20	20	
	РАТС-2 (В)	25 25	Осн. Рез.	25			25	25	
Суммарное число цифровых потоков E1 передаваемых по участкам кольца.				60	60	60	60	60	60


После заполнения матрицы М для всех взаимодействующих станций и узлов телефонной сети определяется суммарное число трактов E1 для каждого участка кольца первичной сети. Далее выбираем участок кольца на котором передается максимальное количество цифровых потоков E1.

Тип синхронного транспортного модуля выбирается с учетом стандартных уровней STM.

Если  $0 < S \leq 63$ , то выбираем STM-1  
 $63 < S \leq 252$ , то выбираем STM-4  
 $252 < S \leq 1008$  то выбираем STM-16, где S – количество потоков E1.

### Расчет межстанционной нагрузки и выбор уровня потока STM.

Предположим, что описанная процедура проделана и результаты сведены в таблицу. При выборе иконки  яется окно с таблицами (см. рис. 10). В верхней части окна изображена структура кольца (используется двунаправленное кольцо со 100% резервированием) и таблица с данными о числе соединительных линий между узлами данного кольца (данную таблицу можно редактировать). Также к исходным данным следует отнести количество узлов, которое варьируется от 3 до 7.

Следующие три таблицы необходимо заполнить.  Первые две отражает число ИКМ трактов передачи цифровых потоков E1 между узлами; первая – в случае двунаправленных пучков и

централизованной системой сигнализации (ОКС N 7); вторая – в случае однонаправленных пучков и децентрализованной системы сигнализации (2ВСК). При заполнении этих таблиц используйте формулы 3.1-3.2. Третья таблица – «Матрица кратчайших путей и ребер» заполняется в тех ячейках, где проставлены знаки вопроса.

Выбор потока в кольце SDH

4

Число соединительных линий

	Узел 1	Узел 2	Узел 3	Узел 4
Узел 1	-	464	1280	1408
Узел 2	445	-	734	47
Узел 3	541	270	-	530
Узел 4	1186	821	715	-

Количество потоков E1 (двухсторонние пучки, ОКС N7)

TrueTab

	Узел 1	Узел 2	Узел 3	Узел 4
Узел 1				
Узел 2				
Узел 3				
Узел 4				

Check

Количество потоков E1 (односторонние пучки, 2ВСК)

	Узел 1	Узел 2	Узел 3	Узел 4
Узел 1				
Узел 2				
Узел 3				
Узел 4				

Матрица кратчайших путей и ребер

Исходящ.	Входящ.	1->2	2->1	2->3	3->2	3->4	4->3	4->1	1->4
1	2	??????			30 (рез)		??????		30 (рез)
1	3	59 (осн)		59 (осн)			59 (рез)		59 (рез)
1	4	??????		84 (осн)		84 (осн)			84 (рез)
2	1		??????	30 (осн)		??????		30 (осн)	
2	3		??????	33 (осн)			33 (рез)		??????
2	4		29 (рез)	??????		??????			29 (рез)
3	1		59 (рез)		59 (рез)	??????		59 (осн)	
3	2	33 (осн)			??????	??????		??????	
3	4		41 (рез)		41 (рез)	41 (осн)			41 (рез)


Исходя из таблицы "Число соединительных линий" заполнить остальные

Рис. 10 Внешний вид окна «Расчет межстанционной нагрузки и выбор потока STM»

После заполнения всех необходимых таблиц нужно нажать кнопку «Готово». Если хотя бы в одной ячейке был произведен некорректный ввод, то появится сообщение **Неверно**.

В случае правильного заполнения таблиц появятся три кнопки – STM-1, STM-4, STM-16. Далее необходимо выбрать уровень потока STM-1 для данного технологического кольца. После нажатие на одну из кнопок окно закрывается и появляется основное окно лабораторной работы (см рис. 5). Если уровень потока определен правильно, то иконка становится цветной.

## Порядок выполнения работы «Ознакомление с функциональными блоками и устройствами SDH».

1. Запустить файл sdh.exe.
2. Ознакомиться с электронным учебником (см пункт 2).
3. Пройти входной тест.
4. Два раза кликнуть на иконке 
5. Заполнить таблицу «Число соединительных линий» (если необходимо).
6. Заполнить таблицы «Число потоков E1» и «Матрица кратчайших путей и ребер» в соответствии с пунктом 3.6.2.
7. После заполнения таблиц нажать клавишу «Готово».
8. В случае неправильного заполнения появится сообщение «Неверно»; тогда необходимо перейти к пункту 3.7.6
9. Если таблицы заполнены правильно, то программа предложит выбрать уровень потока для данного кольца - STM-1, STM-4, STM-16.
10. После выбора потока программа выйдет в основное меню (см рис. 5).
11. При успешном выполнении данной части работы иконка меняет свое изображение на цветное.
12. Если иконка не меняла свое изображение, то перейдите к пункту 3.7.4 или приступите к выполнению следующей части лабораторной работы.

### Порядок оформления отчета

Отчет должен содержать следующие сведения.

- 8 Цель работы
- 9 Результаты входного тестирования
- 10 Блок схему программы.
- 11 Последовательность обращений к программе с оценками.
- 12 Распечатка модульных окон (если это возможно).
- 13 Выводы по работе.

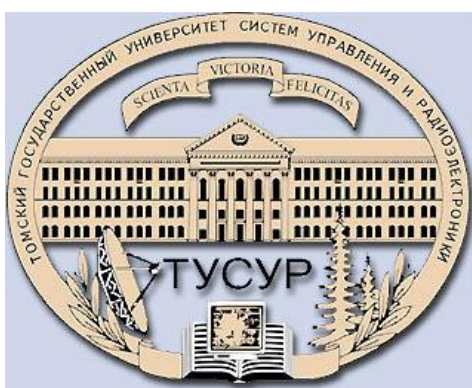
Выводы по работе должны включать:

1. Оценка уровня работы и ее полезности для изучения темы.
2. Замечания по усовершенствованию программы.



Министерство образования и науки РФ  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 Томский государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники  
 (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ  
 Заведующий кафедрой ТОР, доцент  
 \_\_\_\_\_ А.Я.Демидов  
 <<\_\_>> \_\_\_\_\_ 2014 г.



Кафедра Телекоммуникаций и Основ Радиотехники  
 (ТОР)

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине  
 «Сети связи и системы коммуникации»  
 Изучение систем сигнализации в ТФОП  
**«Компьютерный тренажёр «Сигнализация в ТФОП».**

РАЗРАБОТАЛИ  
 Профессор кафедры ТОР \_\_\_\_\_ В. М. Винокуров  
 \_\_\_\_\_ С.Ю.Кудряшов

“\_\_” \_\_\_\_\_ 2014

Томск 2014

## 1. Назначение тренажёра

Компьютерный лабораторный практикум по тематике «Системы межстанционной сигнализации» позволяет исследовать параметры и свойства телефонных межстанционных сигнализаций в телефонных сетях общего пользования. Планируется использование данного практикума в процессе обучения слушателей учебно-производственного центра «Телекоммуникации» для повышения качества учебного процесса. Кроме того, разработка может быть полезна для студентов старших курсов технических вузов специальностей телекоммуникационного профиля.

Процессы установления соединения можно описать сложной функцией входными параметрами которой являются сигналы поступающие от АТС - инициатора связи, встречной АТС и некоторые другие сигналы, например, таймеры времени. Выходными параметрами являются команды управления состоянием соединения АТС.

Тренажёр на базе ПЭВМ позволяет наглядно показать процессы, происходящие в канале связи при установлении соединения а также в его активной фазе и при разъединении. Использование ПЭВМ позволяет также использовать в процессе обучения электронный учебник.

## 2. Описание программного продукта

**2.1** Программный продукт тренажёра состоит из двух частей:

1. Файл редактора заданий “**teacher.exe**”
2. Файл эмулятора работы телефонных каналов “**student.exe**”

Для правильной работы программы эмулятора работы телефонных каналов “student.exe” необходимы также следующие файлы и папки:

- Файл задания “/task”;
- Папка с файлами визуальных эффектов “/avi/\*.avi”:  
“0.avi”, “1.avi”, “2.avi”, “3.avi”, “4.avi”, “5.avi”, “6.avi”, “7.avi”, “8.avi”, “9.avi”, “chell1.avi”, “chell2.avi”, “dc.avi”, “dc\_b.avi”, “kc.avi”, “kc\_b.avi”, “oc.avi”, “oc\_b.avi”, “paket.avi”, “paket2.avi”, “500.avi”;
- Файл помощи (help) “/trunk.hlp”
- Файл содержания справочной службы “trunk.cnt”

Работа с программой состоит из двух этапов: первый этап - подготовка задания, второй обучение на тренажёре.

## 2.2 Описание этапа создания и редактирования задания преподавателем. Окно "Редактора задания" показано на рис. 1

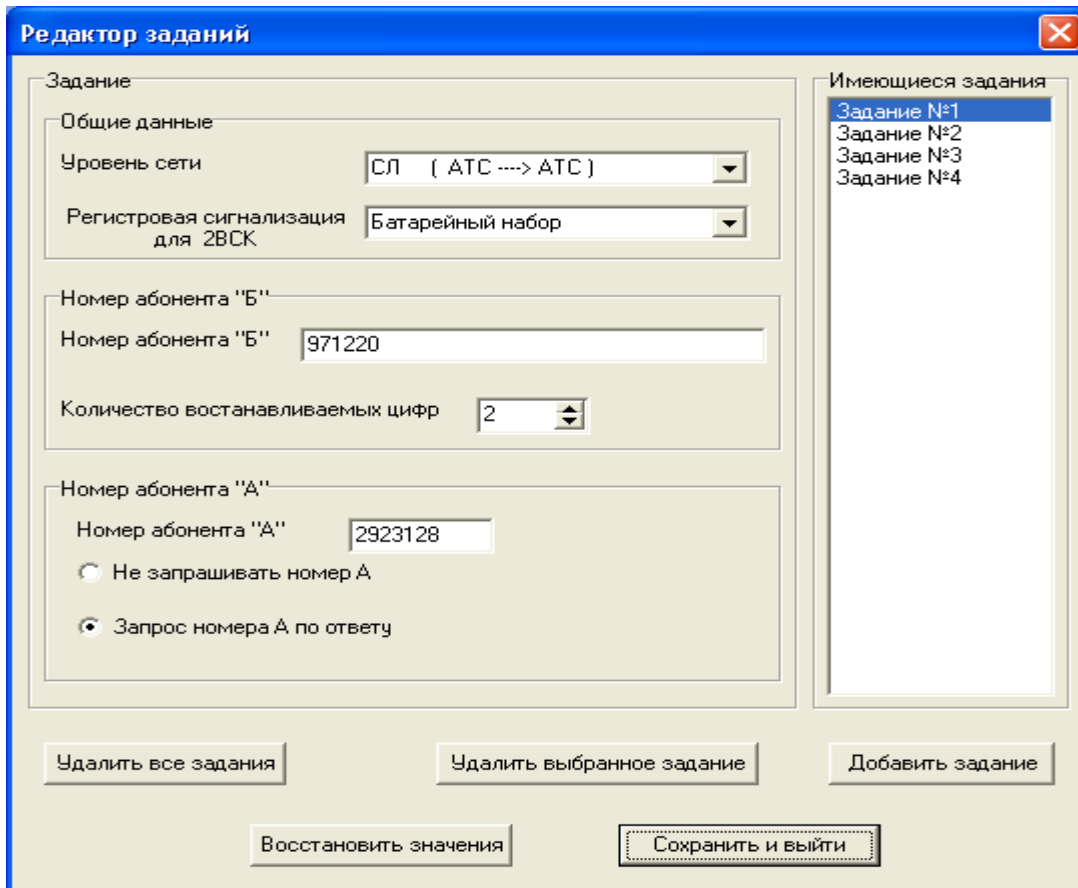


Рис.1 Интерфейсное окно "Редактора заданий"

При запуске редактора задания ("teacher.exe") происходит поиск файла задания "task" в той же папке, где расположен файл редактора заданий. В случае успешного поиска возможно редактирование имеющегося задания. В случае если файл не найден - создается новый файл.

