

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра радиотехнических систем

***ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ  
С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ***

Методические указания  
к лабораторной работе по курсу  
«Системотехника медицинских электронных систем»  
для студентов специальности I-39 02 03 «Медицинская электроника»  
и по курсу «Радиотехнические системы» для студентов специальности  
I-39 01 01 «Радиотехника» вечерней и заочной форм обучения

Минск 2006

УДК 621.391.2 (075.8)  
ББК 32.88 я 73  
Л 87

С о с т а в и т е л и:  
В.В. Лущицкий, Г.А. Баженов

**Лущицкий В.В.**

Л 87 Исследование системы передачи информации с временным разделением каналов: Метод. указания к лаб. работе по курсу «Системотехника медицинских электронных систем» для студ. спец. 1-39 02 03 «Медицинская электроника» и по курсу «Радиотехнические системы» для студ. спец. 1-39 01 01 «Радиотехника» вечерней и заочной форм. обуч. / В.В. Лущицкий, Г.А. Баженов. – Мн.: БГУИР, 2006. – 20 с. : ил.

В методическом пособии в соответствии с целью лабораторной работы даются краткие теоретические сведения и принципы построения систем с временным разделением каналов, приводится описание моделируемой установки и работы программы, выполненной в Delphi, предложены задание и методика выполнения исследований, сформулированы вопросы.

УДК 621.391.2 (075.8)  
ББК 32.88 я 73

© Лущицкий В.В., Баженов Г.А.,  
составление, 2006  
© БГУИР, 2006

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель работы
  2. Общие принципы построения телеметрических систем с временным разделением каналов
  3. Описание моделируемой лабораторной установки
  4. Описание работы программы
  5. Предварительное задание
  6. Порядок выполнения работы
  7. Содержание отчета
  8. Контрольные вопросы
- Литература

Библиотека БГУИР

# ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ

## 1. Цель работы

Ознакомиться со структурой построения, схемотехникой и принципом работы телеизмерительной линии с временным разделением каналов (физической моделью) и исследовать основные характеристики её низкочастотной части с помощью компьютерных технологий, используя Delphi.

## 2. Общие принципы построения телеметрических систем с временным разделением каналов

Радиотелеметрия предназначена для измерения большого количества самых разнообразных физических параметров различных исследуемых объектов, таких, как положение, скорость, ускорение, вибрация, давление, температура, напряжение в конструкции, расход топлива, интенсивность космических лучей и др.

Частотный спектр некоторых параметров, подлежащих измерению, может быть весьма широк, однако опыт показывает, что большинство измеряемых данных принадлежит к постоянным или медленно меняющимся величинам, что существенно упрощает построение системы и позволяет увеличить количество измеряемых параметров.

Основными частями любой телеметрической системы являются: датчики; электрические сигналы, которые на выходах пропорциональны измеряемым неэлектрическим параметрам; устройство для многоканальной передачи – шифратор; радиопередатчик; радиоприёмник; устройство для разделения передаваемых величин – дешифратор и индикаторные или регистрирующие устройства. Существующие телеметрические системы обычно используют одни и те же датчики и регистрирующие устройства. Наибольшее различие между системами состоит в способах многоканальной передачи, модуляции и разделения данных.

Для организации многоканальной передачи по одной линии связи необходимы операция уплотнения каналов на передающей части системы связи и операция разделения каналов на приёмной части.

Информация от нескольких источников передается в многоканальной радиолинии по общему высокочастотному тракту. В результате предварительного преобразования, кодирования выходных сигналов датчиков формируются каналные сигналы. Канальные сигналы объединяются по определённому правилу, в результате чего образуется суммарный групповой сигнал. Такая операция называется уплотнением каналов.

Возможны два метода объединения каналов: линейное и нелинейное уплотнение каналов. Линейное уплотнение каналов представляет собой простое суммирование сигналов:

$$U_{mm}(t) = \sum_{i=1}^N S_i(t),$$

выполняемое с помощью сумматора.

Нелинейное (мажоритарное) уплотнение, основанное на использовании различных функций, в основном применяется для передачи цифровой информации, в том числе и в телеметрических системах.

Групповой сигнал модулирует несущее колебание, и осуществляется передача полученного радиосигнала. На приёмной стороне после демодуляции радиосигнала производится разделение каналов. Выделенные каналные сигналы подвергаются декодированию и преобразуются к виду, удобному для потребителя. При построении многоканальных систем задача надёжного разделения каналов является одной из основных. Разделение каналов должно осуществляться таким образом, чтобы для любого канала влияние помех, обусловленных действием сигналов всех других каналов, было минимальным.

В системах с линейным разделением каналов разделение сигналов отдельных каналов осуществляется линейными устройствами с постоянными или переменными параметрами. При линейном уплотнении и разделении каналов сигналы удобнее формировать так, чтобы они составили ансамбль ортогональных сигналов. На практике используются следующие ансамбли ортогональных сигналов: последовательности не перекрывающихся во времени импульсов (системы с временным разделением каналов); сигналы, построенные на основе систем тригонометрических функций (системы с разделением сигналов по форме). В моделируемой телеизмерительной системе используется временное уплотнение каналов. На основании теоремы Котельникова можно передавать всю информацию, содержащуюся в сигнале с ограниченным спектром в виде выборок этого сигнала через равные интервалы времени. Для передачи выборок канал используется не всё время, и поэтому, применяя временное разделение, можно одновременно передавать несколько сигналов. Для этого используются выборки всех подлежащих передаче сигналов, которые затем передаются в интервалах между импульсами других сигналов (рис. 1).

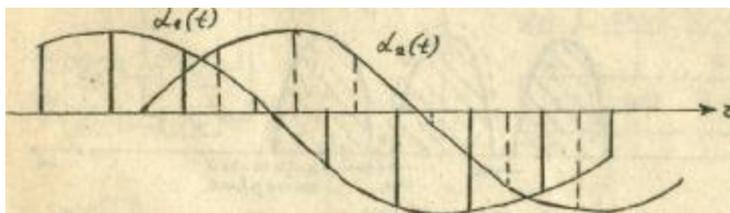


Рис. 1. Временное уплотнение двух сигналов

В приемнике отсчеты, принадлежащие каждому сигналу, выделяются с помощью соответствующих устройств. Для того чтобы отсчеты сообщений с огра-

ниченным спектром несли всю информацию об этом сообщении, частота выборок должна быть не менее  $2fm$ , где  $fm$  – максимальная частота спектра передаваемого сообщения. Это минимальная частота отсчетов. При такой частоте отсчетов спектр сообщения повторяется по частоте без перекрытия и без каких-либо интервалов между соседними периодами, как показано на рис. 2, а. Для восстановления непрерывного сообщения  $f(t)$  из импульсного сигнала необходимо использовать идеальный фильтр нижних частот, который пропускает все частоты  $\omega < W_{\omega H}$ , задерживает все частоты выше  $\omega_m$ . Практический фильтр нижних частот с резким спадом характеристики можно построить лишь при очень большом числе элементов. Можно ослабить требования к фильтру, если осуществлять выборку с более высокой, чем минимальная, частотой. При этом спектр сообщения повторяется со свободными частотными промежутками (или защитными полосами), как показано на рис. 2.

Из рисунка видно, что непрерывное сообщение можно восстановить фильтром нижних частот, характеристика которого не должна иметь резкого спада:

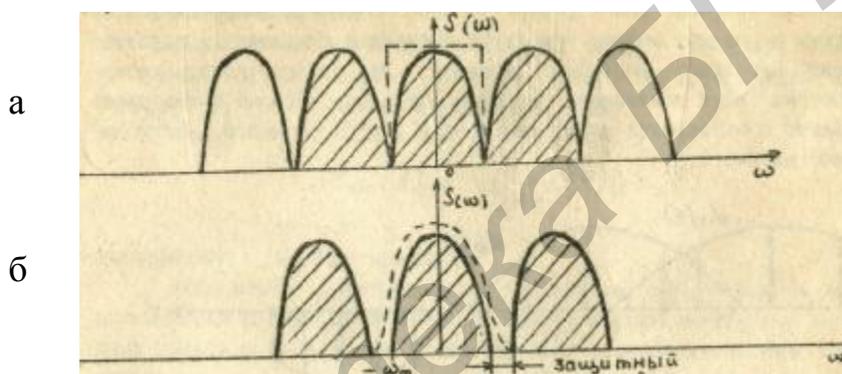


Рис. 2. Спектры сигналов АИМ:

а – при минимальной частоте отсчетов;

б – при частоте отсчетов, превышающей минимальную

Подобное положение возникает при частотном уплотнении каналов. Спектры различных сигналов разделяются защитными полосами по тем же причинам. При временном уплотнении отсчеты различных сообщений передаются в свободные интервалы времени между импульсами других каналов. Если импульсы расположены очень близко друг от друга, то это вызывает повышенные требования к системе разделения каналов в приемнике. Поэтому отсчеты последовательных сообщений также разделяются небольшими временными интервалами, которые называются защитными временными интервалами.

