

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования

«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра систем телекоммуникаций

Н. В. Тарченко, Н. В. Гайдукова, П. В. Тишков

МНОГОКАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Лабораторный практикум
для студентов специальности

45 01 01 «Многоканальные системы телекоммуникаций»
дневной и заочной форм обучения

Минск БГУИР 2009

УДК 621.395.52(076.5)

ББК 32.883я73

T22

Рецензент:

доцент кафедры сетей и устройств телекоммуникаций В. Ю. Цветков

Тарченко, Н. В.

T22 Многоканальные системы передачи : лаб. практикум для студ. спец. 45 01 01 «Многоканальные системы телекоммуникаций» днев. и заоч. форм обуч. / Н. В. Тарченко, Н. В. Гайдукова, П. В. Тишков. – Минск : БГУИР, 2009. – 45 с. : ил.

ISBN 978-985-488-439-4

Лабораторный практикум содержит лабораторные работы по изучению принципов построения и функционирования оборудования гибкого мультиплексирования АГМ-32. Объем и содержание лабораторных работ соответствует программе дисциплины «Многоканальные системы передачи» для студентов специальности «Многоканальные системы телекоммуникаций». Лабораторный практикум может быть использован также при проведении лабораторных работ по дисциплине «Основы построения систем и сетей телекоммуникаций».

Активное участие в постановке лабораторных работ и формировании лабораторного стенда приняли студенты гр. 46 08 01 О. А. Прокопович и А. А. Семашкевич.

УДК 621.395.52(076.5)

ББК 32.883я73

ISBN 978-985-488-439-4

© Тарченко Н. В., Гайдукова Н. В., Тишков П. В., 2009

© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2009

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1	
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛОВ ТОНАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ, ОРГАНИЗОВАННЫХ НА БАЗЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ.....	4
Цель работы	4
Задание к работе	4
Краткие теоретические сведения.....	4
Порядок выполнения работы	11
Содержание отчета	17
Контрольные вопросы	17
Лабораторная работа №2	
ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ЦИКЛА СИГНАЛА E1 НА БАЗЕ АППАРАТУРЫ ГИБКОГО МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ АГМ-32	18
Цель работы	18
Задание к работе	18
Краткие теоретические сведения.....	18
Описание лабораторного стенда.....	26
Порядок выполнения работы.....	31
Содержание отчета	43
Контрольные вопросы	43
Литература	44

Лабораторная работа №1

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛОВ ТОНАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ, ОРГАНИЗОВАННЫХ НА БАЗЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

Цель работы

- 1 Изучение основных характеристик канала тональной частоты цифровой системы передачи.
- 2 Изучение норм на основные характеристики канала тональной частоты.
- 3 Экспериментальное исследование основных характеристик канала тональной частоты.

Задание к работе

- 1 Изучить основные характеристики канала тональной частоты.
- 2 Изучить нормы на основные характеристики канала.
- 3 Изучить описания и инструкции по эксплуатации приборов, входящих в состав лабораторной установки: генератор, осциллограф, измеритель уровня, избирательный измеритель уровня.
- 4 Изучить методики измерения основных характеристик канала тональной частоты.

Краткие теоретические сведения

Система передачи – это комплекс технических и программных средств, обеспечивающих образование линейного тракта, типовых групповых трактов и каналов передачи первичной сети.

В зависимости от вида сигналов, передаваемых в линейном тракте, различают аналоговые и цифровые системы передачи.

Таким образом, под термином «цифровая система передачи» (ЦСП) понимается система передачи, в линейном тракте которой передаются цифровые сигналы электросвязи.

В иерархии ЦСП различают основной цифровой канал (ОЦК) для передачи речевого (телефонного) сигнала со скоростью 64 кбит/с и первичный, вторичный, третичный и четверичный групповые цифровые тракты для передачи сигналов со скоростями 2,048, 8,448, 34,368, 139,264 Мбит/с соответственно.

Обобщенная структурная схема цифровой системы передачи представлена на рисунке 1.1. ЦСП включает в себя блок аналого-цифрового сопряжения (БАЦС), первичный мультиплексор (ПМ), оборудование временного группообразования (ОВГ), оборудование линейного тракта (ОЛТ), линию связи (ЛС).

Блок аналого-цифрового сопряжения служит для преобразования 30 аналоговых речевых сигналов в цифровой формат и формирования первичного цифрового сигнала со стандартными характеристиками на передающей стороне и соответствующего обратного преобразования при приеме. В БАЦС при кодировании канальных сигналов используется импульсно-кодовая модуляция (ИКМ) и нелинейное кодирование в соответствии с А-законом компрессии А 87,6/13. Первичный цифровой сигнал имеет скорость 2,048 Мбит/с, соответствует первому уровню европейской плезиохронной цифровой иерархии и обозначается как Е1.

Первичный мультиплексор, как и БАЦС, формирует поток Е1, но уже из аналоговых и цифровых (со скоростями 64 кбит/с и $n \cdot 64$ кбит/с) абонентских сигналов.

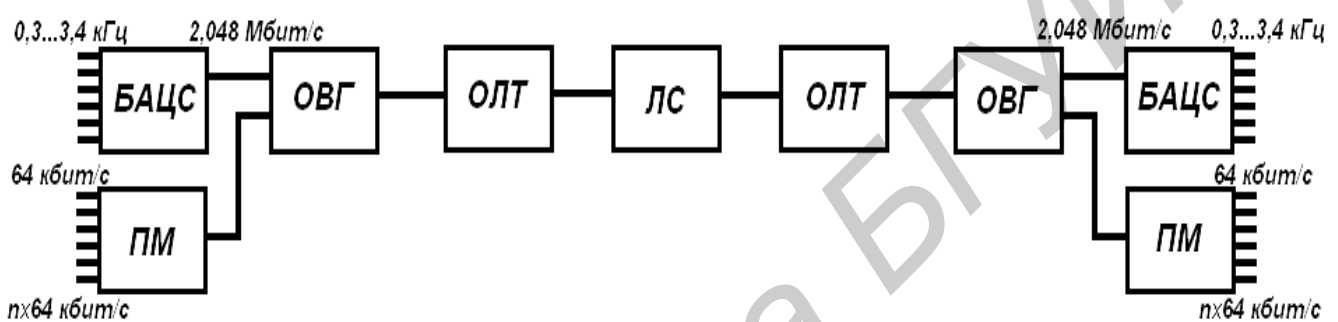


Рисунок 1.1 – Обобщенная структурная схема ЦСП

Оборудование временного группообразования обеспечивает объединение (мультиплексирование) низкоскоростных (компонентных) цифровых сигналов в один высокоскоростной групповой (агрегатный) цифровой сигнал на передающей стороне и соответствующее разделение (демultipлексирование) компонентных сигналов на приёмной стороне. Объединение (разделение) сигналов может осуществляться в несколько этапов (уровней).

Оборудование линейного тракта обеспечивает согласование параметров группового цифрового сигнала с параметрами линии связи. Для этого используются соответствующие методы модуляции или цифрового линейного кодирования.

В состав ЦСП также входит генераторное оборудование, которое вырабатывает необходимую сетку частот для обеспечения работоспособности оборудования.

Поскольку на оконечных пунктах есть и источники, и получатели сообщений, то, следовательно, в системе передачи должна быть обеспечена возможность передачи сигналов в обоих направлениях. Поэтому под термином «канал передачи» часто понимают совокупность двух односторонних каналов или используют термин «четырёхпроводное окончание канала».

Канал, предназначенный для передачи речевой информации, носит название канала тональной частоты (КТЧ). Объединение двух односторонних кана-

лов тональной частоты в один двухсторонний канал производят с помощью дифференциальных систем. Входы (выходы) двухстороннего телефонного канала называют двухпроводным окончанием канала. Структурная схема канала тональной частоты на базе ЦСП представлена на рисунке 1.2.

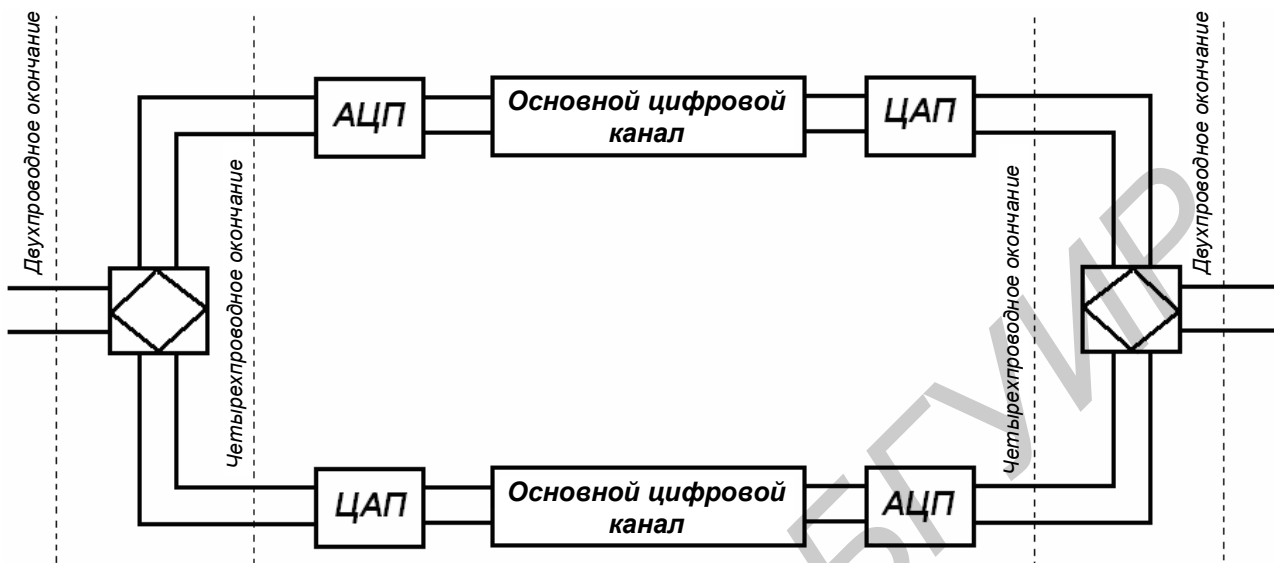


Рисунок 1.2 – Канал тональной частоты

Аппаратура связи должна быть построена так, чтобы при передаче любых электрических сигналов обеспечивалось необходимое качество связи. Свойства каналов передачи и их качество представляются рядом параметров и характеристик.