Редактор заданий позволяет произвести следующие действия:

1. Создать новое задание.
2. Удалить выбранное задание.
3. Удалить все задания.
4. Отменить изменения.
5. Сохранить задание и выйти из редактора.
6. Отредактировать существующее задание.

Создание и модификация элементов задания осуществляется с помощью щелчка мыши в соответствующих выпадающих списках:

1. Уровень сети (рис.2)

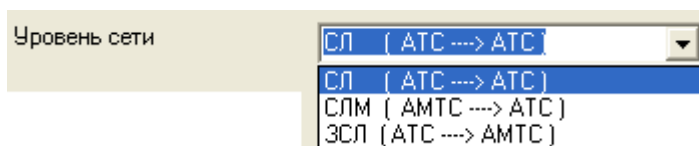


Рис.2

2. Регистровая сигнализация (рис.3).

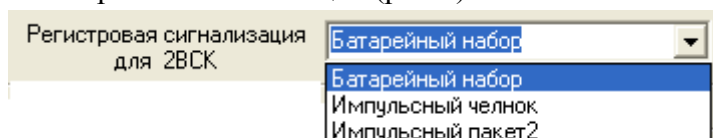


Рис.3

3. Номер абонента “Б”, обязателен для ввода (рис.4).

Рис.4

4. Количество восстанавливаемых на АТС абонента “Б” цифр (рис.5).

Рис.5

5. Номер абонента “А” (рис.6); вводится либо 7-значный номер, либо номер отсутствует.

Рис.6

6. Параметр запроса номера (рис.7).

Рис.7

После того, как будут отредактированы все задания, программа закрывается. Результатом работы программы является бинарный файл “task” (рис.8). Этот файл сохраняется в том же каталоге, где находится программа редактора задания.



Рис.8 Схема работы программы “Редактор заданий”

Файл задания средствами операционной системы должен быть помещён в один каталог с программой эмулятора работы телефонных каналов “Student.exe”.

### 2.3 Описание этапа использования тренажёра обучаемым.

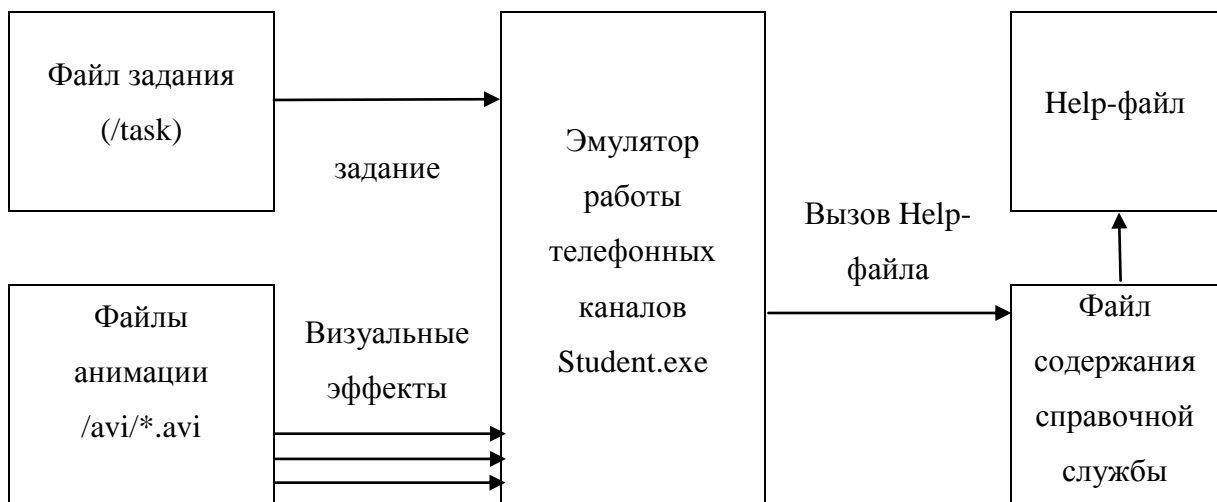


Рис.9 Схема работы программы “Эмулятора работы телефонного канала”

При запуске файла “Student.exe” на экране появится рабочее окно (рис.10)

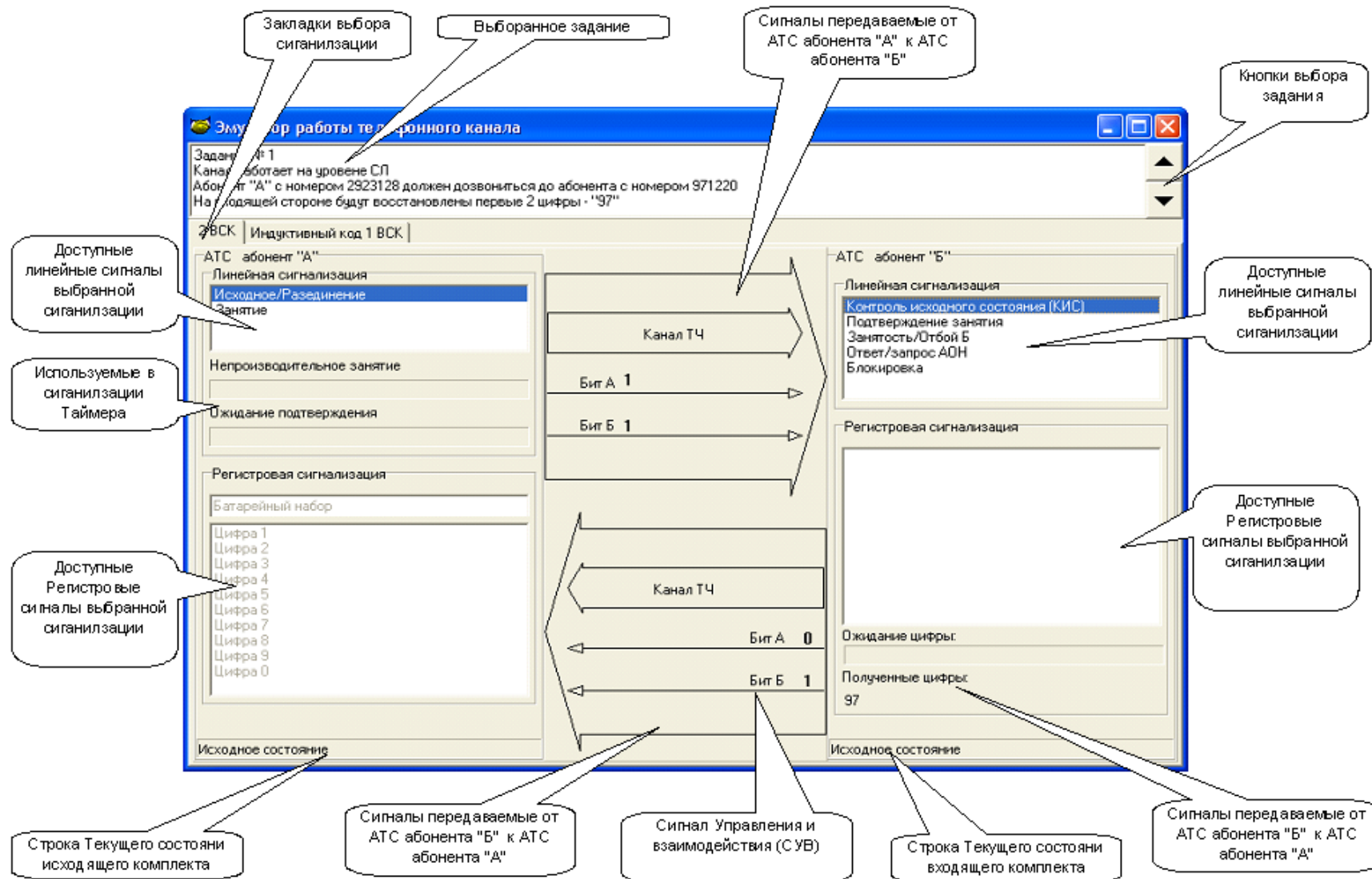


Рис.10- Интерфейсное окно «Эмулятора работы телефонного канала»

У пользователя имеется возможность выбрать задание из списка тех, что записаны в файле заданий “/task”

Согласно заданию, пользователь, выбирая необходимые в данном состоянии линейных комплектов сигналы, должен произвести все этапы соединения, осуществить занятие линии, корректно передать регистровую информацию, в конце сеанса произвести корректное разъединение линейных комплектов.

Следует отметить, что в сигнализации корректными считаются не только действия, которые приводят к установлению соединения. Например, абонент “А” набрал несколько цифр и положил трубку, в это время исходящий линейный комплект начал трансляцию цифр но, не закончив передачу номера, послал сигнал на разъединение. Разговор не состоялся, но с точки зрения сигнализации ошибок не произошло.

Во время выполнения задания при корректных, с точки зрения выбранной сигнализации, действиях пользователя будет изменяться состояние комплектов, поля сигналов управления и взаимодействия (СУВ) будут изменяться в соответствии с состоянием линейных комплектов, при необходимости в соответствующем поле интерфейсного окна будет отражен анимационный ролик, имитирующий трансляцию сигнала.

На рис.11 представлен момент трансляции цифры “5” батарейным способом в предответном состоянии (регистровая фаза установления соединения).

При необходимости сформировать **пакет сигналов** (безынтервальный пакет АОН, или импульсный пакет), открывается окно создания пакета (рис.12).

В левой колонке перечислены доступные для добавления в пакет сигналы.

Добавление сигнала в конец пакета осуществляется щелчком мыши на выбранном сигнале в левой колонке. Сформированный пакет отображается в правой колонке.