Структурная схема трехканальной телеизмерительной линии с временным уплотнением показана на рис. 3.

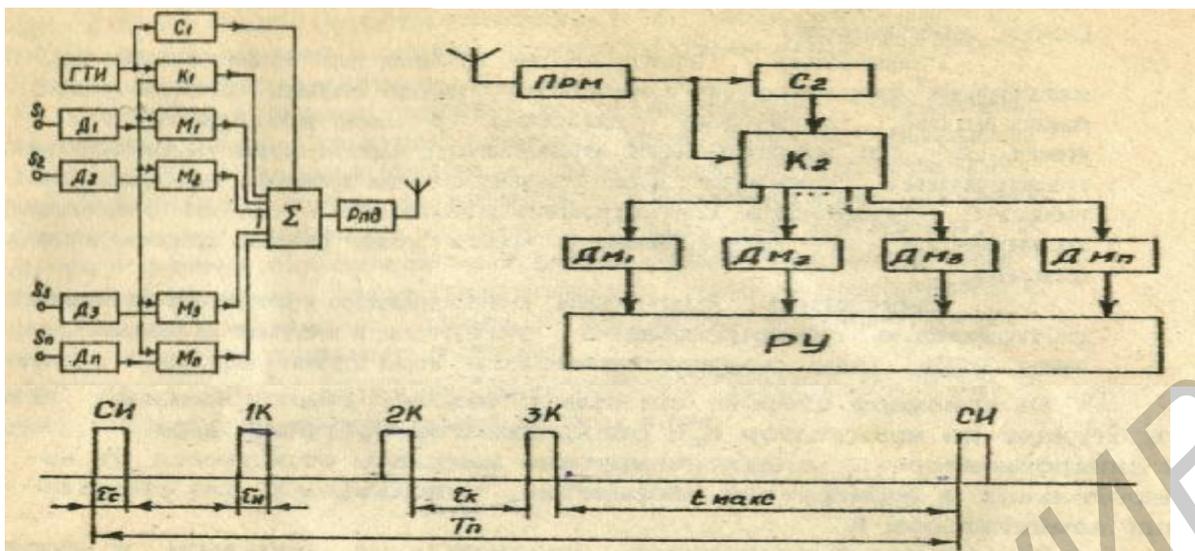


Рис. 3. Структурная схема телеизмерительной системы с временным уплотнением каналов

Телеметрические величины  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  (см. рис. 3) преобразуются датчиками  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ . Выходные сигналы датчиков поступают на первичные модуляторы  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ , где можно осуществить амплитудно-импульсную модуляцию (АИМ), широтно-импульсную модуляцию (ШИМ), фазово-импульсную модуляцию (ФИМ), или кодово-импульсную модуляцию (КИМ). Модуляторы запускаются импульсами, поступающими с коммутатора  $K_1$ . Эти импульсы возникают в заданные моменты времени для каждого канала. Работой коммутатора управляет генератор тактовых импульсов ГТИ, вырабатывающий периодические импульсные сигналы. Частота тактовых импульсов определяется скоростью опроса датчиков.

Тактовые импульсы подаются также на синхронизатор  $C_1$ , который формирует синхронизирующие импульсы. Синхронизирующие импульсы, которые должны по какому-либо признаку отличаться от канальных импульсов, характеризующих телеметрические величины, служат для синхронизации приемной и передающей установок. Сущность синхронизации сводится к тому, что коммутаторы приемной и передающей части должны работать синхронно и синфазно.

Выходные сигналы синхронизатора и модулятора смешиваются с помощью суммирующего устройства и поступают на радиопередатчик РПД, где осуществляется вторая ступень модуляции. В ряде случаев первичные модуляторы представляют собой одно целое, часто называемое коммутаторно-модуляторным устройством.

На приемной стороне сигналы с выхода радиоприемника ПРМ поступают на коммутатор  $K_2$  и синхронизатор  $C_2$  (см. рис. 3). В синхронизаторе  $C$  синхронизирующие импульсы отделяются от измерительных и формируется напряжение, используемое для управления коммутатором  $K$ .

Коммутатор  $K_2$  подключает измерительные импульсы к соответствующим демодуляторам  $ДМ_1$ ,  $ДМ_2$ ,  $ДМ_3$ , где модулированные импульсы преобразуются в вид, удобный для подачи на регистрирующее устройство РУ.

С практической точки зрения системы с временным уплотнением имеют преимущества перед системами с частотным уплотнением. Во-первых, системы с временным уплотнением проще систем с частотным уплотнением. В последних необходимо генерировать поднесущие для каждого канала. Кроме того, каждый канал занимает свою полосу, и, следовательно, требуются различные полосовые фильтры. С другой стороны, в системах с временным разделением требуется совершенно одинаковое оборудование в каждом канале, состоящее из сравнительно простых синхронных коммутаторов. Единственные фильтры, необходимые для детектирования, – это фильтры низких частот, которые одинаковы во всех каналах. Эти устройства значительно проще модуляторов и демодуляторов, генераторов несущих колебаний и полосовых фильтров в системе с частотным уплотнением.

Второе преимущество систем с временным уплотнением заключается в их относительной нечувствительности к искажениям в канале, которые возникают в системах с частотным уплотнением вследствие нелинейности в усилителях.

Нелинейности в усилителях приводят к появлению гармоник передаваемых сигналов, а это создает помеху для других каналов (переходная помеха). Поэтому требования к линейности тракта передачи в системах с частотным уплотнением значительно более жесткие, чем при одноканальной передаче. С другой стороны, в системах с временным уплотнением сигналы различных каналов передаются не одновременно. Поэтому требования к нелинейности тракта передачи в многоканальной системе с временным уплотнением такие же, как и в одноканальной системе. Кроме этого, полоса пропускания высокочастотного тракта в системах с временным разделением практически не зависит от числа каналов.

Периодическая последовательность импульсов (см. рис. 3) может быть представлена в следующем виде:

$$S_k(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} A_0 f(t - n \cdot T_n - n_n),$$

где  $A_0$  – амплитуда импульсов;  $f(t)$  – функция, описывающая форму одиночного импульса с единичной амплитудой и длительностью  $t_u$ ;  $T_n$  – период повторения импульсов;  $n_n$  – параметр, характеризующий начальный сдвиг последовательности.

Вид модуляции первой ступени определяется параметрами импульса первой ступени, который изменяется в соответствии с сообщением (рис. 4). При изменении амплитуды  $A_0 = A(t)$  имеем АИМ, при изменении длительности импульсов  $t_u - t_u(t)$  – ШИМ, при изменении временного положения  $n_n = n_n(t)$  – временную импульсную модуляцию (ВИМ). Различают ФИМ и ЧИМ в зависимости от закона изменения  $n_n(t)$ . На второй ступени модуляции осуществляется модуляция параметров несущего колебания импульсным групповым сигналом. Для этого применяют АМ, ШМ, ЧМ.