1 Входное $Z_{ВХ}$ и выходное $Z_{ВЫХ}$ сопротивления канала и их допустимое отклонение от номинальных значений. Отклонение $Z_{ВХ(ВЫХ)}$ канала от номинала оценивается величиной коэффициента отражения $p_{ОТР}$ или величиной затухания несогласованности $a_{ОТР}$, определяемыми выражениями

$$p_{ОТР} = \left| \frac{Z_H - Z_P}{Z_H + Z_P} \right|, \quad a_{ОТР} = 20 \lg \left| \frac{Z_H - Z_P}{Z_H + Z_P} \right|, \quad (1.1)$$

где Z_H и Z_P – номинальное и реальное значения входных (выходных) сопротивлений соответственно.

2 Остаточное затухание канала $a_{ОСТ}$, измеряемое при подключении к входу и выходу канала активных сопротивлений, равных номинальным значениям Z_H . Величина $a_{ОСТ}$ в дБ определяется из выражения

$$a_{ОСТ}(f) = p_{ВХ}(f) - p_{ВЫХ}(f), \quad (1.2)$$

где $p_{\text{ВХ}}(f)$, $p_{\text{ВЫХ}}(f)$ – соответственно уровни сигнала на входе и выходе канала в дБм на частоте f .

Номинальное значение $a_{\text{ост}}$ нормируется на частоте $f_0 = 800$ Гц.

3 Нестабильность остаточного затухания – отклонение во времени остаточного затухания от номинального значения.

4 Частотная характеристика остаточного затухания и эффективно передаваемая полоса частот. Они характеризуют ту полосу частот, на границе которой остаточное затухание канала отличается от номинального не более чем на некоторую допустимую величину. В пределах этой полосы частот нормируется отклонение остаточного затухания от номинального значения.

5 Амплитудная характеристика канала (АХ) – зависимость абсолютного уровня мощности (напряжения) на выходе канала $p_{\text{ВЫХ}}$ от абсолютного уровня мощности (напряжения) на входе канала $p_{\text{ВХ}}$. АХ называют также зависимость остаточного затухания канала от уровня сигнала на входе канала.

6 Коэффициент нелинейных искажений канала. Нелинейные искажения возникают за счет нелинейности амплитудной характеристики канала; нелинейные искажения сигнала проявляются в следующем:

а) искажение формы сигнала;

б) увеличение количества спектральных компонент выходного сигнала по сравнению с входным сигналом.

Увеличение количества спектральных компонент выходного сигнала оценивают с помощью коэффициента гармоник. Различают:

а) коэффициент искажений по i -й гармонике K_{Γ_i} , определяемый из выражения

$$K_{\Gamma_i} = \frac{U_{\text{ВЫХ}m}(i \cdot f_0)}{U_{\text{ВЫХ}m}(f_0)}, \quad (1.3)$$

где $U_{\text{ВЫХ}m}(i \cdot f_0)$ – амплитуда напряжения i -й гармоники частоты f_0 на выходе канала передачи, $i = 1, 2, \dots, n$;

б) суммарный коэффициент гармоник, учитывающий мощность всех высших гармоник относительно первой:

$$K_{\Gamma_{\text{сум}}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{\infty} U_{\text{ВЫХ}m}^2(i \cdot f_0)}}{U_{\text{ВЫХ}m}(f_0)} = \sqrt{\sum_{i=2}^{\infty} 10^{-0,1a_{\Gamma_i}}}. \quad (1.4)$$

Здесь a_{Γ_i} – затухание по i -й гармонике в децибелах, определяемое из выражения

$$a_{\Gamma_i} = -20 \lg K_{\Gamma_i} = p_i - p_1, \quad (1.5)$$

где p_i – уровень напряжения в дБм для i -й гармоники.

7 Уровень (мощность) помех в точке с нулевым измерительным уровнем.

8 Средний $p_{C\text{CP}}$ и пиковый (допустимый) $p_{C\text{MAX}}$ уровни мощности индивидуального сигнала (в дБм) в точке с нулевым измерительным уровнем и динамический диапазон канала (в децибелах). Последний определяется из выражения

$$D = 10\lg(P_{C\text{MAX}} / P_{\Pi}) = p_{C\text{MAX}} - p_{\Pi}, \quad (1.6)$$

где $P_{C\text{MAX}} = 10^{-3} \cdot 10^{0,1p_{C\text{MAX}}}$ – максимальная мощность сигнала, при которой нелинейные искажения не превышают заданной величины, мВт;

$P_{\Pi} = 10^{-3} \cdot 10^{0,1p_{\Pi}}$ – суммарная мощность всех помех в заданной точке, мВт.

9 Помехи в канале передачи. Помехой в канале передачи называют любое электрическое колебание, частично или полностью совпадающее по спектру с полезным сигналом и передаваемое вместе с ним. Действие помехи на полезный сигнал в какой-либо точке канала оценивается отношением сигнал/шум (помеха) $\psi = P_{C\text{CP}} / P_{\Pi}$ или защищенностью

$$A = 10\lg(P_{C\text{CP}} / P_{\Pi}) = p_{C\text{CP}} - p_{\Pi}. \quad (1.7)$$

10 Диаграмма уровней канала, которая представляет собой график изменения уровня измерительного гармонического сигнала при прохождении его по каналу. Диаграмма уровней строится при проектировании канала и контролируется при его эксплуатации. Различают диаграмму внутренних и внешних уровней. Первая показывает распределение уровней в отдельных частях аппаратуры, а вторая – вдоль линии и уровни на входе и выходе промежуточной и оконечной аппаратуры.

Все эти характеристики, кроме частотной характеристики остаточного затухания, измеряются при частоте испытательного сигнала 800 Гц.

В качестве основного стандартного канала в системах передачи принят канал с эффективно передаваемой полосой частот от 300 до 3400 Гц, соответствующей спектру телефонного сигнала. Канал такого типа, как уже отмечалось, называется каналом тональной частоты. Характеристики КТЧ нормируются так, чтобы обеспечить непосредственную передачу телефонного сигнала с требуемым качеством.

В соответствии с этим устанавливаются следующие нормы на основные параметры и характеристики канала ТЧ:

1 Вход и выход должны быть симметричными, номинальное значение входного и выходного сопротивления – 600 Ом, коэффициент отражения не должен превышать 10 %.

2 Номинальные величины измерительного уровня и остаточного затухания на частоте испытательного сигнала $f_0 = 800$ Гц:

– при четырехпроводном окончании канала $p_{\text{ВХ}} = -13$ дБм, $p_{\text{ВЫХ}} = 4$ дБм, $a_{\text{ОСТ.НОМ}} = -17$ дБ;

– при двухпроводном окончании канала $p_{\text{ВХ}} = 0$ дБм, $p_{\text{ВЫХ}} = -7$ дБм, $a_{\text{ОСТ.НОМ}} = 7$ дБ.

3 Частотная характеристика остаточного затухания КТЧ при одном переприемном участке должна укладываться в пределы, указанные в таблице 1.1 для двухпроводного окончания и в таблице 1.2 для четырехпроводного окончания.

Таблица 1.1

f , кГц	0...0,2	0,2...0,3	0,3...0,4	0,4...0,6	0,6...2,4	2,4...3,0	3,0...3,4	3,4...3,6
$a_{\text{ост}}(f)$, дБ	от 7	от 6,4	6,4...9	6,4...8,5	6,4...7,7	6,4...8,1	6,4...10	от 6,4

Таблица 1.2

f , кГц	0...0,2	0,2...0,3	0,3...3,0	3,0...3,4	3,4...3,6
$a_{\text{ост}}(f)$, дБ	от -17	от -17,5	-17,5...-16,5	-17,5...-15,2	от -17,5

4 Частотная характеристика отклонений остаточного затухания КТЧ $\Delta a_{\text{ост}}(f) = a_{\text{ост}}(f) - a_{\text{ост.ном}}$ должна оставаться в пределах шаблона, приведенного на рисунке 1.3 для двухпроводного окончания КТЧ и на рисунке 1.4 для четырехпроводного окончания КТЧ при одном переприемном участке.

5 Амплитудная характеристика $a_{\text{ост}}(p_{\text{вх}})$ (рисунок 1.5, а) нормируется следующим образом: остаточное затухание канала на одном усилительном участке должно оставаться постоянным с точностью до 0,4 дБ, при изменении уровня измерительного сигнала от -32 до +4 дБ – для двухпроводного окончания и от -52 до -16 дБ – для четырехпроводного окончания. Это будет соответствовать линейности амплитудной характеристики $p_{\text{вых}}(p_{\text{вх}})$ (рисунок 1.5, б).