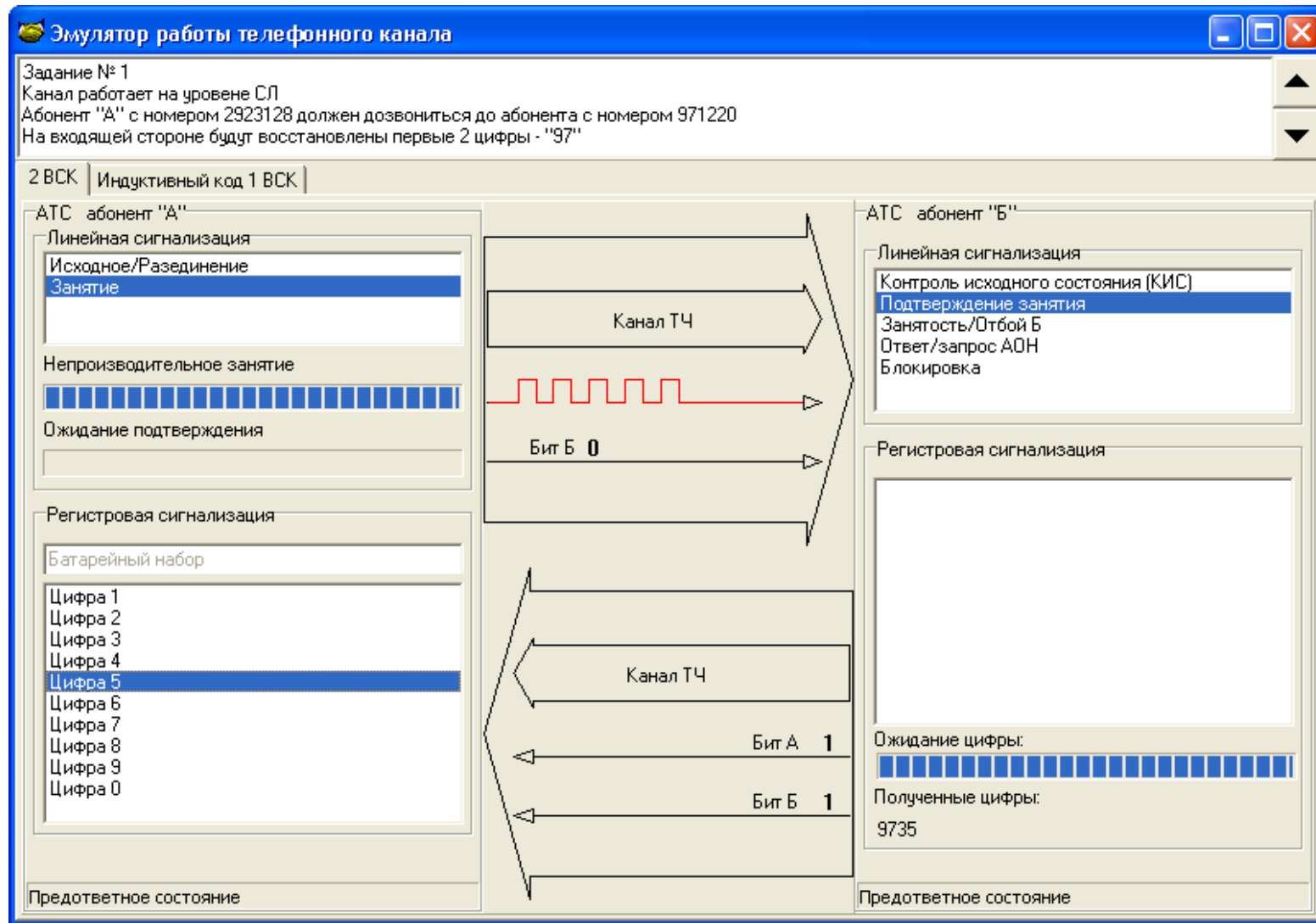


Рис.11 Интерфейсное окно "Эмулятора работы телефонного канала" Момент трансляции цифры номера

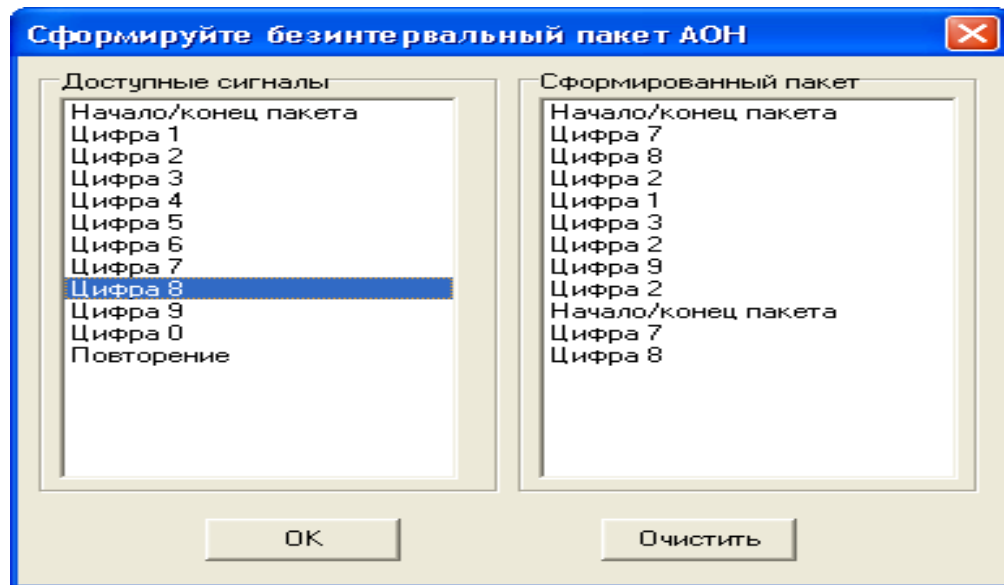


Рис.12 - Интерфейсное окно «Окно создания пакета»

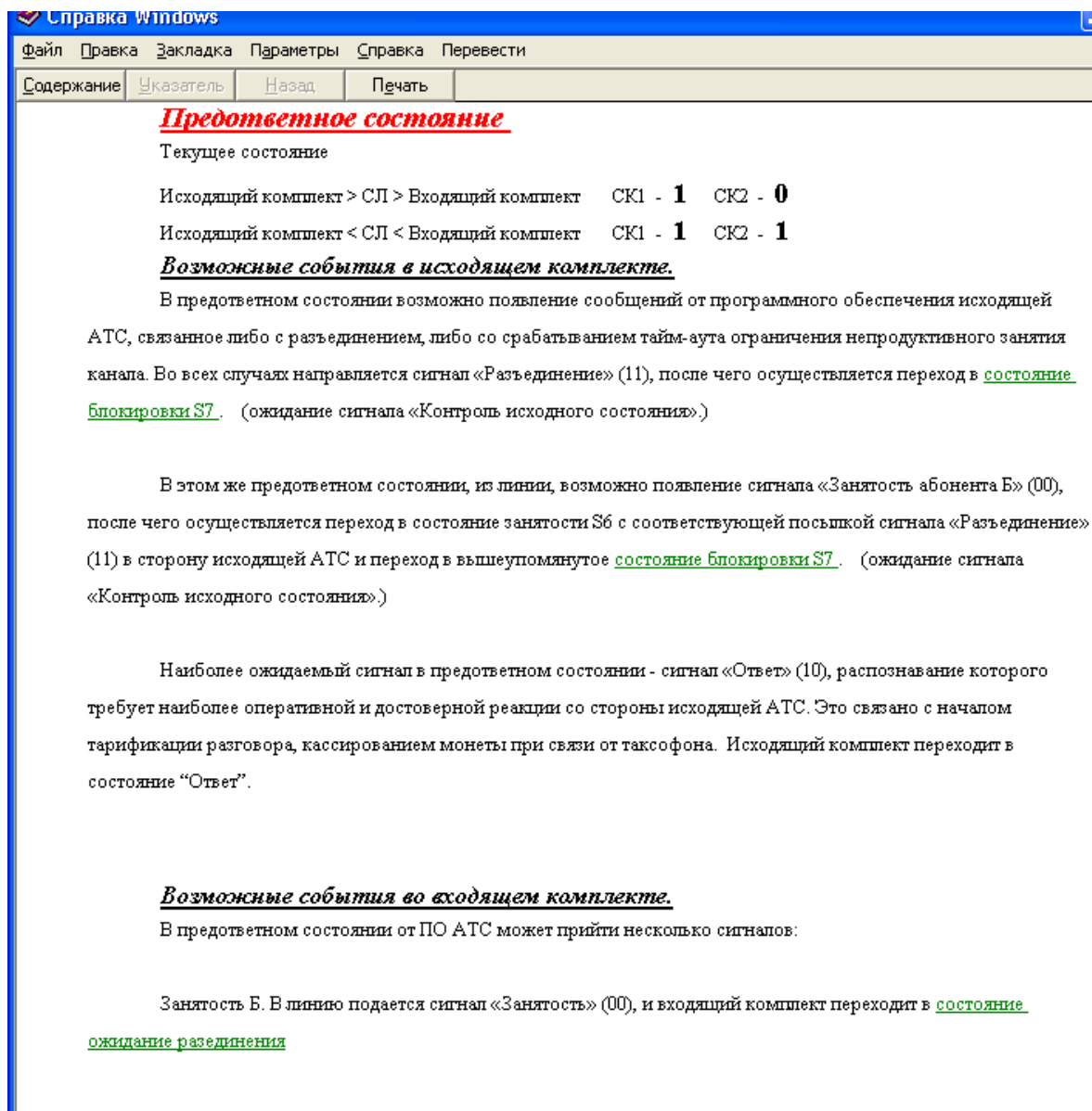


Рис.13 - Интерфейсное окно «Справочная система»



**Удаление** сигнала из ранее сформированного пакета осуществляется щелчком мыши на выбранном сигнале в правой колонке. Кроме того, можно полностью удалить сформированный пакет, нажав на кнопку «Очистить». При попытке закрыть окно проверяется состав введенной информации. Если введенная информация некорректна, открывается окно справки, после ознакомления с которой пользователю предлагается заново составить пакет.

### 2.3.1 Справочная система

При некорректных, с точки зрения выбранной сигнализации, действиях пользователя, состояние комплектов не изменяется, действие программы приостанавливается, пользователю автоматически открывается файл помощи

При некорректных, с точки зрения выбранной сигнализации, действиях пользователя, состояние комплектов не изменяется, действие программы приостанавливается, пользователю автоматически открывается файл помощи на соответствующей данному состоянию комплектов странице (рис.13).

Справочная система (файлы “/trunk.hlp” и “trunk.cnt”) представляет собой отдельный электронный учебник (табл.1), которым возможно пользоваться отдельно от программы эмулятора телефонного канала.