Перечисленные виды модуляции первой ступени относятся к параметрическим, так как основаны на изменении параметров импульсного сигнала. На практике используются и непараметрические виды модуляции, при которых значениям отсчетов сообщения ставится в соответствие кодовая комбинация, состоящая из элементов, отличающихся частотой, интервалом и т.д. (см. рис. 4):

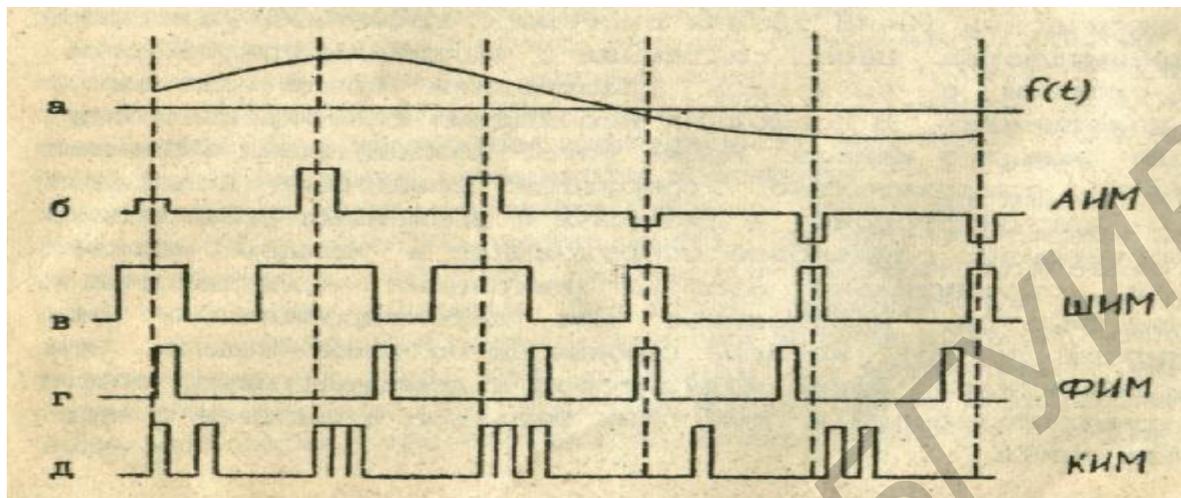


Рис. 4. Виды импульсной модуляции

В зависимости от сочетания способов модуляции на первой и второй ступенях выделяют различные классы систем с ВРК, например, АИМ-ЧМ, ШИМ-ФМ, ИКМ-ЧМ и т.п. Наиболее широкое распространение получили системы с ШИМ и ВИМ, а также с ИКМ, поскольку они обеспечивают высокую надежность передачи сообщений при относительной простоте реализации аппаратуры.

Определим число каналов  $M$ , которое может быть уплотнено в системе с ВРК при заданных характеристиках сообщений  $I_k$  и полосе  $f_n$ , высокочастотного тракта. Из рис. 3 можно установить соотношение

$$T_{\Pi} = t_c + t_k + M(t_u + t_k),$$

где  $t_u$  – длительность канального импульса;  $t_c$  – длительность синхронизирующего импульса;  $t_k$  – канальный интервал.

Период повторения канальных импульсов определяется верхней граничной частотой спектра сообщения  $f_m$ :

$$T_{\Pi} = \frac{1}{m_0} \cdot f_m,$$

где  $m_0 = 2$  в соответствии с теоремой Котельникова либо выбирается больше 2 в зависимости от допустимых искажений, передаваемых сообщений и вида импульсной модуляции. С учетом последнего соотношения для системы с АИМ имеем

$$M = \frac{1 - m_0 f_m(t_C + t_K)}{m_0 f_m(t_U + t_K)}$$

Очевидно, при уменьшении коэффициента  $m_0$ , длительности канального и синхронизирующего импульсов можно увеличить число уплотняемых каналов. Наибольшее число каналов обеспечивается при АИМ. Уменьшение длительности  $t_u$  возможно до предела, определяемого максимальной полосой спектра, передаваемого по радиолинии сигнала. Аналогичное выражение можно получить при использовании ШИМ на первой ступени. В этом случае число каналов по сравнению с системой с АИМ будет меньше.

Для систем с ВИМ число каналов будет определяться не только вышеперечисленными величинами, но и  $t_k$ , т.е. диапазоном изменения измеряемой величины.

### 3. Описание моделируемой лабораторной установки

Моделируемая лабораторная установка состоит из телеизмерительной линии, осциллографа и звукового генератора. Макет телеизмерительной линии представлен низкочастотной частью канала связи, шифратором и дешифратором и выполнен на интегральных схемах. Макет позволяет исследовать трехканальную систему передачи информации с временным разделением каналов и фазовой модуляцией на первой ступени. По первому каналу передается информация об угле поворота датчика, по второму – информация о температуре, третий канал – телефонный.

Принципиальная схема шифратора представлена на рис. 5. Импульсы тактовой частоты от кварцевого генератора В1 через делитель частоты Д2, Д3, Д4 и формирователь Д1.3, Д1.4 поступают на вход ждущего мультивибратора первого канала Д5.1, Д5.2 и запускают его. Длительность формируемого несущим мультивибратором импульса зависит от сопротивления резистора R3 и пропорциональна углу поворота его оси. Схема Д5.3 и Д5.4 формирует короткий импульс, совпадающий по времени со срезом импульса ждущего мультивибратора первого канала, т.е. первый канальный импульс, временное положение которого относительно синхронизирующих импульсов пропорционально углу поворота переменного резистора R3.

Первый канальный импульс запускает ждущий мультивибратор второго канала Д6.1, Д5.8, длительность импульса которого зависит от сопротивления терморезистора R5. Схемы Д6.3, Д6.4 формируют второй канальный импульс, временное положение которого относительно импульса первого канала пропорционально температуре окружающей среды. Аналогичным образом схемы Д7.3, Д7.4 формируют импульс третьего канала по срезу импульса ждущего мультивибратора Д7.1, Д7.2, длительность которого пропорциональна величине входного напряжения телефонного канала. Синхронизирующий и канальные импульсы поступают на узел уплотнения Д8, Д9, Д10, на выходе которого в точке 10 формируется групповой сигнал, показанный на рис. 3.

Принципиальная схема дешифратора представлена на рис. 6.