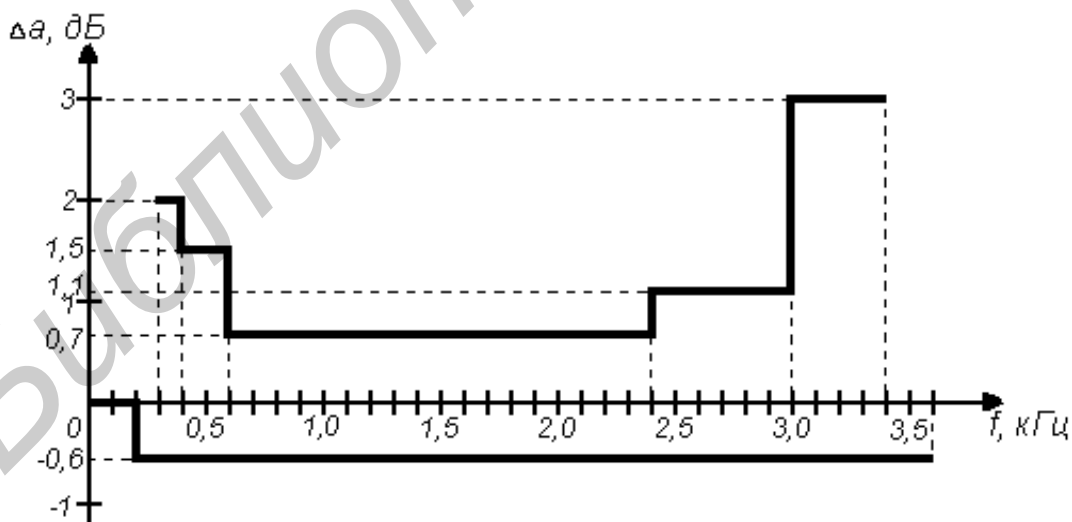


Рисунок 1.3 – Частотная характеристика отклонений остаточного затухания КТЧ для двухпроводного окончания при одном переприемном участке

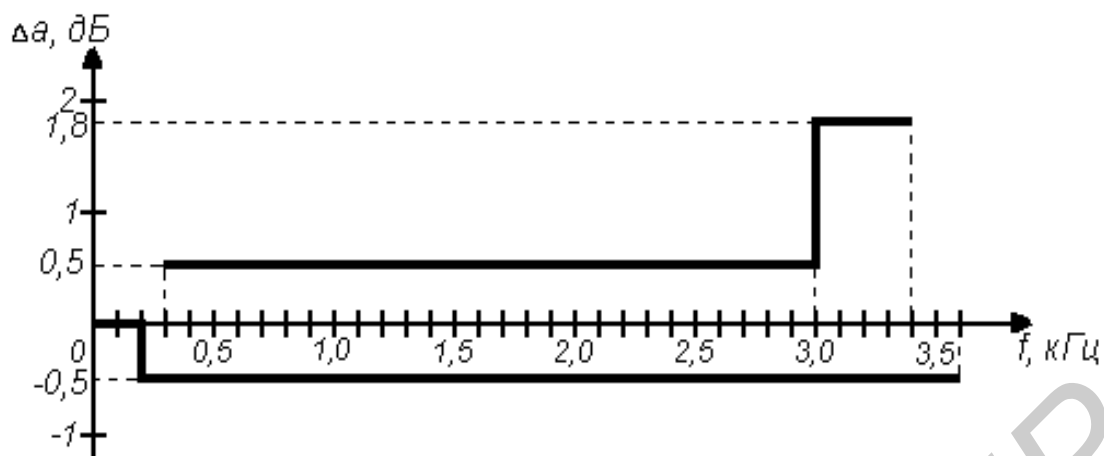


Рисунок 1.4 – Частотная характеристика отклонений остаточного затухания КТЧ для четырехпроводного окончания при одном переприемном участке

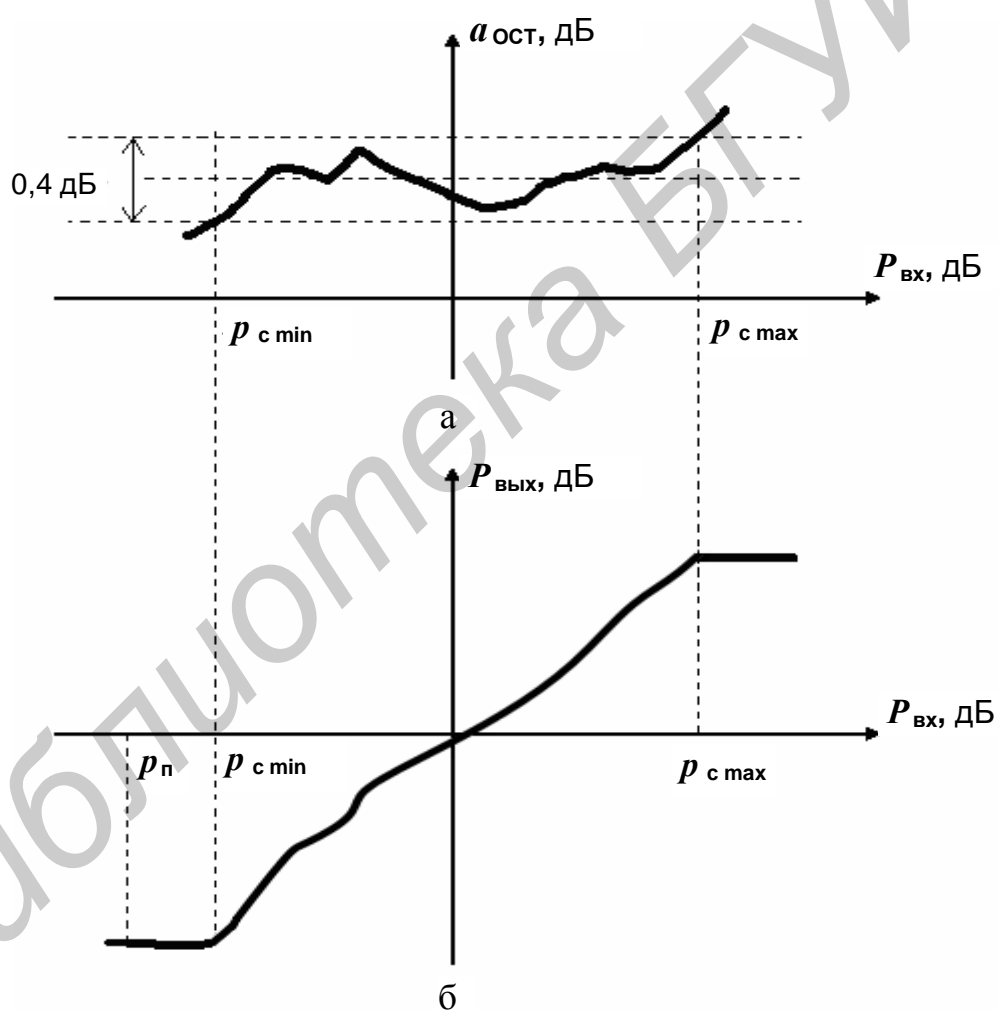


Рисунок 1.5 – Амплитудная характеристика КТЧ

6 Коэффициент нелинейных искажений КТЧ $K_{Гi}$ на одном переприемном участке не должен превышать 1,5 % (1 % по третьей гармонике $K_{Г3}$).

Порядок выполнения работы

1 Подготовить необходимые для выполнения лабораторной работы таблицы и шаблоны. Рассчитать значения входного сигнала $U_{ВХ}$ в вольтах для таблиц 1,5 и 1,7.

2 Собрать схему лабораторной установки в соответствии с рисунком 1.6, для чего подключить выход генератора к порту 0 платы МИ-6 АГМ-32. Порт 1 МИ-6 АГМ-32 подключить ко входу измерителя уровня. Соединить порт Ethernet персонального компьютера (ПК) и порт Ethernet платы МТС АГМ-32 интерфейсным кабелем с разъемами RJ45.

ВНИМАНИЕ! При измерении параметров двухпроводного и четырехпроводного окончаний КТЧ при подключении к АГМ-32 измерителя уровня и осциллографа необходимо использовать соответствующие кабели.

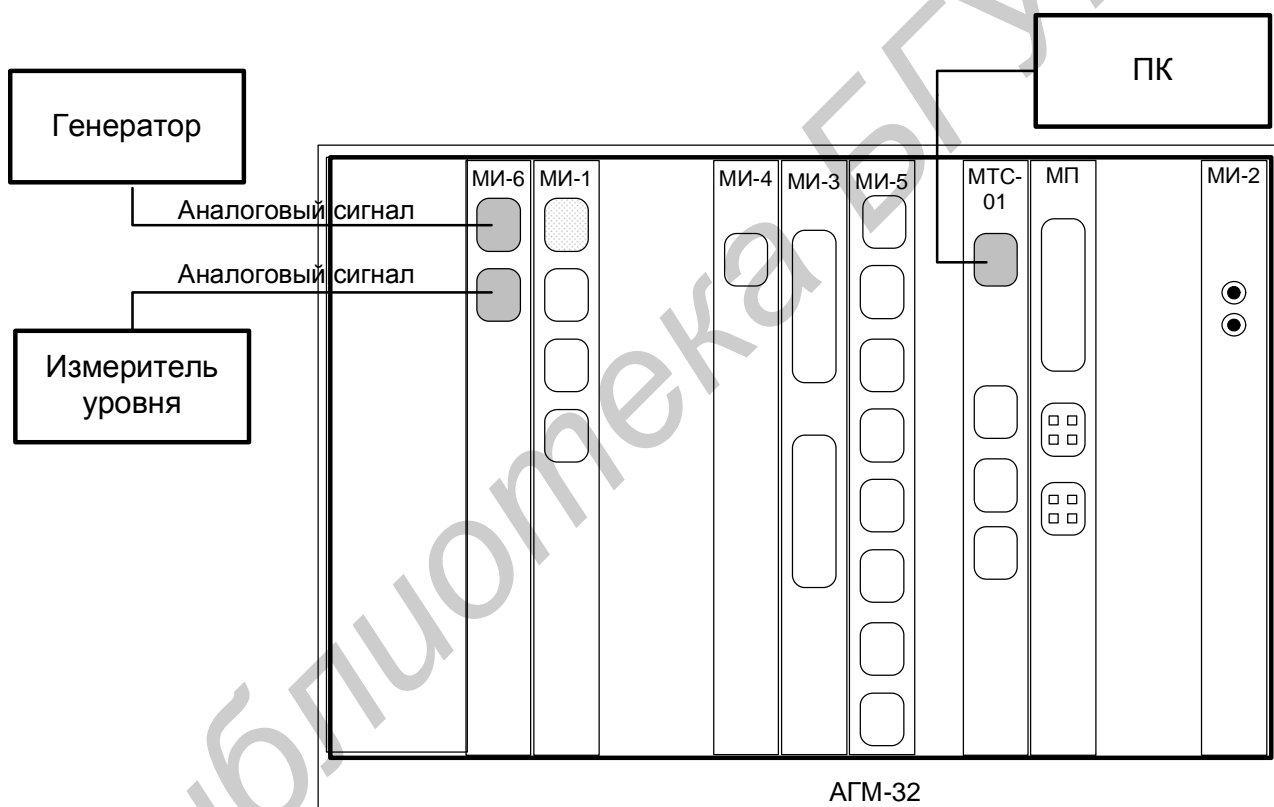


Рисунок 1.6 – Схема измерения характеристик канала тональной частоты

3 Включить питание АГМ-32 и измерительных приборов.