Табл.1 Разделы файла справочной системы.

Раздел справки	Код
<b>Общее представление о сигнализации 1ВСК</b>	1
Линейные сигналы	2
Исходное состояние	3
Состояние блокировки	4
Предотвеченное состояние при местном исходящем вызове	5
Разговорное состояние при местном исходящем вызове	6
Предотвеченное состояние при исходящем междугороднем вызове	7
Состояние Абонент Б свободен при исходящем междугороднем вызове	8
Состояние Абонент Б занят при исходящем междугороднем вызове	9
Разговорное состояние при исходящем междугороднем вызове	10
Предотвеченное состояние при входящем междугороднем вызове	11
Состояние Абонент Б занят при входящем междугороднем вызове	12
Состояние Абонент Б свободен при входящем междугороднем вызове	13
Разговорное состояние при входящем междугороднем вызове	14
Предотвеченное состояние входящего местного соединения	15
Разговорное состояние при местном входящем вызове	16

Продолжение Табл.1 Разделы файла справочной системы.

Таймер непроизводительного занятия	17
<b>АОН. Общие положения</b>	30
Требования к аппаратуре АОН	31
Требования к передаче запроса АОН	32
Структура пакета АОН	34
Категория АОН	35
Батарейный набор	40
Импульсный пакет	50
Импульсный челнок	60
Сигнализация 2 из 6	70
Регистровая сигнализация	96
Нумерация в телефонии	80
<b>2 ВСК Общие положения</b>	90
Исходное состояние	91
Состояние блокировки	92
Ожидание подтверждения занятия	93
Тайм Аут непродуктивного занятия	94
Тайм Аут Ожидание подтверждения занятия	95
Предответное состояние	97
Разговорное состояние	98
Ожидание разъединения	99
<b>Сигнализация 2ВСК Входящий междугородний вызов.</b>	100
Исходное состояние	101
Предответное состояние	102
Ожидание разъединения	103
Б свободен S4 Посылка вызова S11	104
Ответ	105
Распознавание разъединения	106

Пользователь имеет возможность, используя перекрестные ссылки перейти на другие страницы помощи. Просмотреть разделы справочной службы, перекрестные ссылки на которые в данном окне отсутствуют, возможно, “щелкнув” по кнопке “содержание”. На рис.14 представлено окно "Содержание справочной службы".

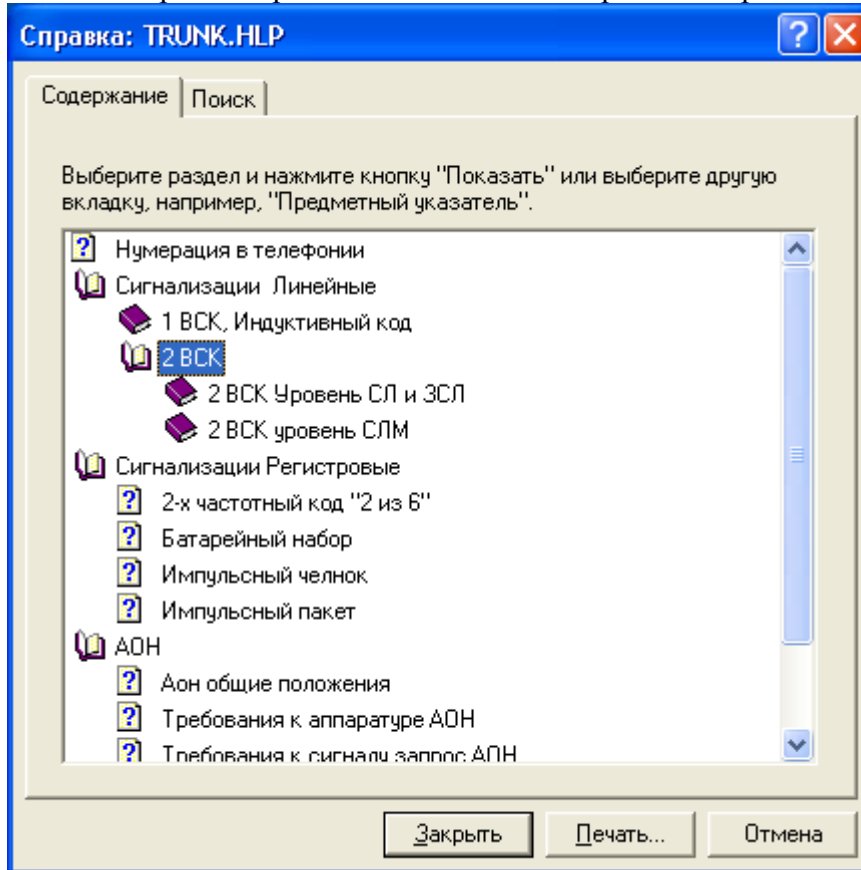


Рис.14 Интерфейсное окно “Содержание справочной службы ”

После ознакомления со страницей помощи пользователь имеет возможность вернуться к работе с эмулятором работы канала и продолжить выполнение задания.

### 2.3.2 Текстовый файл “result.txt”

После завершения работы программы формируется текстовый файл “result.txt” в который записываются выбранное пользователем задание, выбранная сигнализация а также фиксируются все основные этапы установления соединения.

Файл открывается в любом текстовом редакторе. Пример просмотра файла приведен на рис. 15.

### 3. Пример использования программы

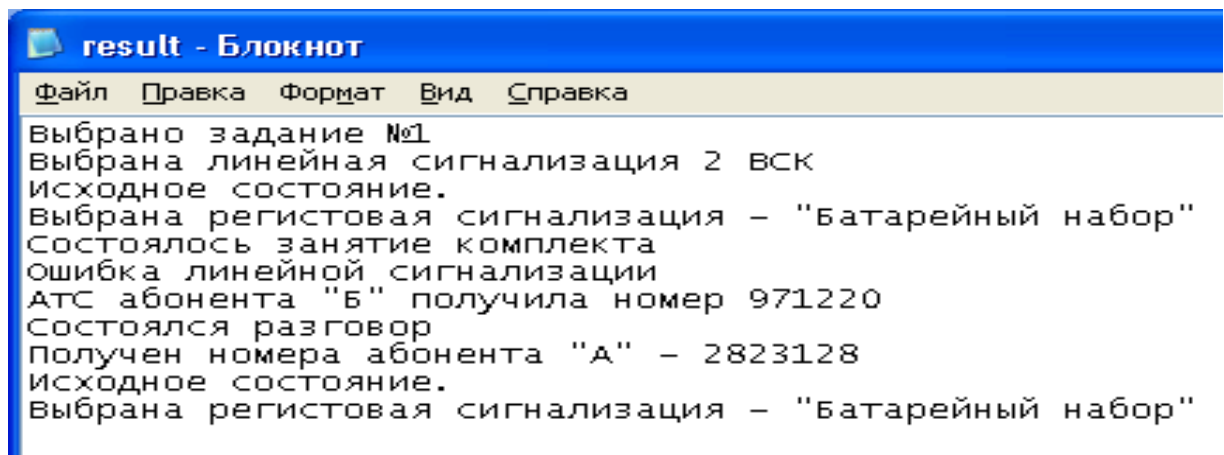


Рис.15 Просмотр файла результатов.

Рассмотрим пример использования программы. Пусть задана сеть, состоящая из двух пунктов и объединённая сигнализацией 2ВСК, **раздельный пучок**. Необходимо произвести ЗСЛ соединение. Регистровая сигнализация - импульсный челнок. Абонент с номером 2971221 должен произвести соединение с номером. 83822971220.

- Запускаем "Редактор заданий" (teacher.exe).
- Очищаем файл задания, нажав на кнопку "Удалить все задания" (в нижней левой части экрана).
- Создаём "Задание №1", нажав на кнопку "Добавить задание" (в нижней правой части экрана).
- Заполняем поля согласно рис.16.
- После того, как все поля будут заполнены, нажимаем кнопку "Сохранить и выйти" в нижнем правом углу "Редактора заданий".

Рис.16 Окно "Редактора заданий"

- В папке, где находится файл "teacher.exe" находим файл задания "task".
- С помощью программы "Проводник" переносим файл "task" в папку, где находится файл "student.exe".
- Запускаем файл "student.exe". Появляется окно, показанное на рис. 17. Как исходящий, так и входящий каналы находится в исходном состоянии.
- Имитируем занятие канала щелчком мыши на строке "Занятие" (на рисунке строка показана **красной стрелкой 1**).

Со стороны линейного комплекта (ЛК) АТС абонента "А" в линию послан линейный сигнал "Занятие", о чём сигнализирует изменение сигнальных бит (рис.18).