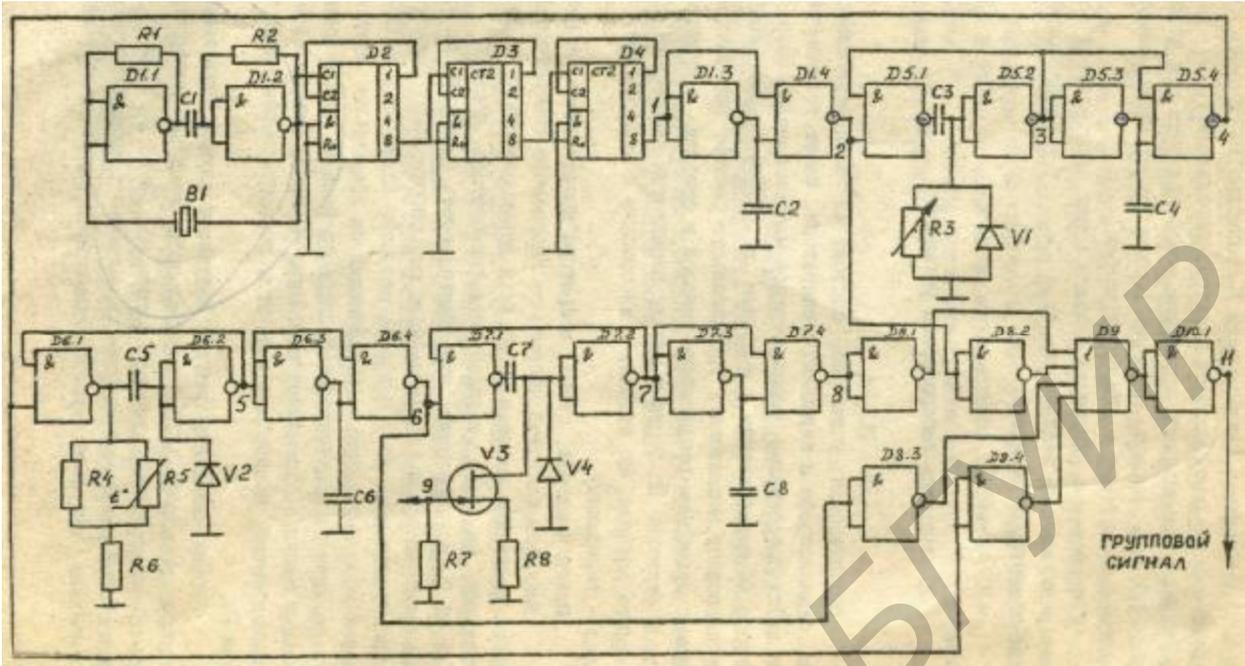


Рис. 5. Принципиальная схема шифратора

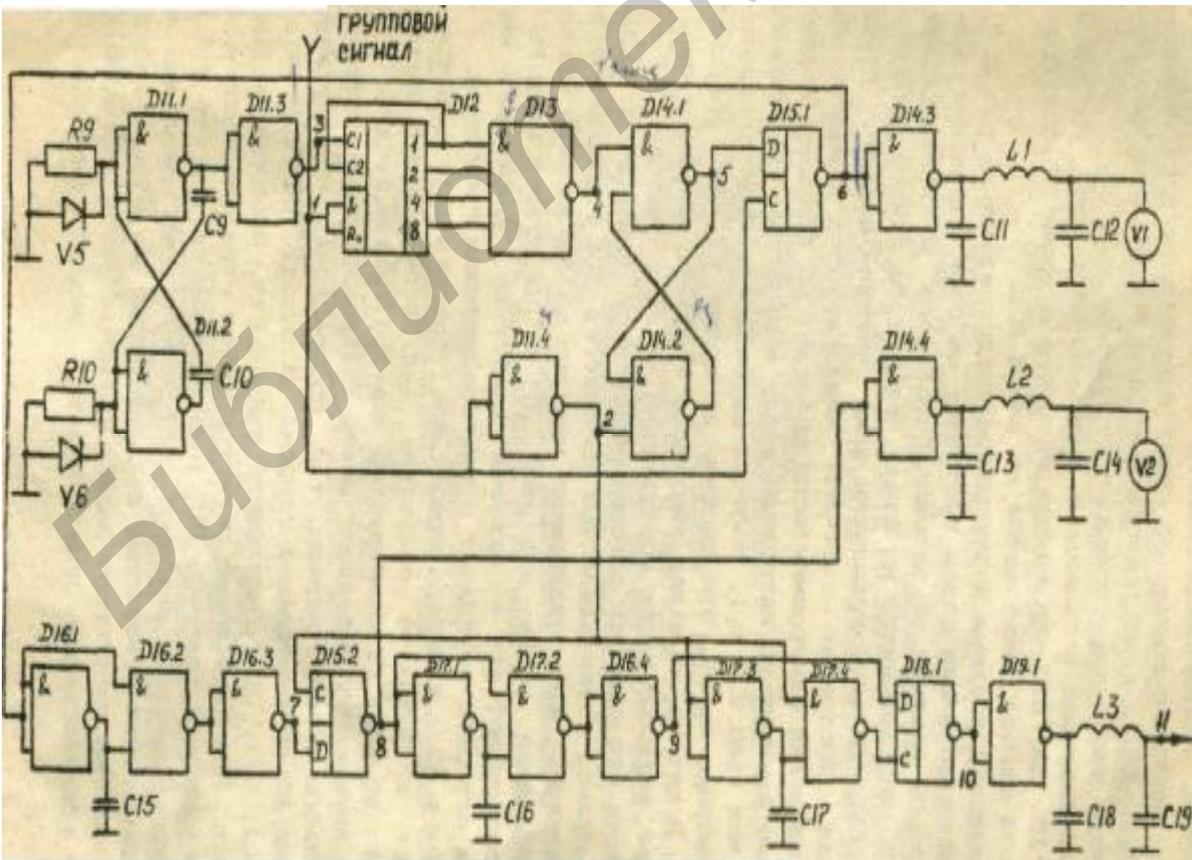


Рис. 6. Принципиальная схема дешифратора

Групповой сигнал с линии связи поступает на блок выделения синхроимпульсов. Он состоит из автоколебательного мультивибратора Д11.1, Д11.2, подключенного к входу четырехразрядного двоичного счетчика СТ2. На вход установки нуля счетчика подается групповой сигнал. Состояние счетчика анализируется дешифратором Д13. Блок выделения синхроимпульсов работает по принципу поиска максимального временного интервала между импульсами группового сигнала  $t_{\max}$  (см. рис. 6). Частота автоколебательного мультивибратора выбрана такой, что счетчик за время  $t_k$  не успевает заполниться. В интервале между импульсом третьего канала и синхронизирующим импульсом при поступлении на вход счетчика 15 импульса на всех его выходах устанавливается 1, дешифратор вырабатывает импульс, устанавливающий RS-триггер Д14.1, Д14.2 в единичное состояние. Синхронизирующий импульс из группового сигнала, поступающего через инвертор Д11.4 на второй вход RS-триггера, возвращает его в нулевое состояние, формирует импульс, срез которого совпадает с синхронизирующим импульсом.

По срезу RS-триггера срабатывает триггер Д15.1, который возвращается в исходное состояние импульсом первого канала, поступающего на вход С; формируется импульс, длительность которого равна временному интервалу между синхронизирующим импульсом и импульсом первого канала, т.е. пропорциональна углу поворота датчика R3 на передающей стороне. К выходу триггера подключены ФНЧ L(1), СИ, С(12), выделяющие напряжение, пропорциональное длительности. Это напряжение регистрируется стрелочным прибором (V1). Срезом импульса триггера Д15.1 переключается триггер Д15.2, который возвращается в исходное состояние вторым канальным импульсом. Аналогично происходит декодирование в третьем канале. Выходная информация второго канала регистрируется прибором V(2), третьего – осциллографом, подключаемым к выходу фильтра L(3), С(18), С(19).

#### 4. Описание работы программы

Программа моделирует телеизмерительную линию, представленную низкочастотной частью канала связи, шифратором и дешифратором.

Программа позволяет исследовать трехканальную систему передачи информации с временным разделением каналов и фазовой модуляцией на первой ступени. По первому каналу передается информация об угле поворота датчика, по второму – информация о температуре, третий канал – телефонный.

После запуска программы (месторасположение необходимо уточнить у преподавателя) появляется основное меню (рис. 7). На данном окне изображены структурные схемы шифратора и дешифратора моделируемой системы. Основное назначение данного окна – предоставить доступ ко всем встроенным функциям.

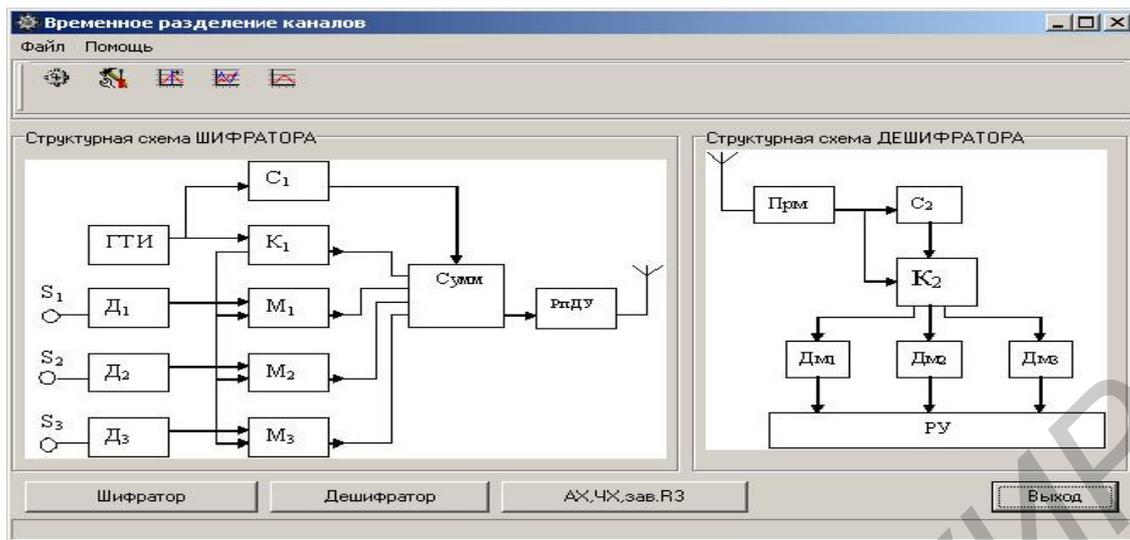


Рис. 7. Основное меню программы TDC

В основном меню находятся:

- 1) панель быстрого запуска, позволяющая ускоренно получить доступ к встроенным функциям программы;
- 2) структурные схемы шифратора и дешифратора, двойным щелчком по которым возможно получить доступ к исследованию соответствующих блоков;
- 3) дополнительное меню доступа к встроенным функциям.