ВНИМАНИЕ! При проведении каких-либо изменений в схеме лабораторной установки необходимо обязательно отключать питание генератора.

4 Включить ПК. Запустить приложение HyperTerminal, для чего обратиться по адресу «Пуск\HyperTerminal». На мониторе ПК появится активное окно «Описание подключения» (рисунок 1.7), в котором необходимо нажать кнопку «Отмена». После чего активизируется окно «Новое подключение –

HyperTerminal» (рисунок 1.8). В данном окне необходимо выбрать пункт меню «Файл\Открыть» и открыть файл «C:\Documents and Settings\ Администратор\ Главное меню\ Программы\ Стандартные\ Связь\ HyperTerminal\ agm_91.ht».

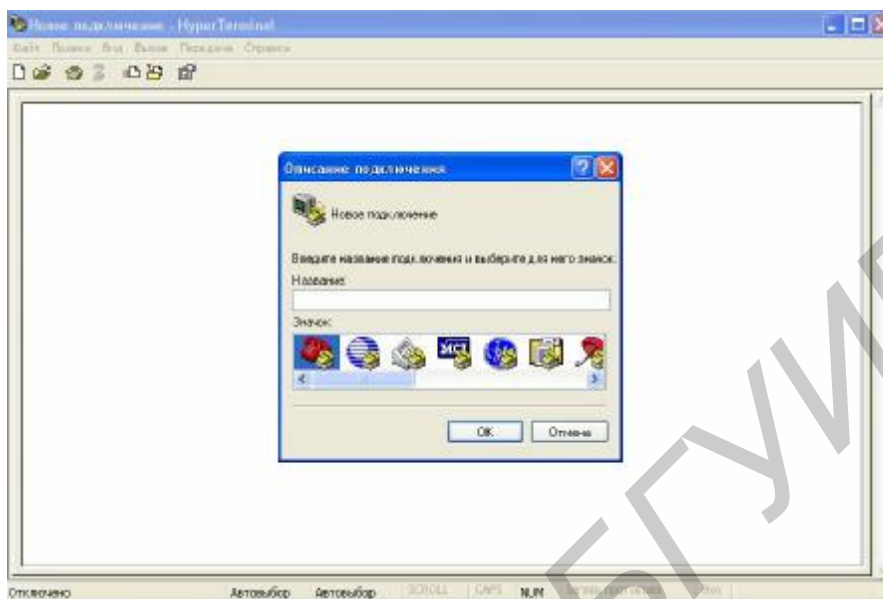


Рисунок 1.7 – Окно «Описание подключения»

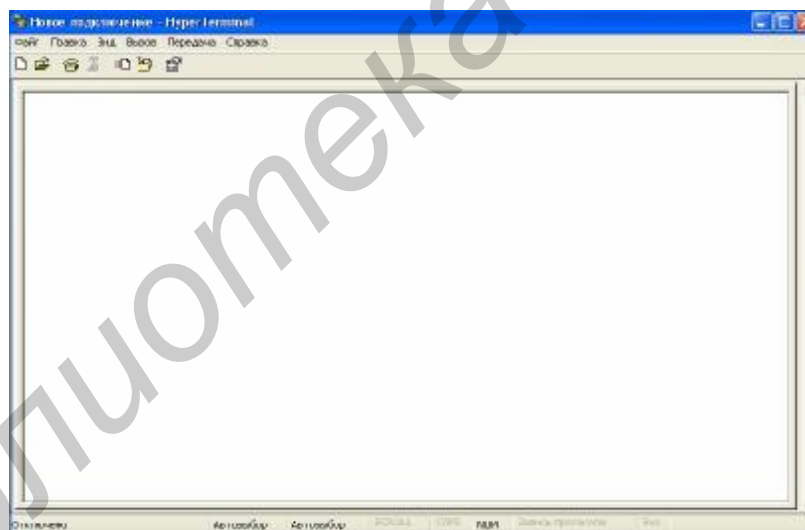


Рисунок 1.8 – Окно «Новое подключение – HyperTerminal»

Для работы с настройками АГМ-32 необходимо нажать на клавиатуре ПК клавиши «Ctrl+Q». В появившемся окне конфигурации блока АГМ-32 (рисунок 1.9) клавишами «Вверх» и «Вниз» установить курсор на «МИ-6» и нажать «Enter». Появится окно диалога с настройками платы МИ-6 (рисунок 1.10). Изменение параметров производится клавишами «Вверх», «Вниз» и «Enter».