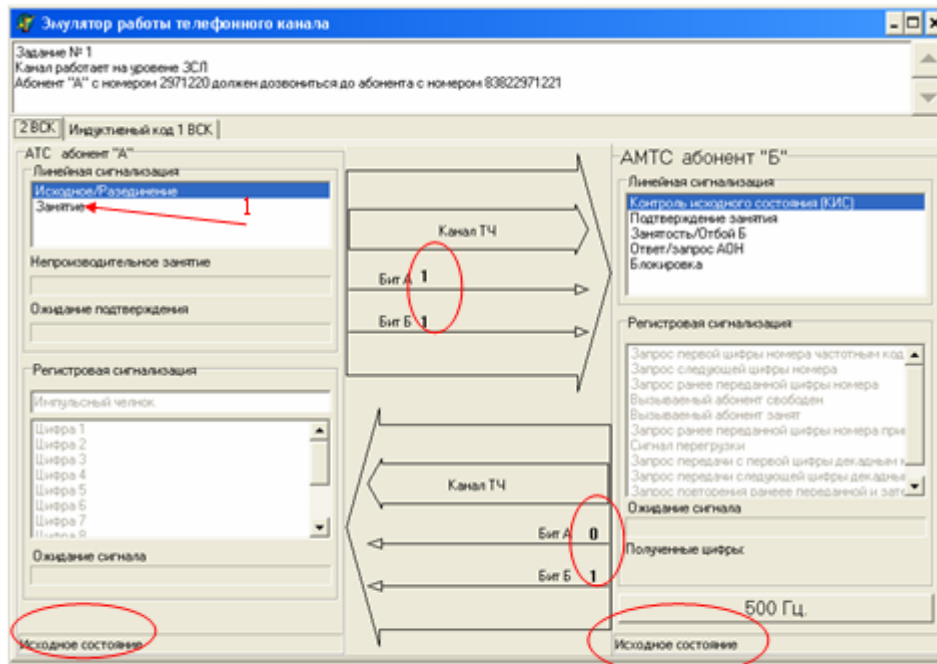


Рис. 17

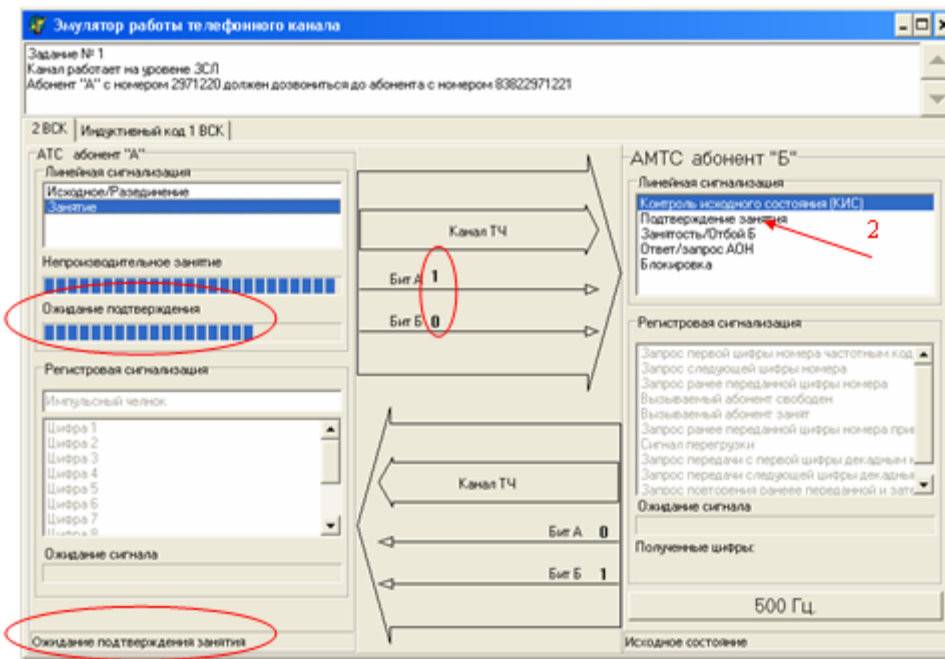


Рис. 18

Комплект перешёл в состояние “Ожидание подтверждения занятия”. Включился счётчик таймера (на рисунке окно “Ожидание подтверждения занятия” обведено красной овальной линией).

На реальных станциях отсчитываемые таймерами отрезки времени составляют единицы или доли секунды. Например время таймера “Ожидание подтверждение занятия” на реальной станции составляет 1 секунду. Естественно, в тренажёре это время выбрано существенно больше, что даёт обучаемому достаточное время для введения необходимого сигнала.

Если вовремя не ввести сигнал подтверждения занятия, то появляется окно рис.19 и исходящий канал переходит в исходное состояние.

На реальной станции такое событие обозначает неисправность. Данное событие фиксируется в файле для дальнейшего анализа репетитором.

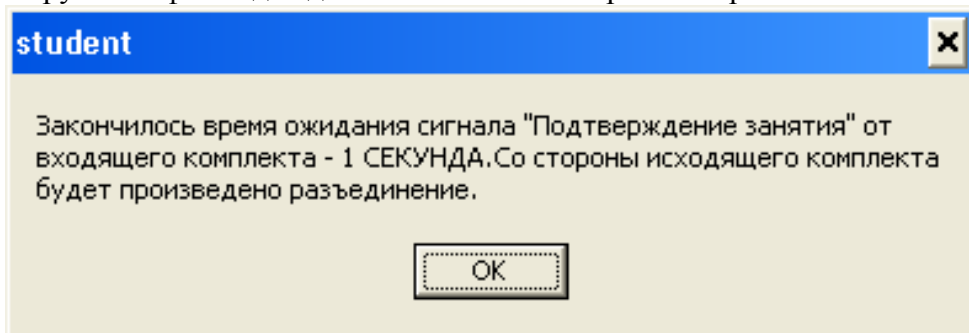


Рис.19

- Предположим что обучаемый вовремя нажал на сигнал "Подтверждение занятия" (на рис.18 сигнал показан **красной стрелкой 2**). В этом случае со стороны комплекта АТС абонента "Б" в линию будет послан линейный сигнал "Подтверждение занятия", о чём сигнализирует изменение сигнальных бит (рис.20).
- Линейные комплекты переходят в "Предответное состояние".
- На линейном комплекте АТС абонента "А" включается счётчик таймера ожидания регистрового сигнала (окно "Ожидание сигнала" на рис.20). Сигналы регистровой сигнализации на комплекте АТС абонента "Б" стали доступны для использования (активны).
- В качестве примера выберем из предложенного списка сигнал "Запрос первой цифры номера частотным кодом" (на рис.20 сигнал показан **красной стрелкой 3**).

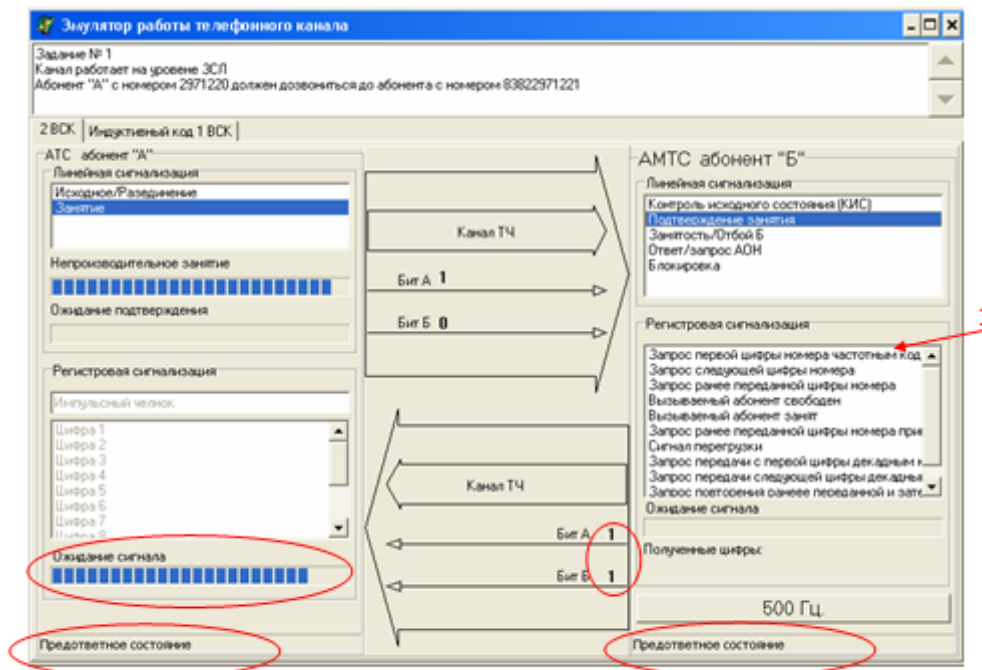


Рис. 20

В канале тональной части (ТЧ) наблюдается анимация: со стороны АТС абонента "Б" передаётся двухчастотный сигнал. Таймер ожидания регистрового сигнала сбросился на стороне линейного комплекта АТС абонента "А" и активизировался на стороне линейного комплекта АТС абонента "Б".

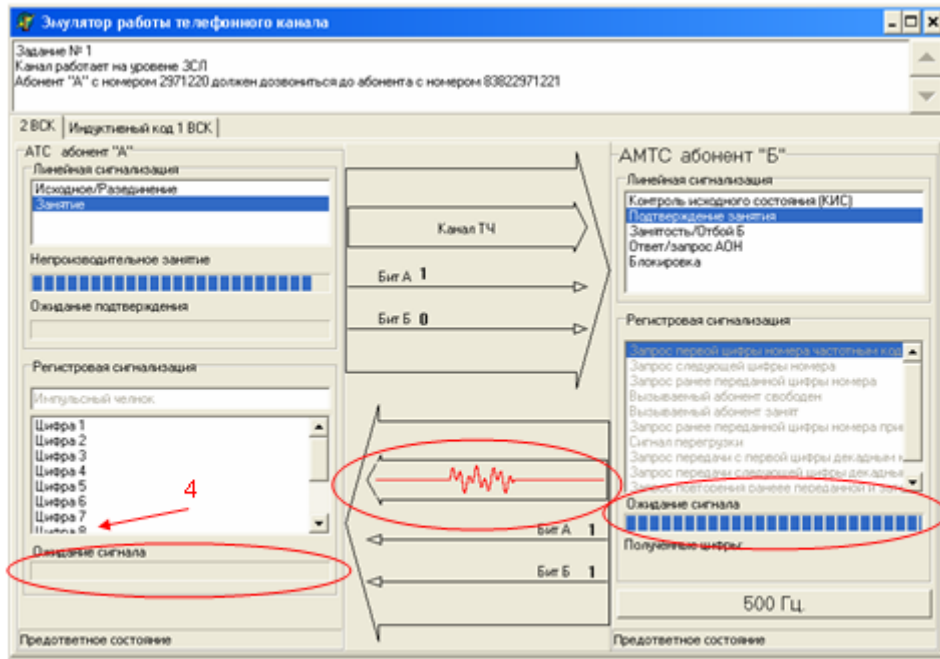


Рис. 21

- Пусть ЛК абонента "А" отвечает на запрос цифрой 8. В окне "Регистровая сигнализация. Импульсный челнок" активизируем регистровый сигнал "Цифра 8" (на рис.21 сигнал показан красной стрелкой 4). Программа инициирует предупреждение: "Необходимо переключить регистровую сигнализацию на "Батарейный набор"" (рис.22).

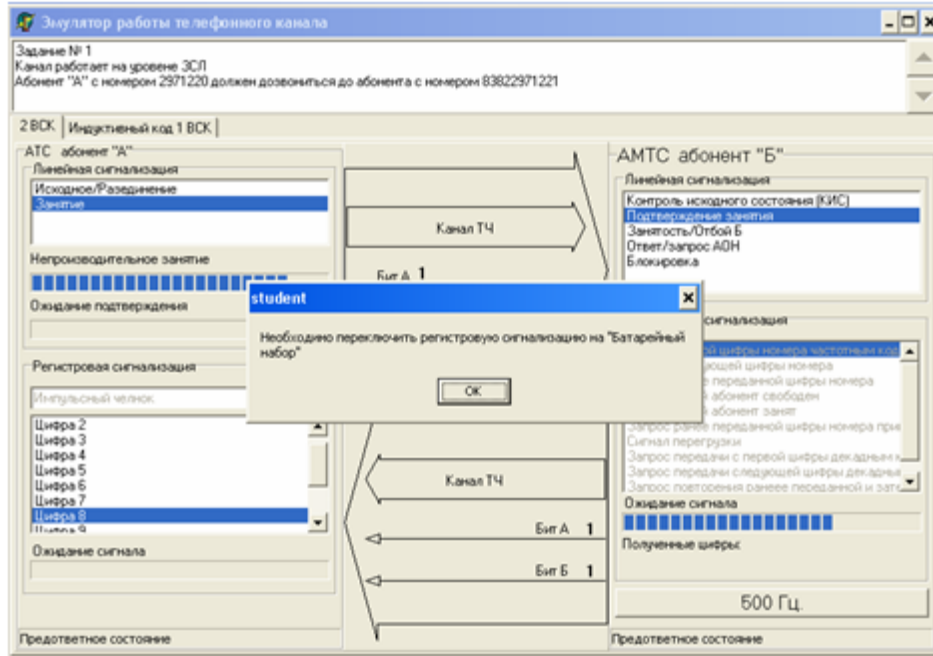


Рис. 22

Появление предупреждения связано с тем, что первая цифра "8", переданная на станцию абонента "Б" указывает на набор абонентом "А" междугородного или внутризонового номера, число цифр в котором заранее не известно и использование регистровой сигнализации "Импульсный челнок" невозможно.