Для удобства приведём блок-схему основных ветвлений программы TDC (рис. 8).

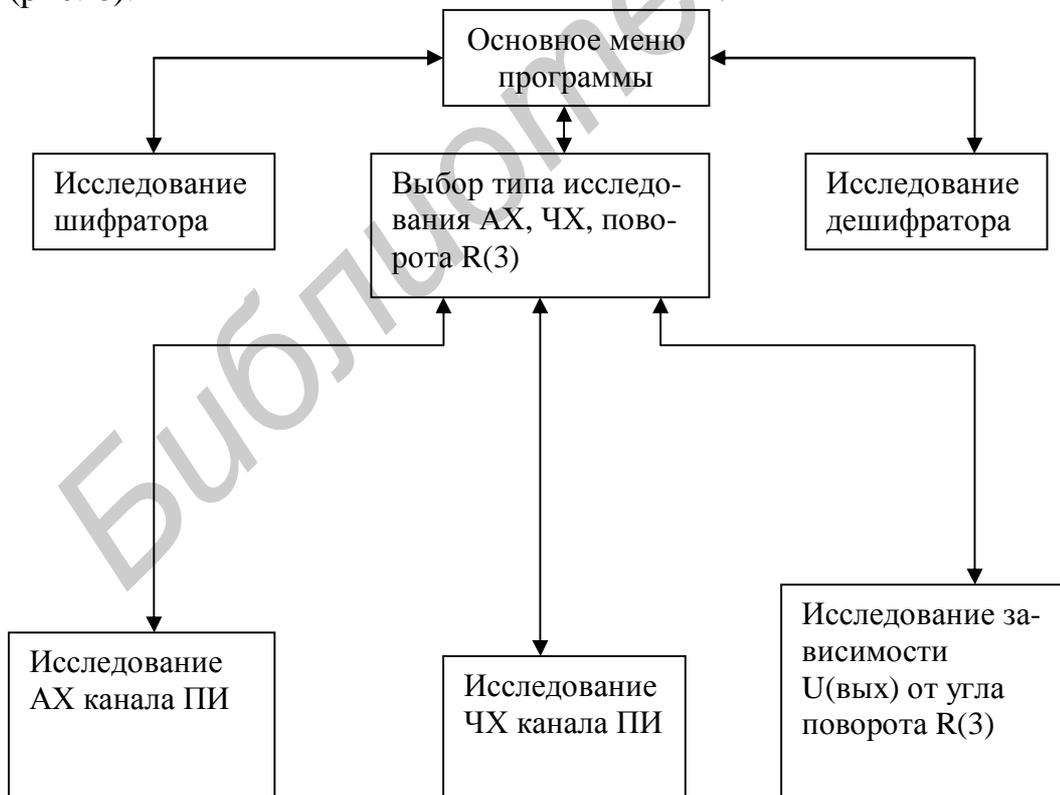


Рис. 8. Блок-схема основных ветвлений в программе TDC

Рассмотрим дополнительное меню доступа к встроенным функциям (рис.9).



Рис. 9. Дополнительное меню доступа к встроенным функциям

С помощью нажатия клавиши «Шифратор» получаем доступ к окну исследования шифратора телеметрической системы ПИ с ВРК:

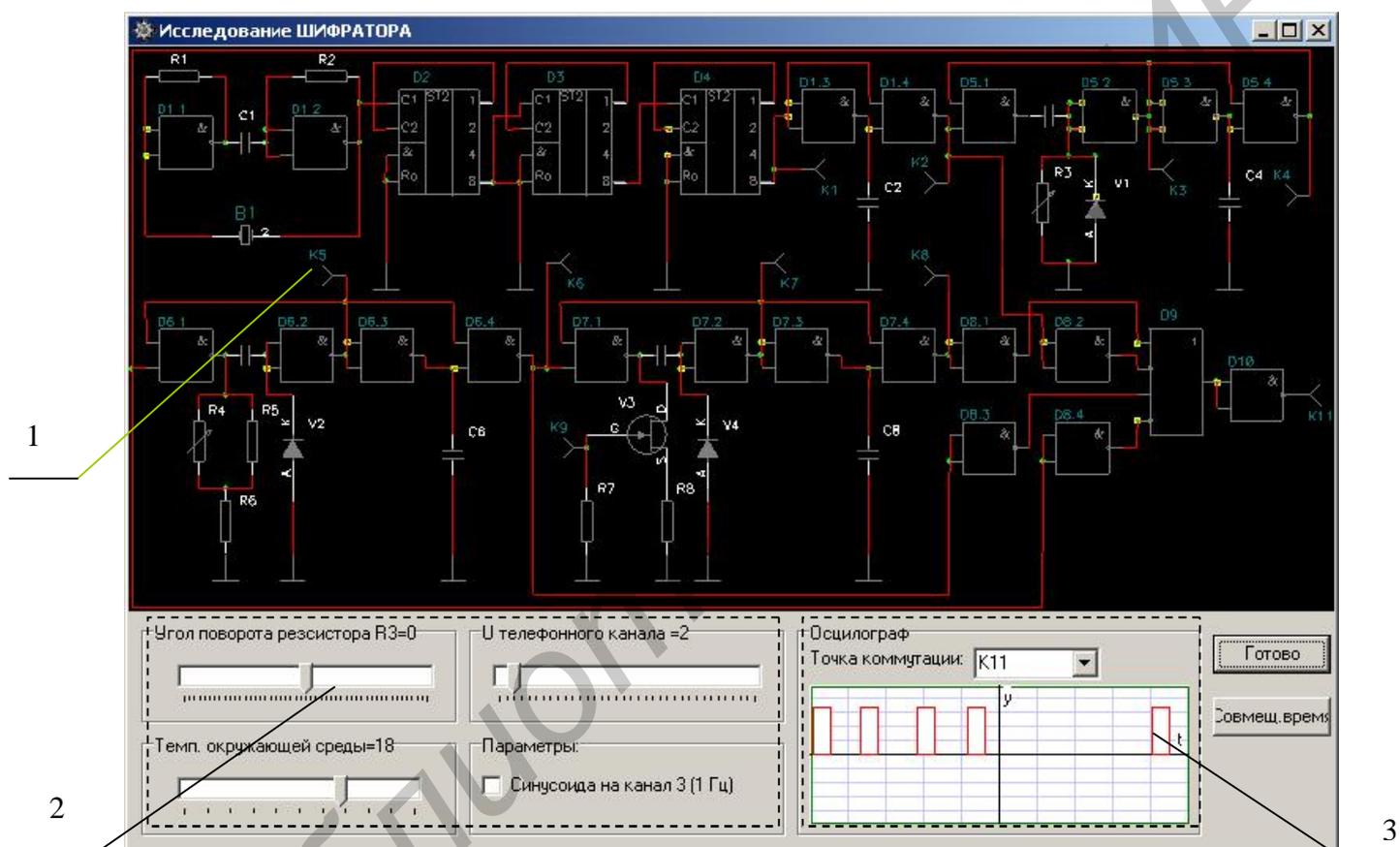


Рис. 10. Окно исследования шифратора телеметрической системы ПИ с ВРК

На рис. 10 представлены: 1 – принципиальная схема шифратора; 2 – панель управления состоянием входных датчиков: позволяет изменить показатели соответствующих значений; 3 – область осциллографа: позволяет коммутировать осциллограф к точкам на схеме согласно выбранной точке коммутации.