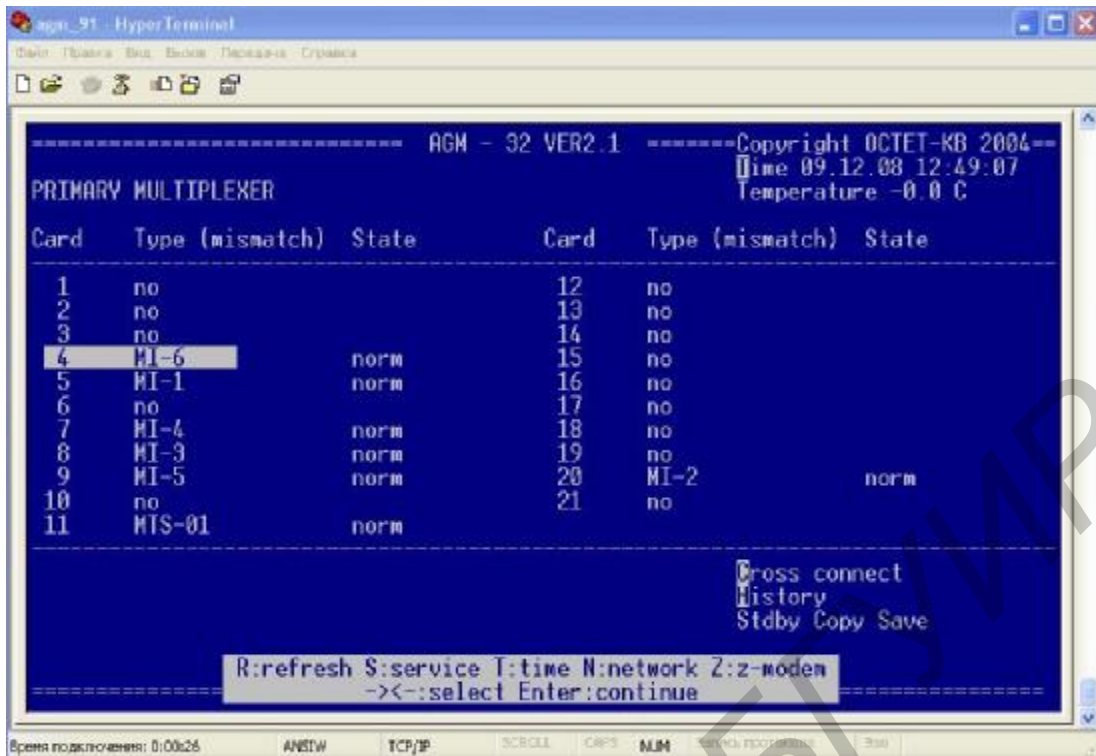


Рисунок 1.9 – Состав блока АГМ-32

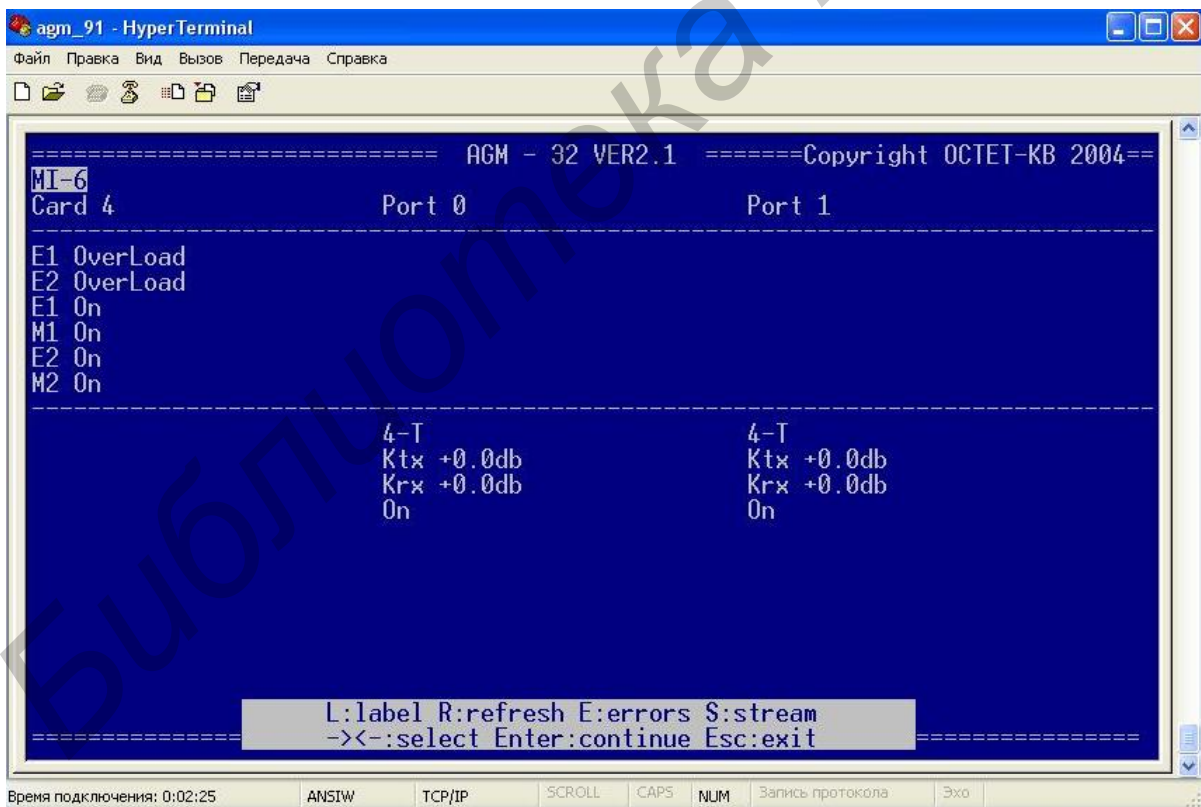


Рисунок 1.10 – Окно настроек платы MI-6

В таблице 1.3 представлены возможные параметры платы МИ-6.

Таблица 1.3

Тип	Опции	Описание
Режимы работы	2Г	Установка 2-проводного режима
	4Г	Установка 4-проводного режима
Коэффициенты усиления	Ktx	Установка коэффициента усиления тракта передачи с шагом +0,5 дБ
	Krx	Установка коэффициента усиления тракта приема с шагом +0,5 дБ
Работа порта	On	Порт включен
	Off	Порт выключен

5 Измерение параметров двухпроводного КТЧ.

5.1 Измерение номинального значения остаточного затухания.

С выхода генератора сигнал частотой $f_0 = 800$ Гц и напряжением $U_0 = 0,775$ В, что соответствует уровню входного сигнала на согласованной нагрузке $p_{вх} = 0$ дБ, подать на вход порта P0 платы МИ-6, соответствующий двухпроводному окончанию КТЧ.

С помощью измерителя уровня контролировать уровень сигнала $p_{вых}$ на выходе КТЧ. На ПК в окне изменения параметров платы МИ-6 установить параметры «режим работы», «работа порта». Параметры «Ktx» и «Krx» установить такие, чтобы сигнал на выходе КТЧ (порт P1 платы МИ-6) был равен $p_{вых} = -7$ дБ.

Рассчитать номинальное остаточное затухание для двухпроводного окончания КТЧ.

5.2 Измерение частотной характеристики остаточного затухания.

Для схемы включения по пункту 5.1 изменять частоту сигнала генератора в соответствии с таблицей 1.4. С помощью измерителя уровня измерять уровень выходного сигнала для каждого значения частоты из таблицы 1.4. Заполнить таблицу, рассчитав величину остаточного затухания и отклонения остаточного затухания от номинального значения.

Таблица 1.4

f , кГц	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,5	2,7	3,0	3,4	3,5	3,6
$p_{вых}$, дБ																
$a_{ост}$, дБ																
$\Delta a_{ост}$, дБ																

К порту P1 платы МИ-6 вместо измерителя уровня подключить осциллограф. Зарисовать осциллограммы выходного сигнала на частотах 0,3; 0,8; 2,4 и 3,6 кГц с указанием масштаба по оси времени и амплитуд. Сделать выводы об

изменении выходного сигнала в зависимости от частоты входного. Выводы зафиксировать в отчете.

По данным таблицы 1.4 построить частотную характеристику остаточного затухания от частоты $a_{\text{ост}}(f)$. Построить в одном масштабе частотную характеристику изменения остаточного затухания от частоты $Da_{\text{ост}}(f)$ и шаблон допустимых значений изменения остаточного затухания. Отметить на графиках эффективно передаваемую полосу частот для двухпроводного окончания КТЧ.

5.3 Измерение амплитудной характеристики КТЧ.

Установить частоту сигнала на выходе генератора $f_0 = 800$ Гц. Изменяя уровень сигнала $p_{\text{вх}}$ от -40 до $+16$ дБ с шагом 4 дБ, фиксировать измерителем уровня уровень сигнала на выходе двухпроводного КТЧ.

Определить остаточное затухание для каждого значения уровня входного сигнала. Результаты измерений и расчетов представить в виде таблицы 1.5.

Таблица 1.5

$p_{\text{вх}}, \text{дБ}$	-40	-36	-32	-28	-24	-20	-16	-12	-8	-4	0	4	8	12	16
$U_{\text{вх}}, \text{В}$															
$p_{\text{вых}}, \text{дБ}$															
$a_{\text{ост}}, \text{дБ}$															

Вместо измерителя уровня подключить осциллограф. Зарисовать осциллограммы выходного сигнала при уровнях входного сигнала $-36, 0$ и $+16$ дБ с указанием масштаба по оси времени и амплитуд. Сделать выводы об изменении формы выходного сигнала в зависимости от уровня сигнала на входе двухпроводного КТЧ.

Построить графики зависимости $p_{\text{вых}}(p_{\text{вх}})$ и $a_{\text{ост}}(p_{\text{вх}})$.

Используя построенные графики, определить динамический диапазон КТЧ. Максимальным уровнем $p_{\text{с макс}}$ считать тот, при котором отклонение $a_{\text{ост}}$ от номинального значения превысит 0,2 дБ. Под уровнем помех понимается выходной уровень, получаемый при установке уровня сигнала на входе менее минус 60 дБ.

5.4 Определение коэффициента нелинейных искажений.

Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 1.11. На вход двухпроводного КТЧ от генератора подать сигнал с напряжением $U = 0,775$ В и частотой $f_0 = 800$ Гц. С помощью избирательного измерителя уровня (ИИУ) измерить уровни 1, 2 и 3-й гармоник на выходе канала ТЧ. Вычислить коэффициент гармоник. Повторить измерения для частот 500 и 1000 Гц. Результаты измерений и вычислений представить в таблице 1.6.

Таблица 1.6

$f, \text{Гц}$	500	800	1000
$U_1, \text{В}$			
$U_2, \text{В}$			
$U_3, \text{В}$			
K_{Γ}			

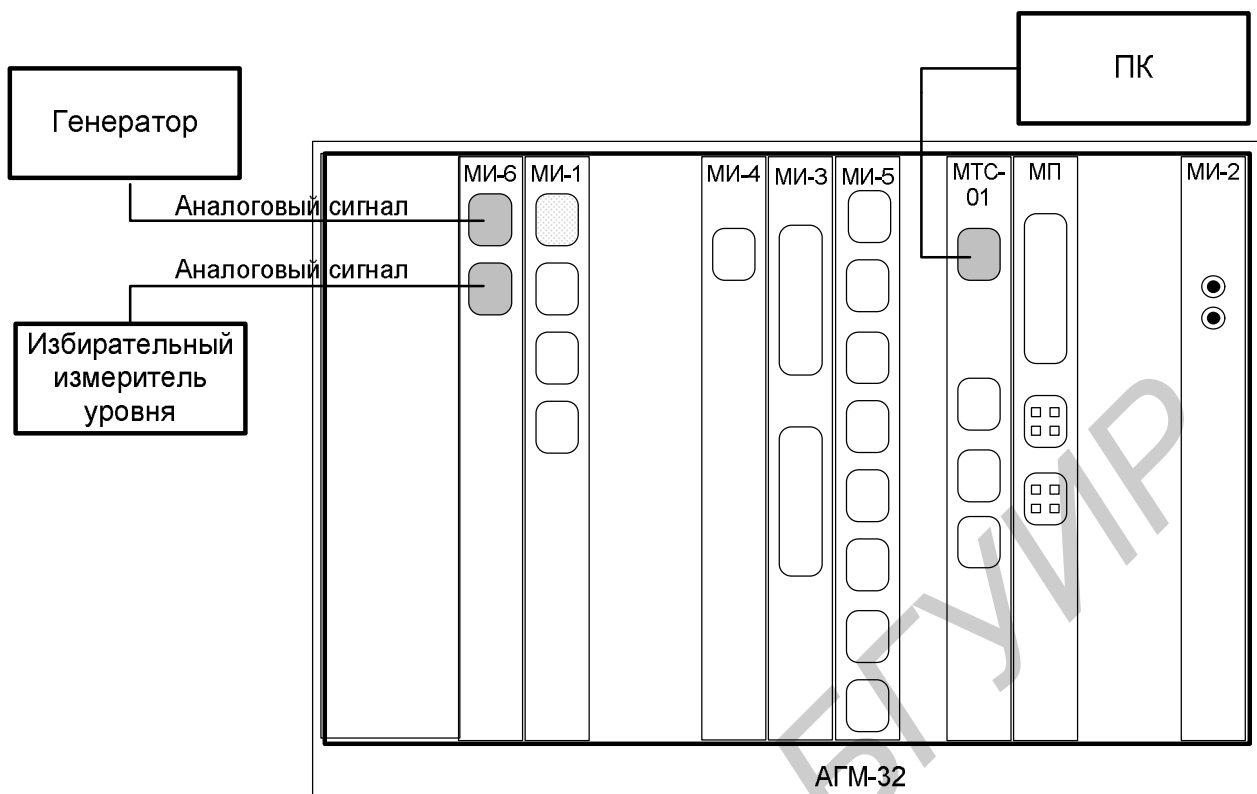


Рисунок 1.11 – Схема измерения коэффициента нелинейных искажений

5.5 Сравнить измеренные характеристики канала ТЧ с нормами, приведенными в теоретической части лабораторной работы.