- Нажимаем на кнопку "ОК". В канале тональной часты (ТЧ) наблюдается анимация: со стороны АТС абонента "А" передается двухчастотный сигнал. Информация



о полученных АТС абонента Б цифрах отображается в поле “Полученные цифры”.

- Таймер ожидания регистрового сигнала сбросился на стороне линейного комплекта АТС абонента ”Б” и активизировался на стороне линейного комплекта АТС абонента ”А”.
- В качестве продолжения выберем из предложенных сигналов сигнал “Запрос передачи следующей цифры декадным кодом” (на рис.23 сигнал показан красной стрелкой 5).

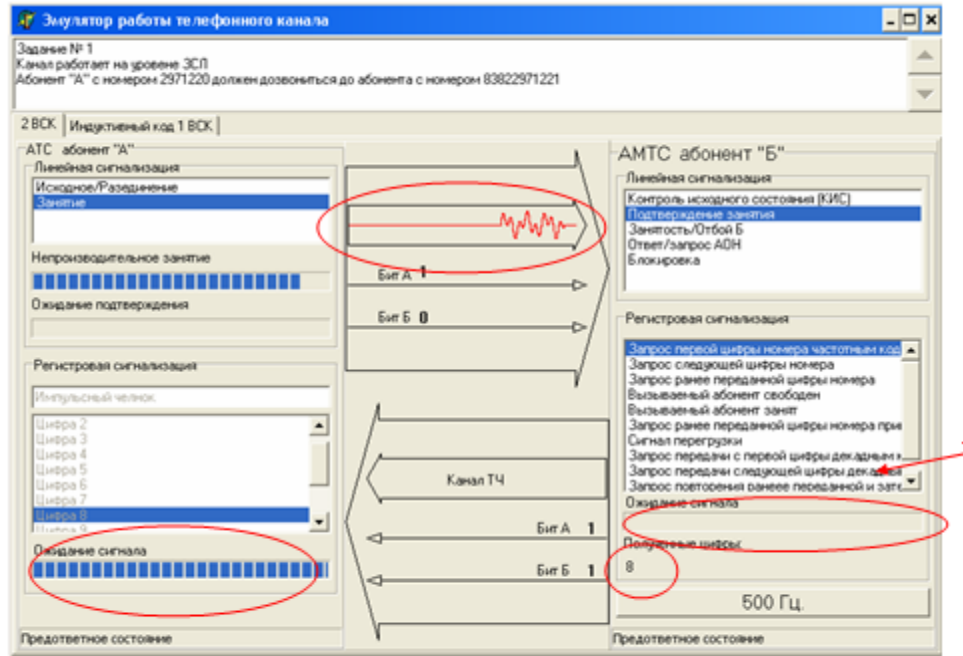


Рис.23

- В канале тональной частоты (ТЧ) наблюдается анимация: со стороны АТС абонента “Б” передается двухчастотный сигнал (рис.24).

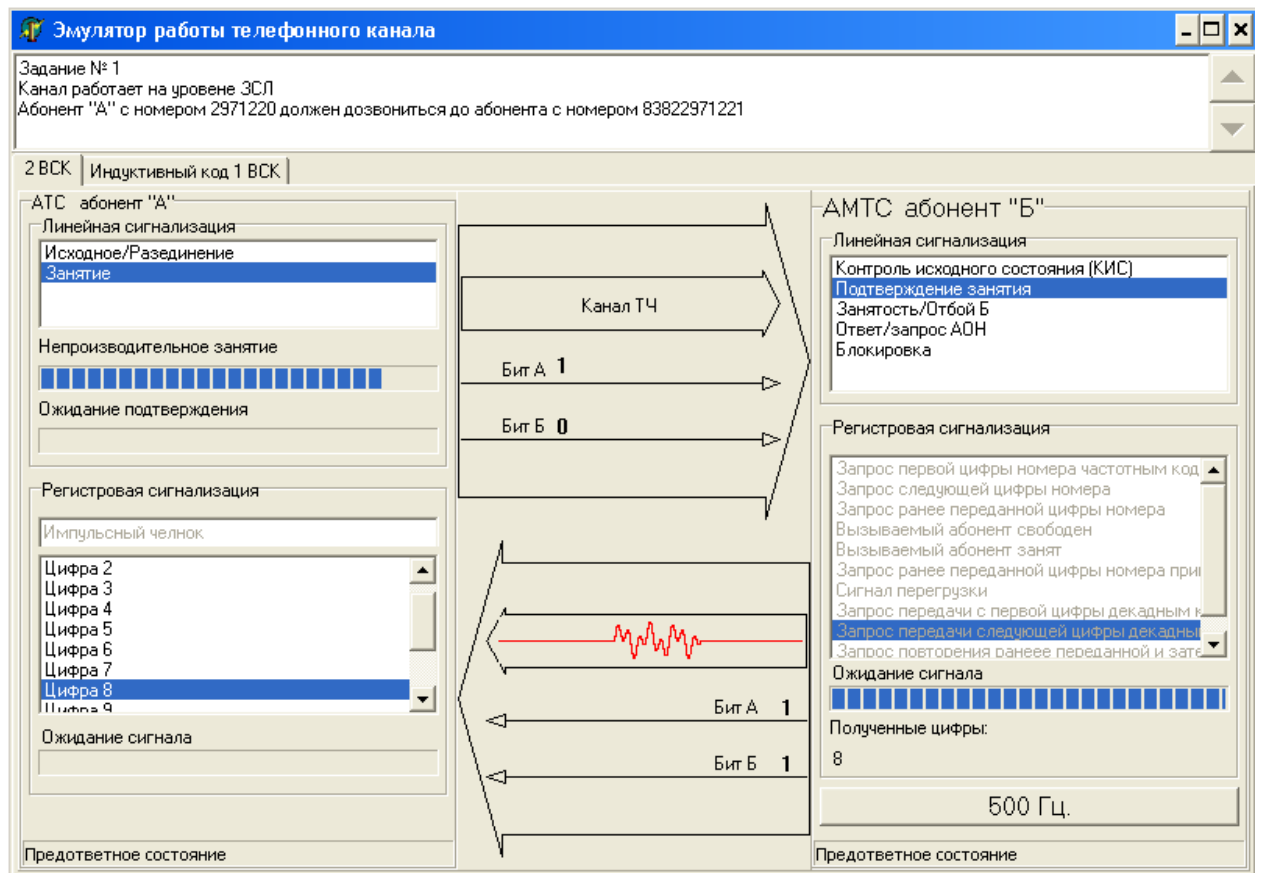


Рис.24



- Таймер ожидания регистрового сигнала сбросился на стороне линейного комплекта АТС абонента "А" и активизировался на стороне линейного комплекта АТС абонента "Б".
- В аналогичной манере диалог между линейными комплектами АТС абонентов "А" и "Б" продолжается до окончания передачи всех цифр номера.
- В заключительной стадии на стороне линейного комплекта АТС абонента "Б" инициируется регистровый сигнал "Подтверждение сигналов" (сигнал находится почти в самом низу списка и для доступа к нему необходимо воспользоваться полосой прокрутки).
- В канале тональной частоты (ТЧ) наблюдается анимация: со стороны АТС абонента "А" передаётся двухчастотный сигнал.
- Таймер ожидания регистрового сигнала сбросился на стороне линейного комплекта АТС абонента "Б".
- На этом обмен регистровыми сигналами способом "Импульсный челнок" закончен. В окне "Регистровая сигнализация" на стороне АТС абонента "А" (рис.25) появилось поле "Батарейный набор". В окне "Регистровая сигнализация" на стороне АТС абонента "Б" исчезли сигналы относящиеся к регистровой сигнализации "Импульсный челнок".

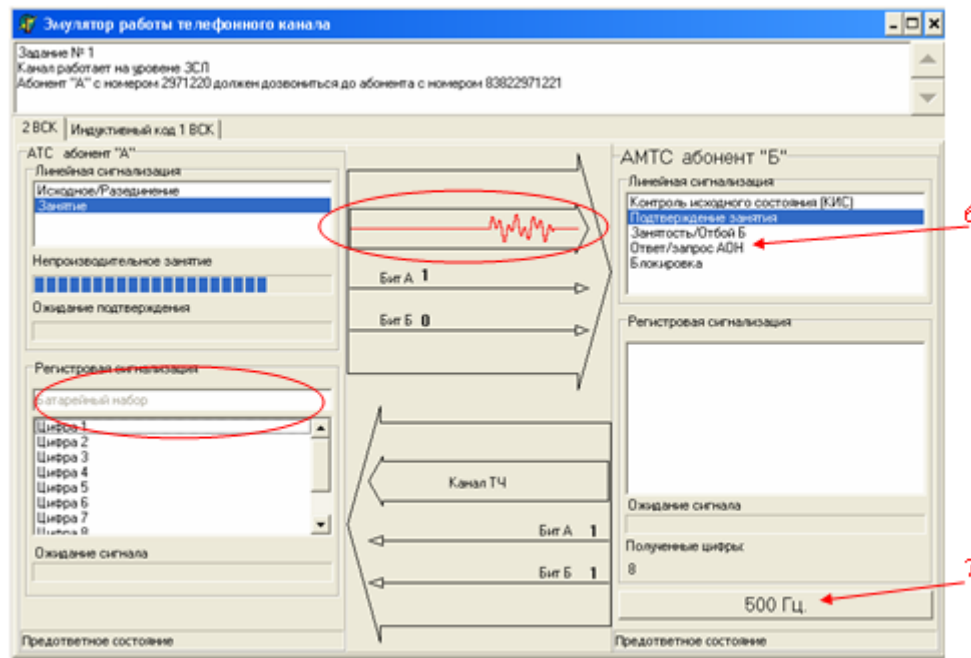


Рис. 25

- Исторически так сложилось так, что для осуществления автоматического доступа к междугородней станции необходимо передать на АМТС категорию и номер абонента "А". Для этого посылаем на АТС Абонента "А" линейный сигнал "Ответ/запрос АОН" (на рис.25 сигнал показан красной стрелкой 6).
- Комплекты переходят в состояние "Ответ" (рис.26).
- Активизируем кнопку "500 Гц" (на рис.25 кнопка показана красной стрелкой 7). На реальной АТС абонента "А" сигнал 500 Гц. обнаруживается оборудованием, отвечающим за выдачу информации АОН. В тренажёре появляется информационное окно "Обнаружен сигнал 500 Гц. Необходимо сформировать пакет АОН" (рис.26).