Кнопка «Совмещ. время» позволяет отобразить осциллограф с совмещёнными графиками по времени (см. рис. 10). Кнопка «Готово» позволяет вернуться в основное меню.

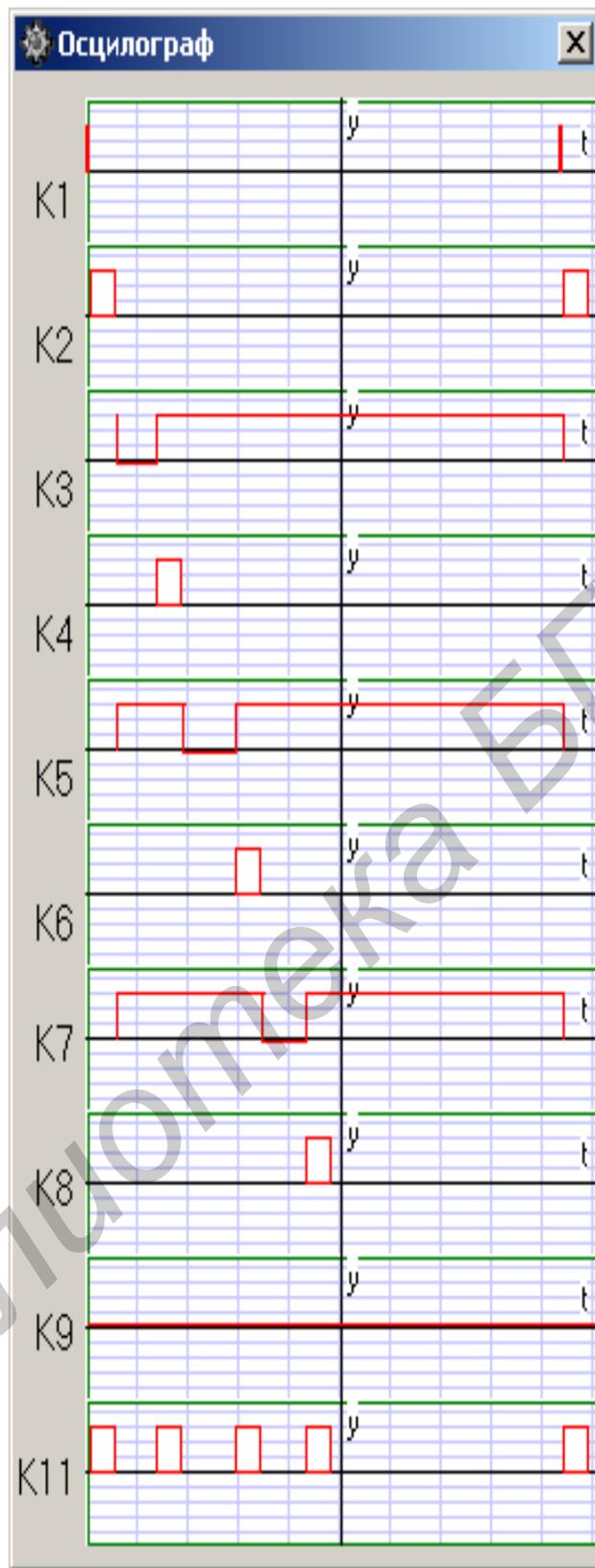


Рис. 11. Графики сигналов, совмещённые по времени

При нажатии кнопки «Дешифратор» на основном меню (см. рис. 7) в дополнительном меню доступа к встроенным функциям (см. рис. 9) появляется окно исследование дешифратора телеметрической системы ПИ с ВРК.

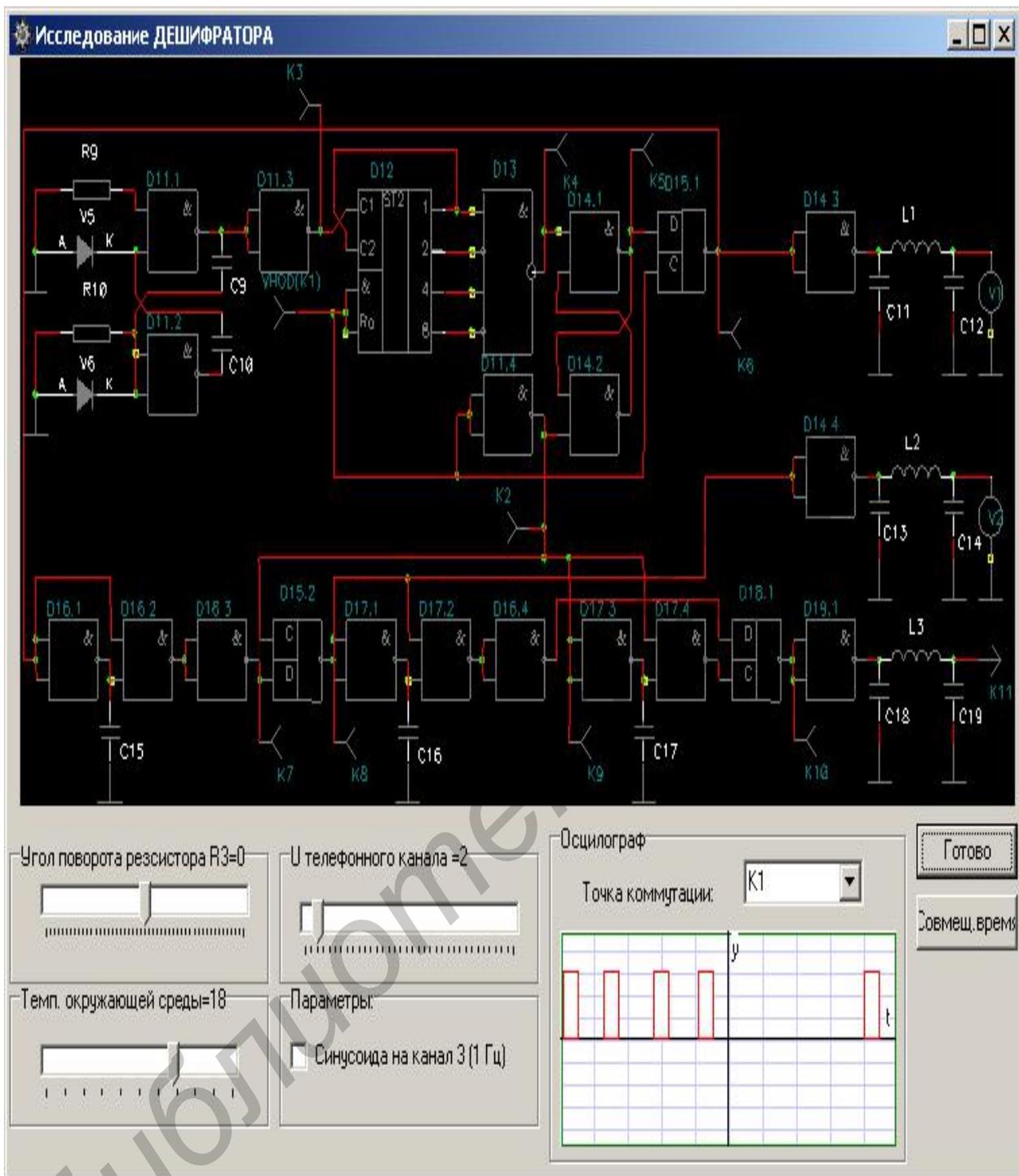


Рис. 12. Окно исследования дешифратора телеметрической системы ПИ с ВРК

Управление в данном окне соответствует управлению в окне шифратора. При нажатии кнопки «АХ, ЧХ, зав. R3» на основном меню (см. рис. 7) в дополнительном меню доступа к встроенным функциям (см. рис. 9) появляется окно выбора типа исследования (рис.13):