Сделать выводы по проделанной работе.

6 Изменение параметров четырехпроводного КТЧ.

Измерения провести в соответствии с пунктами 5.1 – 5.4, установив в настройках платы МИ-6 режим 4Т, от генератора на вход четырехпроводного КТЧ подавать сигнал с уровнем -13 дБ, уровень сигнала на выходе четырехпроводного КТЧ должен быть равен 4 дБ (номинальные значения) при частоте сигнала $f_0 = 800$ Гц.

Измерение амплитудной характеристики четырехпроводного КТЧ произвести аналогично пункту 5.3. Уровень входного сигнала изменять от минус 60 дБ до плюс 4 дБ с шагом 4 дБ (таблица 1.7)

Таблица 1.7

$p_{вх}, дБ$	-60	-56	-52	-48	-44	-40	-36	-32	-28	-24	-20	-16	-12	-8	-4	0	4
$U_{вх}, В$																	
$p_{вых}, дБ$																	
$a_{ост}, дБ$																	

7 Сравнить параметры для двухпроводного и четырехпроводного каналов тональной частоты.

Содержание отчета

- 1 Структурная схема канала ТЧ с диаграммой уровней.
- 2 Структурные схемы измерений АЧХ и АХ КТЧ.
- 3 Таблицы результатов измерений и вычислений характеристик КТЧ.
- 4 Графики характеристик канала с нанесенными допусками отклонения от нормы.
- 5 Результаты расчета отдельных параметров канала ТЧ.
- 6 Выводы по проделанной работе.

Контрольные вопросы

- 1 Что называется каналом ТЧ цифровой системы передачи?
- 2 Каковы основные особенности двух- и четырехпроводных каналов ТЧ?
- 3 Какими параметрами характеризуется канал ТЧ цифровой системы передачи?
- 4 Что такое остаточное затухание канала?
- 5 Что называется частотной характеристикой остаточного затухания канала ТЧ и как она нормируется?
- 6 Что называется амплитудной характеристикой канала ТЧ и как по ней определить динамический диапазон канала?
- 7 Как с помощью графика частотной характеристики остаточного затухания канала определить эффективно передаваемую полосу частот?
- 8 Какой испытательный сигнал используется при измерении основных характеристик канала ТЧ?
- 9 Как оценивается нелинейность канала ТЧ?
- 10 Назовите основные параметры канала ТЧ.
- 11 Объясните назначение элементов структурной схемы канала ТЧ.
- 12 Приведите структурную схему и поясните процесс измерения в канале ТЧ: амплитудно-частотной характеристики, частотной характеристики остаточного затухания, коэффициента нелинейных искажений, амплитудной характеристики.

Лабораторная работа №2

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ЦИКЛА СИГНАЛА E1 НА БАЗЕ АППАРАТУРЫ ГИБКОГО МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ АГМ-32

Цель работы

- 1 Изучение принципов канального мультиплексирования.
- 2 Изучение структуры цикла сигнала E1.
- 3 Изучение способов управления аппаратурой гибкого мультиплексирования.

Задание к работе

- 1 Изучить назначение и принцип работы первичного мультиплексора.
- 2 Изучить состав и принцип формирования структуры цикла первичного цифрового сигнала.

Краткие теоретические сведения

Первичные цифровые системы передачи находят широкое применение в современных сетях телекоммуникаций. В частности, они используются как элементы универсальных систем первичного мультиплексирования, осуществляя объединение в один первичный цифровой сигнал со скоростью 2,048 Мбит/с различных сигналов пользователей: речевых сигналов в полосе 0,3...3,4 кГц, цифровых сигналов со скоростями 64 кбит/с и $n \times 64$ кбит/с ($n = 1...30$), сигналов передачи данных по протоколам Ethernet, X25, V35, сигналов абонентов цифровой сети с интеграцией служб по интерфейсу 2B+D (2×64 кбит/с + 16 кбит/с). Основными элементами таких систем являются устройства кросс-коммутации основных цифровых каналов – кросс-коннекторы (КК) и первичные мультиплексоры (ПМ), которые называют также «гибкими» мультиплексорами, чтобы подчеркнуть их универсальность. На рисунке 2.1 приведена структурная схема универсального сетевого узла, являющегося комбинацией первичных мультиплексоров и кросс-коннектора. Для подключения к системам передачи более высокого уровня цифровой иерархии на уровне первичного цифрового сигнала, обозначаемого часто как сигнал E1, используются так называемые порты, для подключения оборудования пользователей по тому или иному интерфейсу – соответствующие линейные платы (ЛП).

Рассмотрим принцип работы сетевого узла, когда на вход соответствующей линейной платы ПМ поступает аналоговый речевой сигнал абонента в полосе частот 0,3...3,4 кГц.

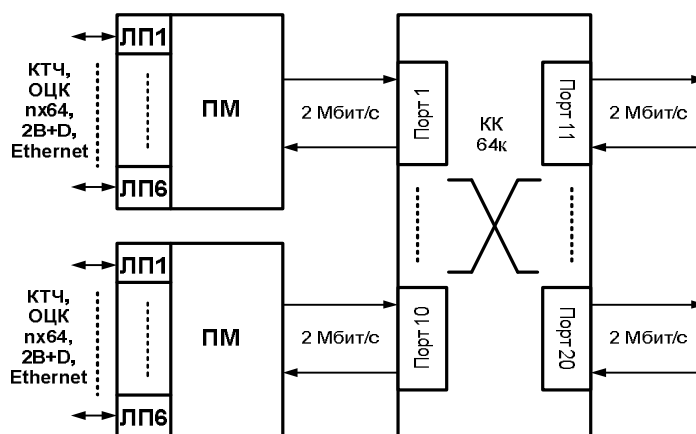
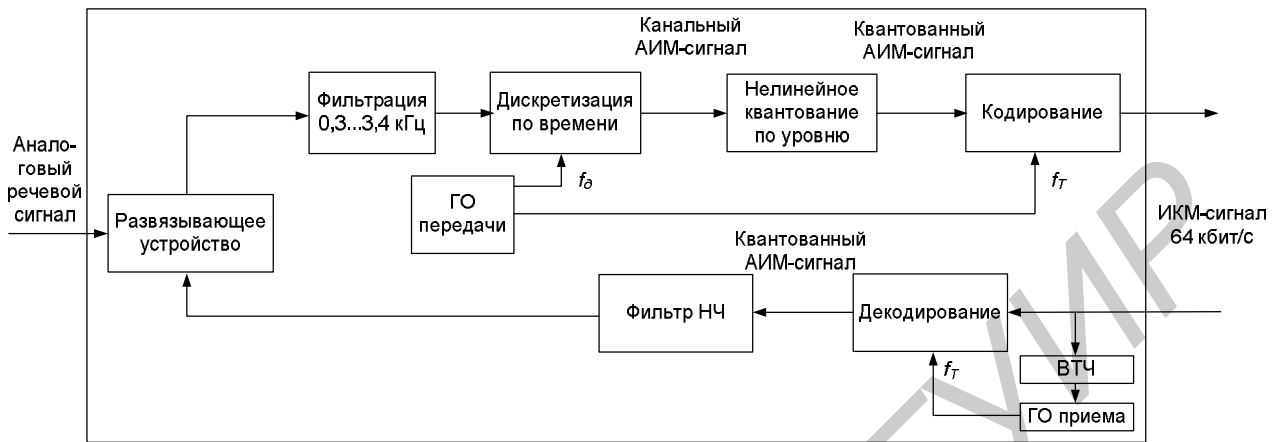
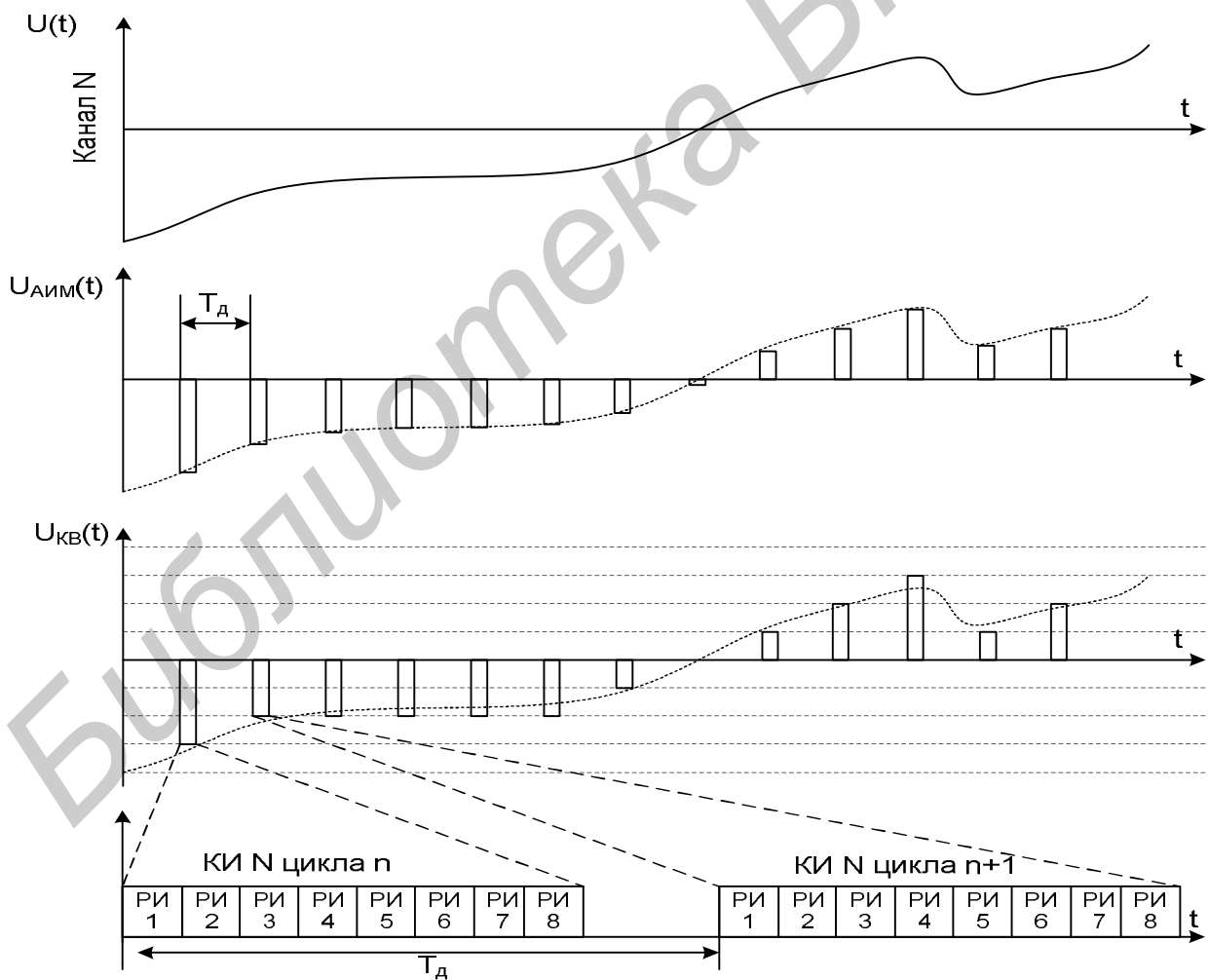