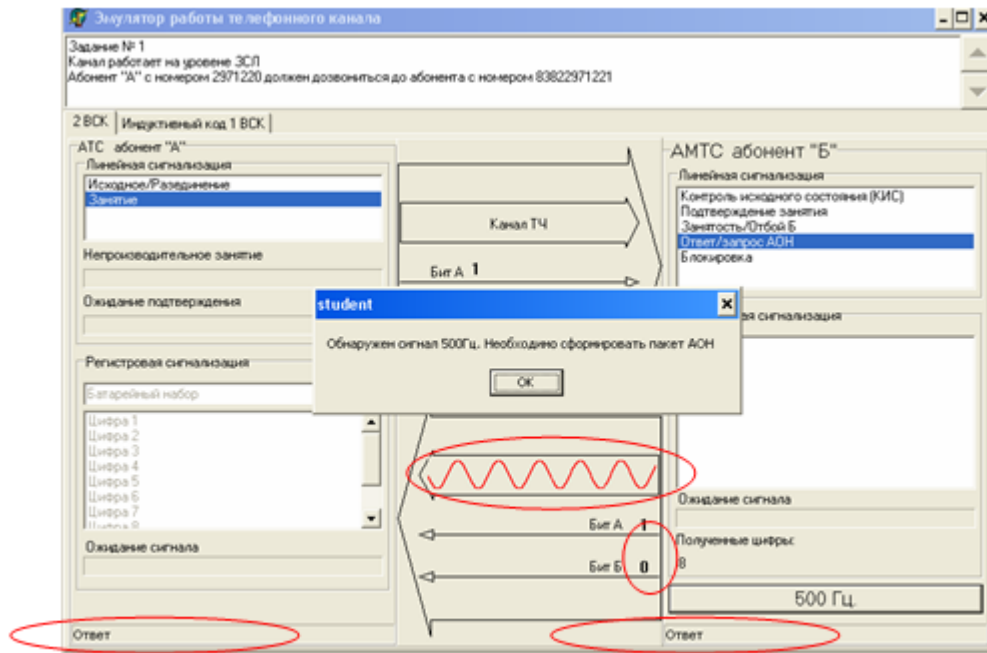


Рис. 26

- Наблюдается анимация передачи одночастотного сигнала 500 Гц в канале ТЧ от АТС абонента “Б” на АТС абонента ”А”.
- Нажатием на кнопку “ОК” инициируется окно формирования безинтервального пакета АОН. Окно содержит два списка сигналов (рис.27). Слева расположен список доступных сигналов (алфавит). Правый список представляет собой информацию о пакете АОН, создаваемую обучающимся и предназначенную для передачи.
- Нажимаем на кнопку “ОК”.

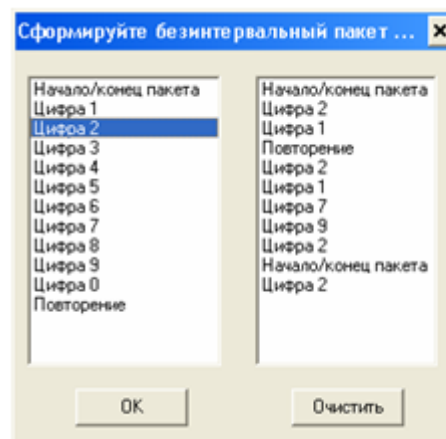


Рис. 27

- При правильно сформированном пакете АОН окно формирования безинтервального пакета закрывается. В окне “Эмулятора работы телефонного канала” наблюдаем анимацию передачи безинтервального пакета в канале ТЧ от АТС абонента “А” к АТС абонента “Б” (рис.28).
- После правильно принятого пакета АОН в канал ТЧ обычно подаётся информационный сигнал “Зуммер”, после чего абоненту необходимо продолжить набор номера. Для этого необходимо перевести линейные комплекты из состояния “Ответ ” в предответное состояние. Для этого выбираем линейный сигнал “Подтверждение занятия”(на рис.28 сигнал показан **красной стрелкой 8**).

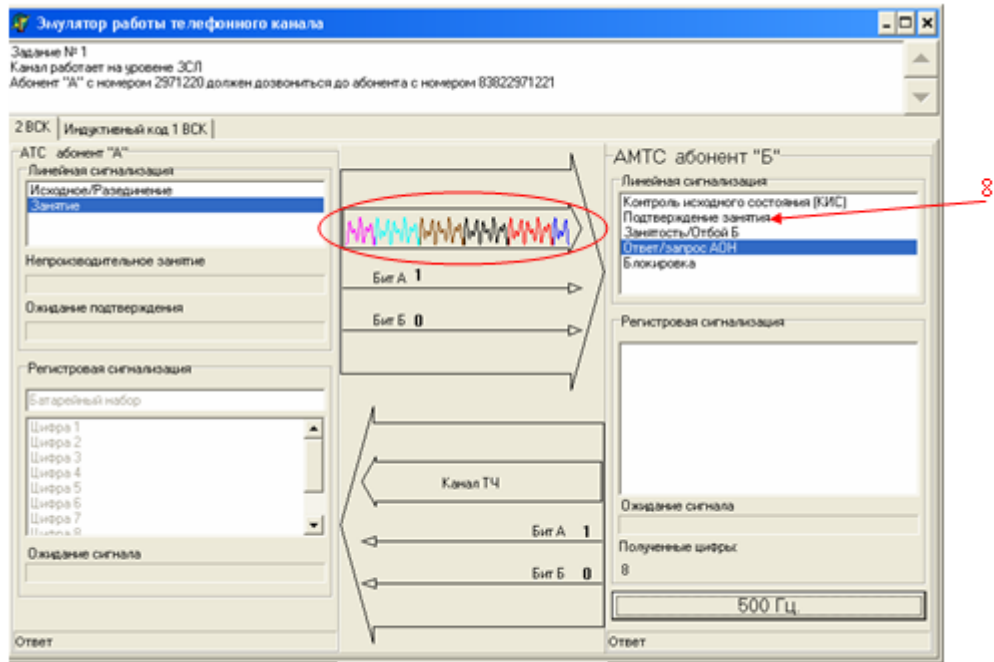


Рис. 28

- Со стороны комплекта АТС абонента “Б” в линию послан линейный сигнал “Подтверждение занятия”, о чём сигнализирует изменение сигнальных бит (рис.29).
- Комплекты перешли в состояние “предответное состояние”.
- Иницируем регистровый сигнал “3”(на рис.29 сигнал показан красной стрелкой 9).

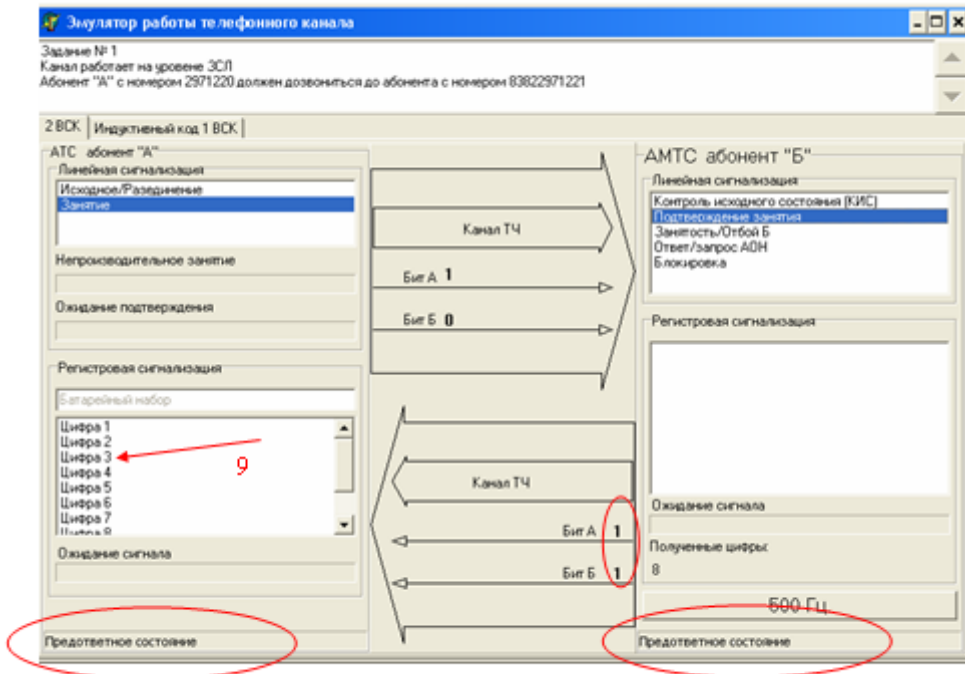


Рис. 29

- Наблюдаем анимацию. Транслируется цифра “3” в канале “Бит А”.
- К полученной ранее на АТС абонента “Б” цифре “8” добавилась цифра “3”.
- Таким же образом необходимо передать на АТС абонента “Б” оставшиеся 9 цифр.
- После передачи последней цифры номера абоненту “Б” подаётся сигнал

"Посылка вызова" (звонок). Абоненту "А" подаётся акустический информационный сигнал "Контроль Посылки Вызова" (КПВ). Абонент "Б" снятием трубки посылает сигнал "Ответ" на АТС. Этот сигнал должен быть транслирован на АТС абонента "А".

- Иницируем сигнал "Ответ/запрос АОН" (на рис.30 сигнал показан **красной стрелкой 10**).

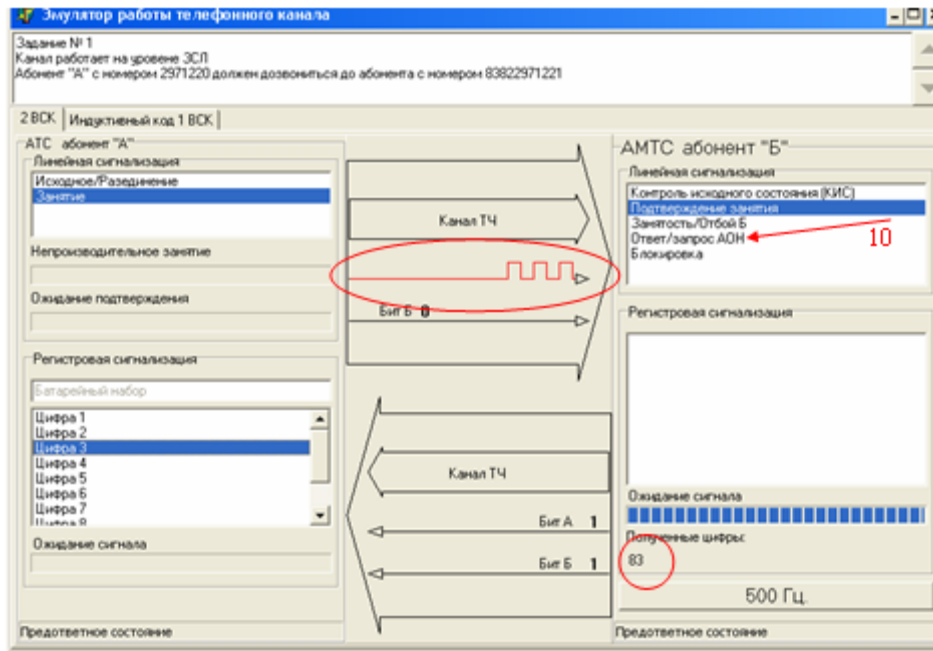


Рис. 30

- Линейные комплекты переходят в состояние "Ответ" (рис.31). С момента передачи сигнала "Ответ" на АМТС начинается тарификация (начисляется оплата).
- Инициатором разъединения может быть любой абонент, допустим абонент "А" путём активации линейного сигнала "Исходное/разъединение" (на рис 31 сигнал показан **красной стрелкой 11**).