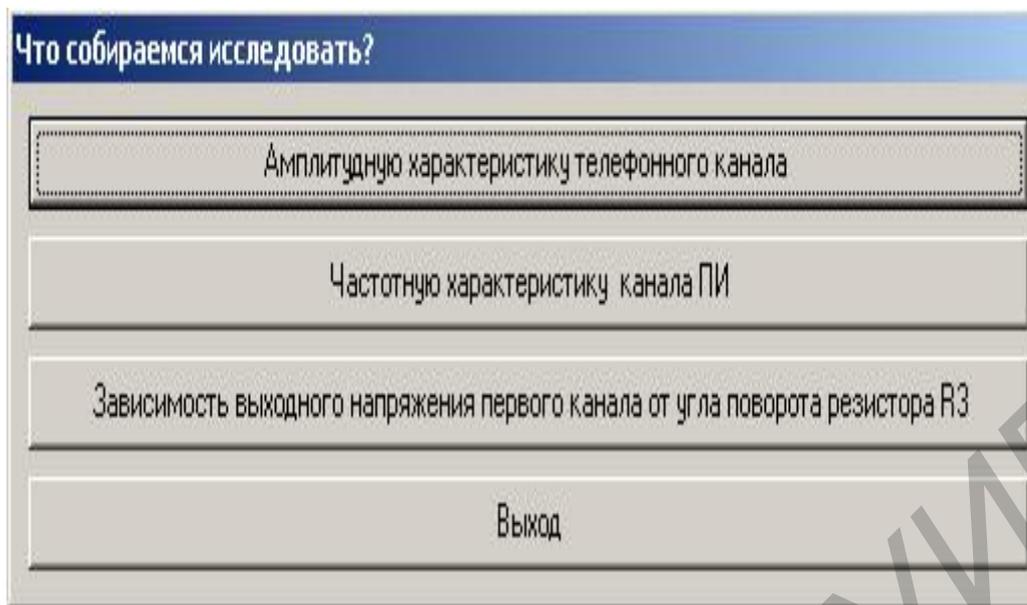


Рис. 13. Окно выбора типа исследования

В данном меню осуществляется доступ к следующим функциям:

- 1) исследование амплитудной характеристики телефонного канала (рис. 14);
- 2) исследование частотной характеристики канала передачи информации (рис. 15);
- 3) исследование зависимости выходного напряжения канала ПИ от угла поворота резистора R3 (соответствует датчику в реальности) (рис. 16).