Рисунок 2.1 – Универсальный сетевой узел

Структурная схема линейной платы, осуществляющей преобразование аналогового речевого сигнала в цифровой со скоростью 64 кбит/с в направлении передачи и соответствующее обратное преобразование в направлении приема, приведена на рисунке 2.2, а.



а



б

Рисунок 2.2 – Аналого-цифровое преобразование речевого сигнала

В направлении передачи после ограничения полосы частот аналогового сигнала в диапазоне частот 0,3...3,4 кГц осуществляется дискретизация сигнала во времени с использованием амплитудно-импульсной модуляции, и формируется амплитудно-импульсно-модулированный (АИМ) сигнал (рисунок 2.2, б). В качестве переносчика используется последовательность прямоугольных импульсов с частотой следования, равной в соответствии с теоремой В. А. Котельникова $f_d = 8$ кГц.

Далее бесконечное множество амплитудных значений АИМ-сигнала преобразуется в конечное путем применения сегментной неравномерной характеристики квантования типа А87,6/13. Аналого-цифровое преобразование завершается операцией 8-разрядного кодирования. На выходе ЛП формируется цифровой (импульсно-кодowo-модулированный – ИКМ) сигнал со скоростью следования символов 64 кбит/с, который принято называть основным цифровым сигналом. Для передачи такого сигнала в цифровых системах передачи формируется основной цифровой канал (ОЦК).

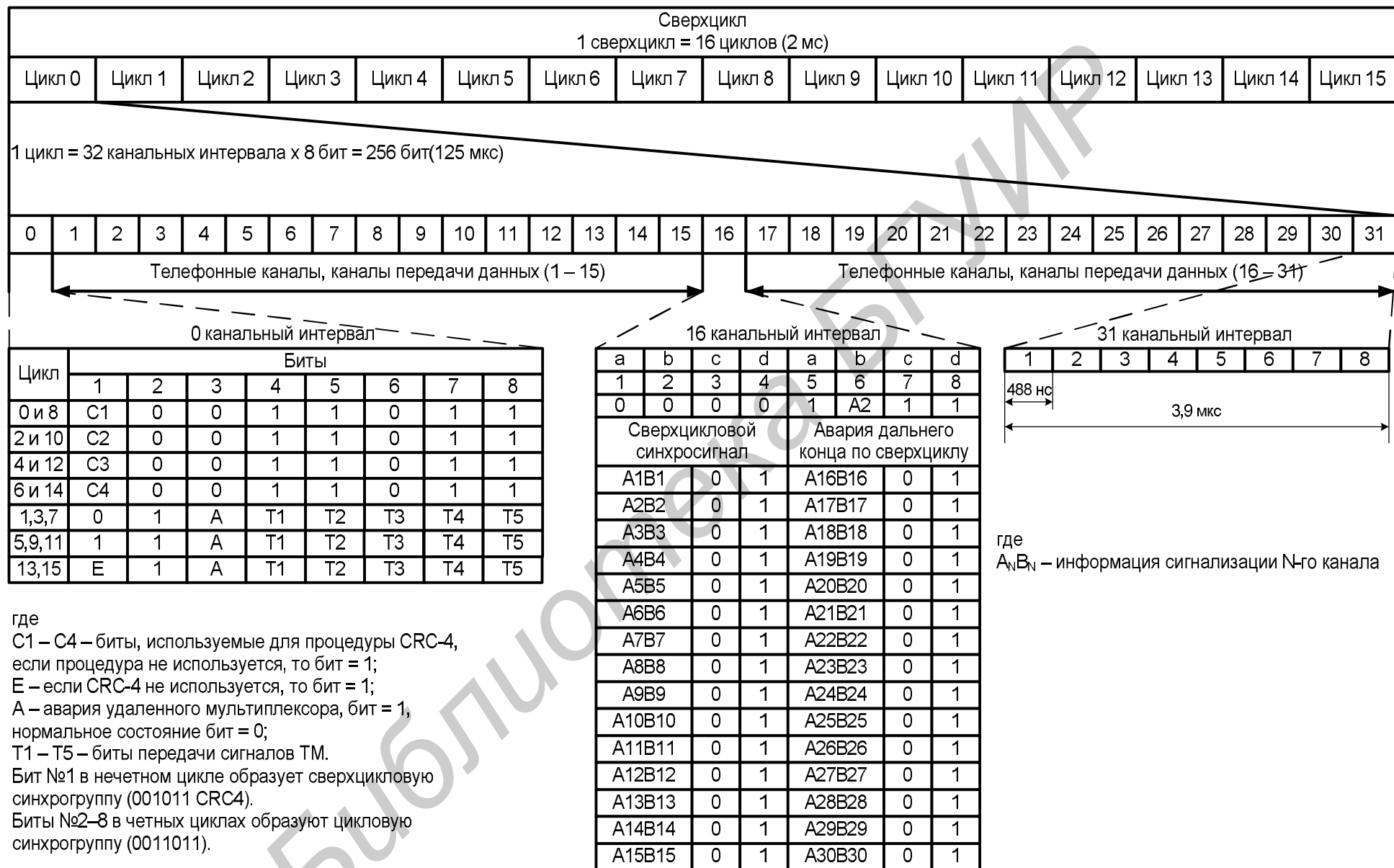
В направлении приема сигнал в ЛП декодируется, преобразуясь в квантованный, АИМ-сигнал с периодом следования отсчетов 125 мкс. С помощью фильтра низких частот (ФНЧ) с частотой среза 3,4 кГц выделяется низкочастотная составляющая спектра АИМ-сигнала, соответствующая с точностью до постоянного множителя спектру информационного речевого сигнала.

На выходе ПМ 30 сигналов основных цифровых каналов синхронно и побайтно объединяются в один стандартный первичный цифровой сигнал со скоростью 2,048 Мбит/с. Структура цикла первичного цифрового сигнала показана на рисунке 2.3.

Согласно Рек. G.704 МСЭ-Т цикл первичного цифрового сигнала имеет длительность 125 мкс (равен периоду дискретизации) и содержит 32 канальных интервала (КИ), пронумерованных от 0 до 31. Длительность каждого канального интервала составляет $125/32 = 3,9$ мкс. Каждый КИ состоит из восьмиразрядных интервалов длительностью 488 нс.

Следующие друг за другом циклы делят на четные и нечетные. При этом КИ0 четных циклов содержит один служебный бит (РИ1) и следующий за ним семибитный цикловой синхросигнал (ЦСС). КИ0 нечетных циклов содержит один служебный бит (РИ1), проверочный бит цикловой синхронизации (РИ2), бит аварийного извещения удаленной стороны (РИ3), служебные биты (РИ5 – РИ8). Первый разряд КИ0 используется для организации процедуры мониторинга параметров качества первичного цифрового сигнала CRC-4.

Структура цикла первичного цифрового сигнала может быть организована двумя способами. В первом случае для передачи сигналов управления и взаимодействия (СУВ) используется КИ16, и такая структура цикла получила название ИКМ-30. Во втором случае СУВ передаются с использованием общеканальной сигнализации №7 (ОКС №7), и в КИ16 организуется передача еще одного информационного канала, такая структура цикла получила название ИКМ-31.



где
C1 – C4 – биты, используемые для процедуры CRC-4, если процедура не используется, то бит = 1;
E – если CRC-4 не используется, то бит = 1;
A – авария удаленного мультимплексора, бит = 1, нормальное состояние бит = 0;
T1 – T5 – биты передачи сигналов ТМ.
Бит №1 в нечетном цикле образует сверхцикловую синхрогруппу (001011 CRC4).
Биты №2–8 в четных циклах образуют цикловую синхрогруппу (0011011).

Рисунок 2.3. – Структура цикла сигнала E1

Для передачи СУВ (структура цикла ИКМ-30) формируется сверхцикл, состоящий из 16 последовательных циклов, пронумерованных от 0 до 15.

Биты 1 – 4 КИ16 цикла Ц0 содержат синхросигнал сверхцикловой синхронизации (СЦСС), 5-й бит – служебный, 6-й – бит аварийного извещения удаленной стороны, 7-й и 8-й – служебные биты.