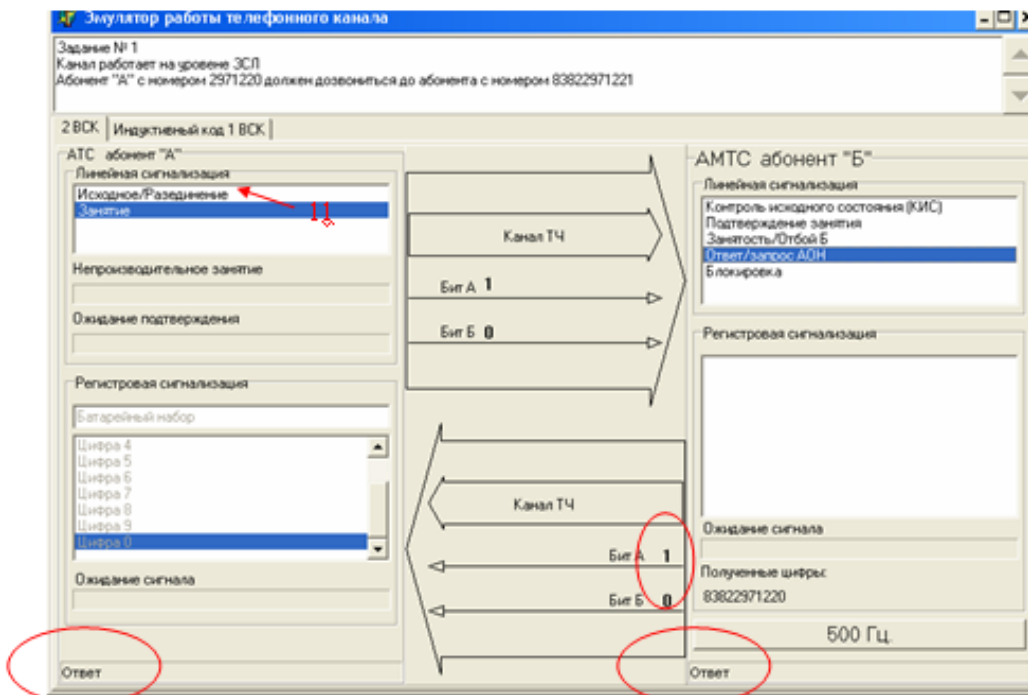


Рис. 31

- Линейный комплект абонента "А" переходит в состояние "Блокировка"

(рис.32). Со стороны линейного комплекта абонента “Б” ожидается единственный сигнал “Контроль исходного состояния”.

- Иницируем линейный сигнал “Контроль исходного состояния” (на рис.32 сигнал показан **красной стрелкой 12**).

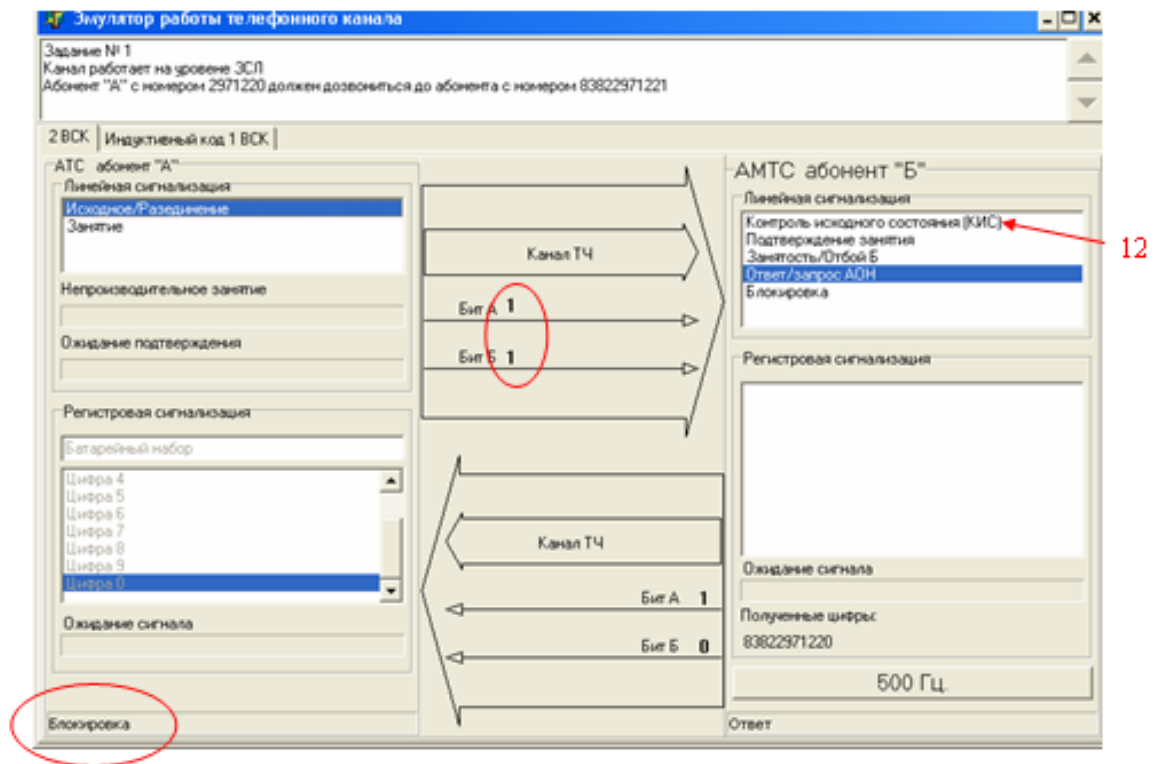


Рис.32

- Оборудование канала вернулось в исходное состояние (рис.33) и готово обслужить следующий вызов.

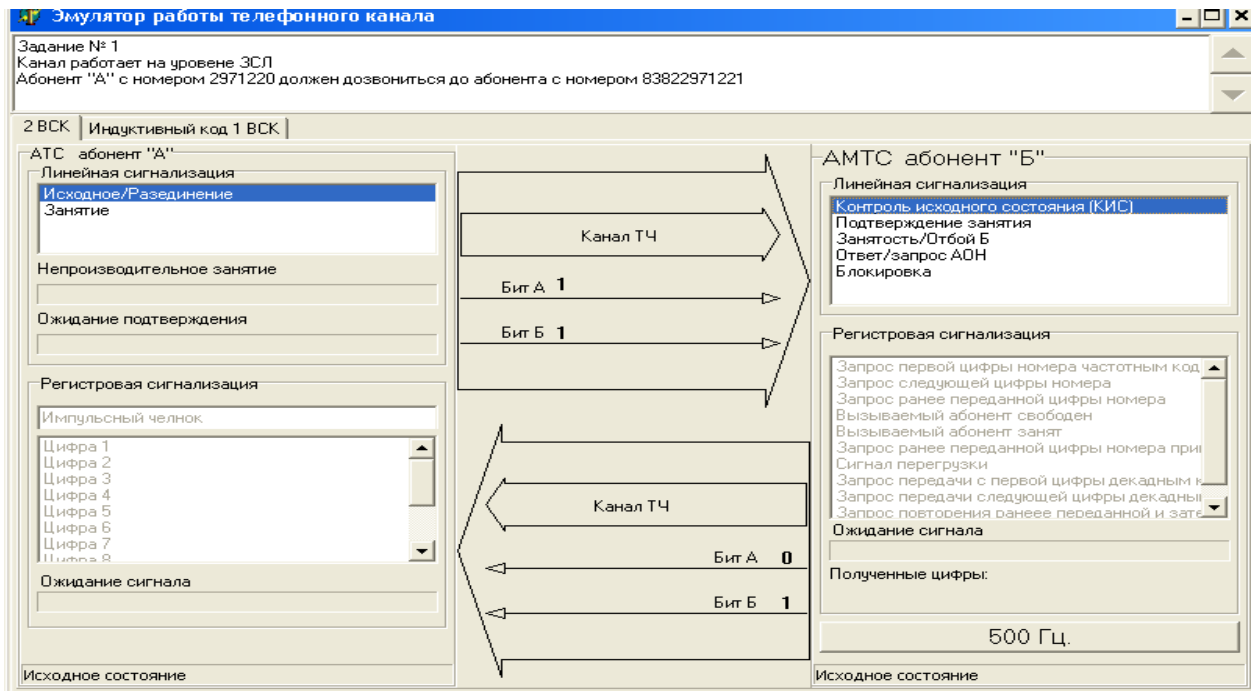


Рис.33

## Порядок оформления отчета

Отчет должен содержать следующие сведения.

1. Цель работы
2. Распечатка результирующих модульных окон.
3. Выводы по работе.

### Выводы по работе должны включать:

1. Оценка уровня работы и ее полезности для изучения темы.
2. Замечания по усовершенствованию программы.

## Контрольные вопросы

1. Как называется код, с помощью которого производится набор номера с абонентского телефонного аппарата при частотном способе набора?
2. Какое утверждение верно: а) сигналы управления применяются только на этапе установления соединения; б) сигналы управления применяются на любом этапе сеанса телефонной связи.
3. В какой системе сигнализации используется частота 3825 Гц: № 4; «Норка» по 1 ВСК для систем ЧРК; по 2ВСК для систем ВРК (для ИКМ-30)?
4. Воспринимаются ли информационные сигналы на слух абонентами и операторами или воздействуют на сетевые устройства АТС и узлов сети?
5. Применяется ли батарейный способ для передачи линейных сигналов во внутризоновой телефонной сети России?
6. Какие блоки АТС обмениваются между собой линейными сигналами?
7. Какое утверждение верно: а) линейные сигналы применяются только на этапе установления соединения; б) линейные сигналы применяются на любом этапе сеанса телефонной связи?