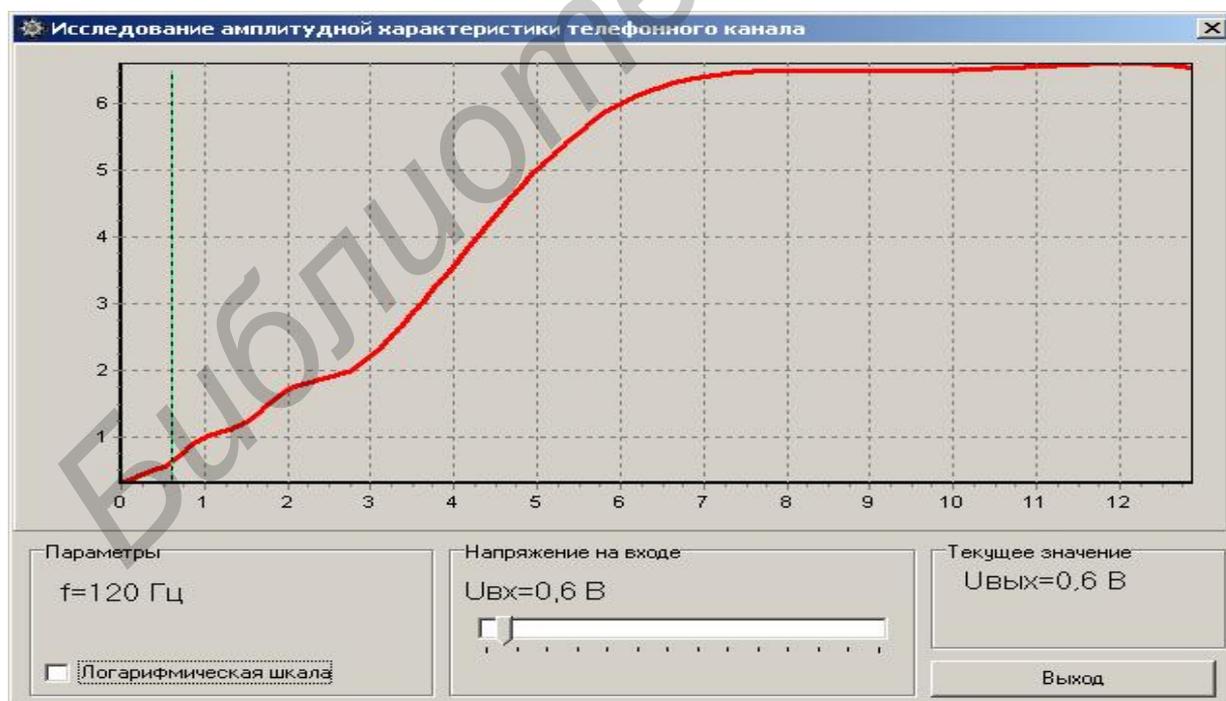


Рис. 14. Исследование амплитудной характеристики информационного канала

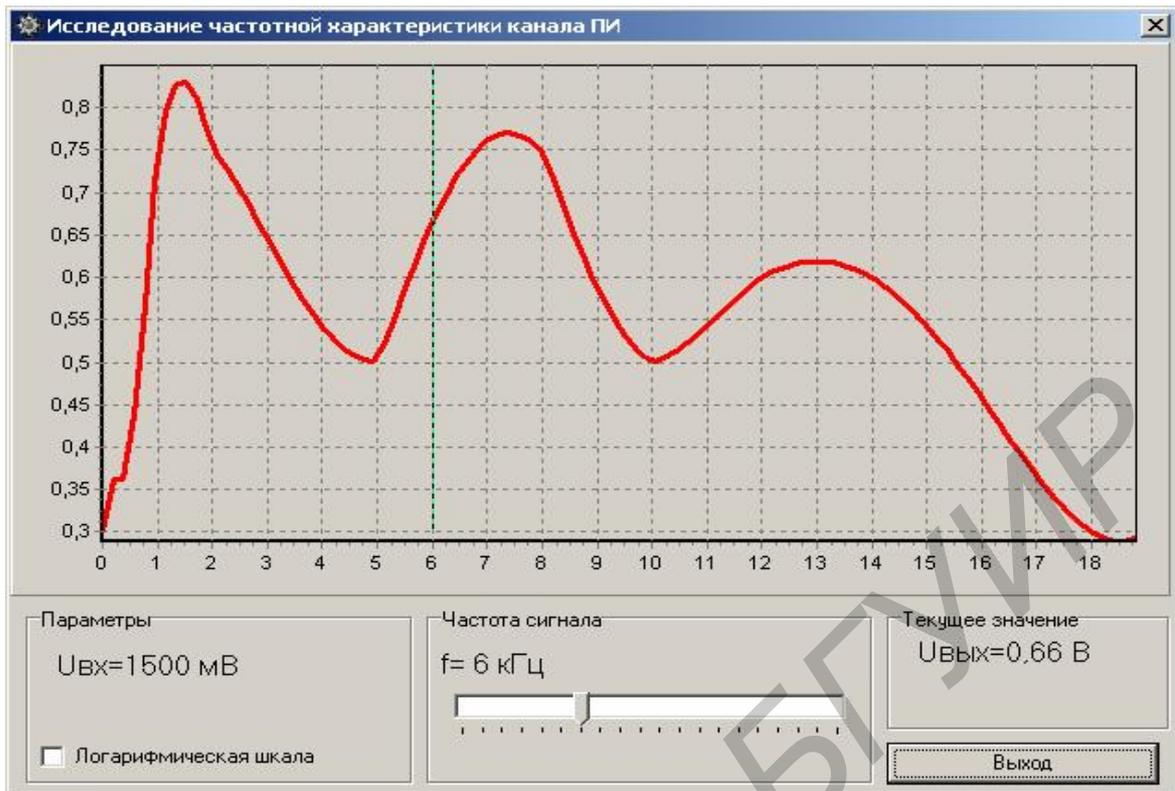


Рис. 15. Исследование частотной характеристики канала передачи информации

21

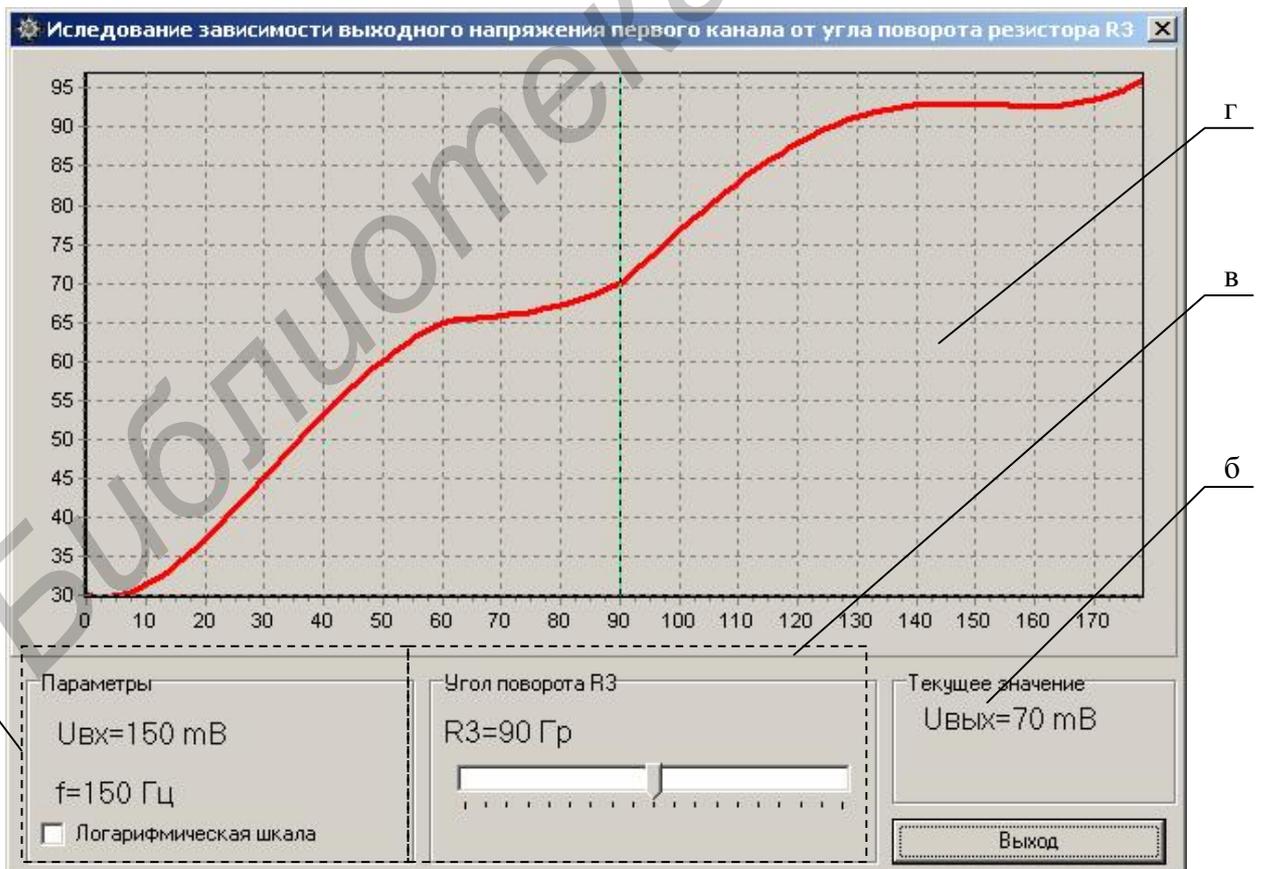


Рис. 16. Исследование зависимости выходного напряжения канала ПИ от угла поворота резистора R3

Управление во всех трех окнах аналогично. Рассмотрим управление исследованием на примере анализа зависимости выходного напряжения канала ПИ от угла поворота резистора R(3):

Входные данные показаны на рис. 16, а. Передвигая показатель датчика R(3) (рис. 16, в) (соответствует изменению температуры окружающей среды), получаем значение выходного напряжения (рис. 16, б), при этом изменяется положение зелёного указателя на графике (рис. 16, г). Для выхода из данного режима необходимо нажать кнопку «Выход».

По окончании работы необходимо нажать кнопку «Выход» в основном меню (см. рис. 7) в дополнительном меню доступа к встроенным функциям (рис. 9), что приведёт к возврату в операционную систему.

## 5. Предварительное задание

1. Изучить работу телеизмерительной линии.
2. Изучить работу программы TDC.
3. Составить структурную схему установки, пользуясь приведённой в описании принципиальной схемой.

## 6. Порядок выполнения работы

1. Запустить программу TDC.EXE (месторасположения уточнить у преподавателя).
2. Перейти в режим исследования шифратора (нажатие кнопки «Шифратор» в основном меню).
3. Зарисовать осциллограммы в контрольных точках, совмещая их во времени (как минимум в двух режимах входных показателей (изменяя показания датчиков)).
4. Перейти в режим исследования дешифратора (нажатие кнопки «Дешифратор» в основном меню).
5. Повторить п. 3.
6. Исследовать «Телефонный канал». Снять амплитудную характеристику телефонного канала. Для этого нажать на кнопку в основном меню «АХ, ЧХ, зав. R3» и выбрать «Исследование амплитудной характеристики телефонного канала».
7. Снять данные и построить таблицу значений (не менее 14), изменяя входные данные. Построить график.
8. Снять частотную характеристику телефонного канала (аналогично п. 6, только выбрать «Исследование частотной характеристики канала ПИ»).
9. Повторить п. 7.
10. Снять зависимость выходного напряжения первого канала от угла поворота переменного резистора R(3) (аналогично п. 6, только выбрать «Зависимость выходного напряжения канала ПИ от угла поворота резистора R3»).
11. Повторить п. 7.

## 7. Содержание отчёта

1. Структурная схема установки, составленная в соответствии с принципиальной схемой, и системы медицинского назначения.
2. Осциллограммы напряжений в контрольных точках.
3. Результаты исследований характеристик «телефонного» информационного канала, зависимость  $U(\text{вых})$  от угла поворота  $R(3)$ .
4. Выводы.

## 8. Контрольные вопросы

1. Что такое групповой сигнал?
2. Чем определяется число каналов в системе с ВРК?
3. От чего зависит временное расположение импульсов группового сигнала?
4. Дать примеры и пояснить работу систем медицинского назначения и схемы выделения синхронизирующего импульса.
5. Как следует выбирать частоту повторения синхронизирующих импульсов?

## Литература

1. Зюко А.Г., Коробов Ю.Ф. Теория передачи сигналов: Учебник для вузов. – М.: Связь, 1972.
2. Чердынцев В.А. Радиотехнические системы. – Мн.: Выш. шк., 1988.
3. Методические указания к лабораторной работе «Исследование систем передачи информации с временным разделением каналов» / А.И. Прохоров, В.В. Кудрицкий. – Мн.: МРТИ, 1993.
4. Радиотехнические системы передачи информации: Учеб. пособие для вузов/ В.А. Борисов, В.В. Калмыков, Я.М. Ковальчук и др.; Под ред. В.В. Калмыкова. – М.: Радио и связь, 1990.

Учебное издание

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ**

Методические указания  
к лабораторной работе по курсу  
«Системотехника медицинских электронных систем»  
для студентов специальности I-39 02 03 «Медицинская электроника»  
и по курсу «Радиотехнические системы» для студентов специальности  
I-39 01 01 «Радиотехника» вечерней и заочной форм обучения

С о с т а в и т е л и:

**Лущицкий** Владимир Владимирович,  
**Баженов** Георгий Александрович

Редактор Н.В. Гриневич  
Корректор Е.Н. Батурчик

---

Подписано в печать 03.04.2006.  
Гарнитура «Таймс».  
Уч.-изд. л. 1,0.

Формат 60x84 1/16.  
Печать ризографическая.  
Тираж 125 экз.

Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 1,4.  
Заказ 650.

---

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
Лицензия на осуществление издательской деятельности №02330/0056964 от 01.04.2004.  
Лицензия на осуществление полиграфической деятельности №02330/0131518 от 30.04.2004.  
220013, Минск, П. Бровки, 6