КИ1 – КИ15 и КИ17 – КИ31 переносят служебную информацию каналов 1 – 15 и 16 – 30 соответственно. КИ16 цикла Ц1 содержит в первых четырех битах СУВ первого канала, в битах 5 – 8 – СУВ шестнадцатого канала, КИ16 цикла Ц2 содержит в первых четырех битах СУВ второго канала, в битах 5 – 8 – СУВ семнадцатого канала и т. д.

Отметим здесь полезную с точки зрения способа реализации коммутатора деталь. КИ16 любого (кроме нулевого) цикла содержит СУВ, соответствующие информации, размещаемой в канальных интервалах, двоичные номера которых отличаются на единицу в старшем разряде. При этом номер КИ, которому соответствуют СУВ первого полубайта данного КИ16, равен номеру цикла, в котором он расположен. Например, КИ16 цикла Ц5 содержит СУВ, относящиеся к КИ5 и КИ21, номера которых в двоичной форме представляются как «00101» и «10101» соответственно.

Первичные цифровые потоки далее поступают на кросс-коннектор КК ОЦК, который может осуществлять коммутацию как первичных потоков, так и их составляющих – основных цифровых каналов. Кроме того, кросс-коннектор обычно может обеспечивать конференц-связь и многоточечное соединение абонентов. Кросс-коннектор поддерживает различные способы передачи сигналов взаимодействия и управления.

Современные ПМ выполняют не только функции формирования первичного цифрового сигнала со скоростью 2,048 Мбит/с (Е1), но и функции кросс-коммутации, осуществляя коммутацию основных цифровых каналов между N сигналами Е1. В современных ПМ достигается значение $N = 32$.

Типовая структурная схема ПМ представлена на рисунке 2.4. В его состав входят: центральный блок, платы портов 2 Мбит/с (ПП), блок интерфейсов управления и системная шина.

Основное назначение центрального блока – коммутация сигналов, подготовленных портами 2 Мбит/с и переданных на коммутационную матрицу блока по системной шине. Кроме этого, центральный блок имеет в своем составе генераторное оборудование (ГО), обеспечивающее необходимыми сигналами все системы ПМ. Генераторное оборудование может быть синхронизировано от внутреннего генератора, от внешнего источника и от сигнала, выделенного из потока 2 Мбит/с. Синхросигнал от генераторного оборудования выводится на внешний выход. Кроме интерфейса синхросигнала центральный блок имеет обычно внешние интерфейсы для передачи сервисной информации. Во-первых, это интерфейс встроенного канала управления (ВКУ), для которого занимается один из информационных ОЦК. Во-вторых, это интерфейсы каналов, организуемых на тех позициях циклов первичных потоков, которые предназначены для передачи извещения о срочной и отложенной авариях. В-третьих, это ин-

терфейсы каналов, образуемых на позициях цикла, зарезервированных для нужд национальной сети. Обычно в состав центрального блока входит также блок питания. Как правило, с целью повышения надежности центральный блок дублируется (100 % «горячий» резерв).

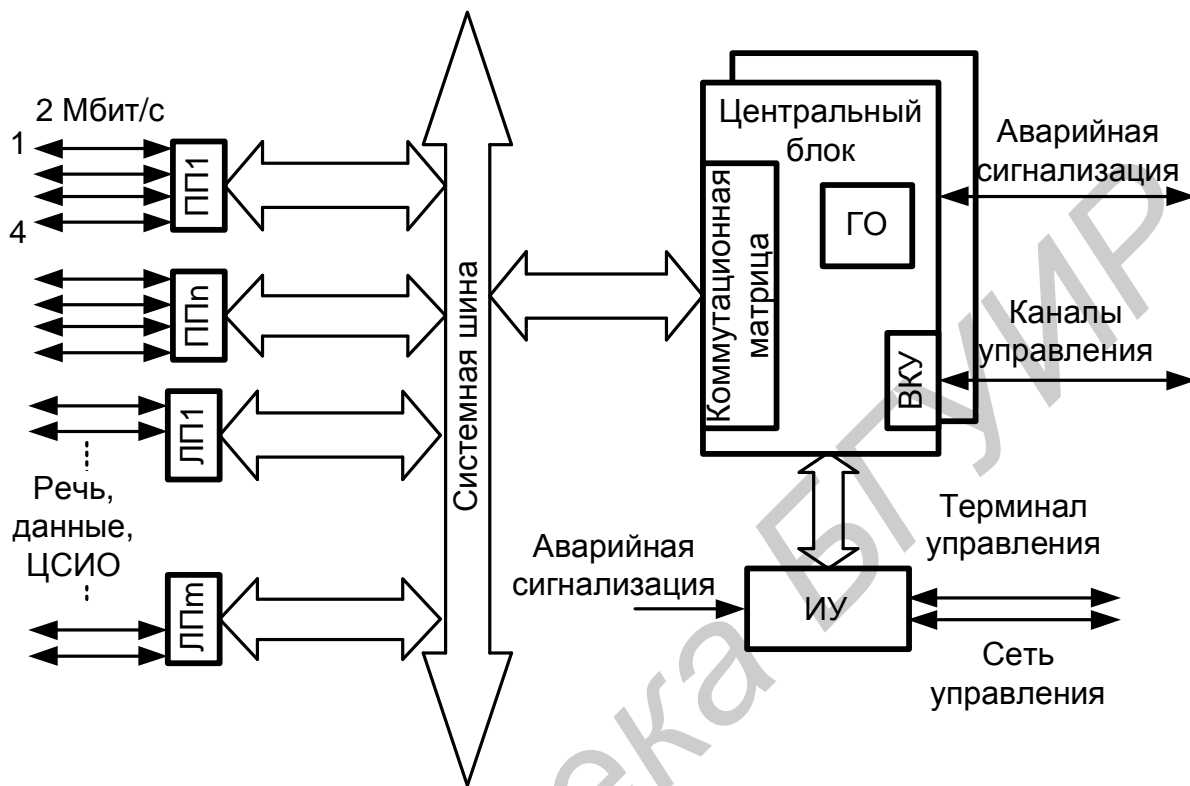


Рисунок 2.4 – Структурная схема первичного мультиплексора

Помимо системной шины, в состав ПМ входит также шина контроля, через которую центральный блок связан с блоком поддержки интерфейсов управления (ИУ). Блок ИУ обеспечивает связь кросс-коннектора с внешней сетью управления телекоммуникациями TMN. К блоку ИУ подключается также терминал оператора.

Процессор, который установлен в центральном блоке, контролирует работу всех блоков кросс-коннектора, выводит аварийные сигналы и регистрирует параметры качества принимаемых сигналов.

Каждая плата портов ПП может содержать несколько портов трактов 2 Мбит/с. Каждый порт обеспечивает все основные функции, обеспечивающие параметры стандартного интерфейса (точки стыка) первичного цифрового тракта. К этим функциям относятся:

- преобразование кода сигнала из двоичного NRZ в линейный и обратно;
- выделение тактовых сигналов из линейного сигнала;
- цикловая и сверхцикловая (при необходимости) синхронизация;
- контроль появления ошибок методом CRC-4.

Универсальность («гибкость») ПМ обусловлена его модульной конструкцией и широким набором линейных плат, который позволяет поддерживать не-

сколько десятков различных абонентских интерфейсов. Список интерфейсов включает интерфейсы аналоговых абонентских установок, интерфейсы синхронной и асинхронной передачи дискретной информации в основном цифровом канале, каналов со скоростями $64 \times n$ кбит/с, интерфейсы базового и основного доступа узкополосных цифровых сетей интегрального обслуживания и другие. Помимо широкого набора интерфейсов абонентского доступа универсальность ПМ обеспечивается также возможностями центрального блока.

Для передачи первичных цифровых потоков мультиплексоры снабжаются оборудованием подключения линий связи различного типа. Линии могут быть выполнены как на кабеле с медными жилами, так и на кабеле с оптическими волокнами. В первом случае оборудование подключения линий предусматривает подачу дистанционного питания на необслуживаемые регенерационные пункты.

При использовании оптических кабелей применяются интерфейсы, обеспечивающие работу как по многомодовым, так и одномодовым волокнам, предусматривается возможность работы в окнах прозрачности 1310 и 1550 нм.

Универсальная система первичного мультиплексирования управляется посредством сети управления, которая может иметь выход на сеть управления телекоммуникациями TMN. Для управления работой системы ее компоненты разделены на индивидуальные сетевые элементы – логические блоки. Сеть управления имеет однородную базовую структуру и содержит последовательную шину данных, к которой можно подключить до нескольких десятков сетевых элементов. Для данной шины один из сетевых элементов назначается ведущим (концентратором). Используя каскадное соединение концентраторов, всю сеть управления можно реализовать в виде многоуровневой иерархической структуры с «вертикальной» передачей управляющего трафика.

Центральный блок образует интерфейс между линейными платами и портами первичных цифровых потоков 2 Мбит/с. При этом мультиплексор может быть сконфигурирован как оконечный (терминальный) или как мультиплексор ввода-вывода. На рисунке 2.5, а показан вариант организации связи посредством использования двух первичных мультиплексоров как терминальных (ТПМ). Так как мультиплексоры имеют обычно два интерфейса первичных цифровых трактов, возможна передача одного первичного потока со 100 %-ным «горячим» резервом или передача двух потоков 2 Мбит/с.

Использование мультиплексора в конфигурации мультиплексора ввода-вывода ПМВВ (рис. 2.5, б) позволяет выделять и вводить абонентские сигналы из первичного потока. Кроме этого, в конфигурации ПМВВ возможна организация конференц-связи и многоточечного соединения.

На рисунке 2.5, в приведен пример организации разветвленной сетевой структуры с использованием первичных мультиплексоров. Такие сети могут являться сетями доступа для телекоммуникационных сетей синхронной цифровой иерархии.

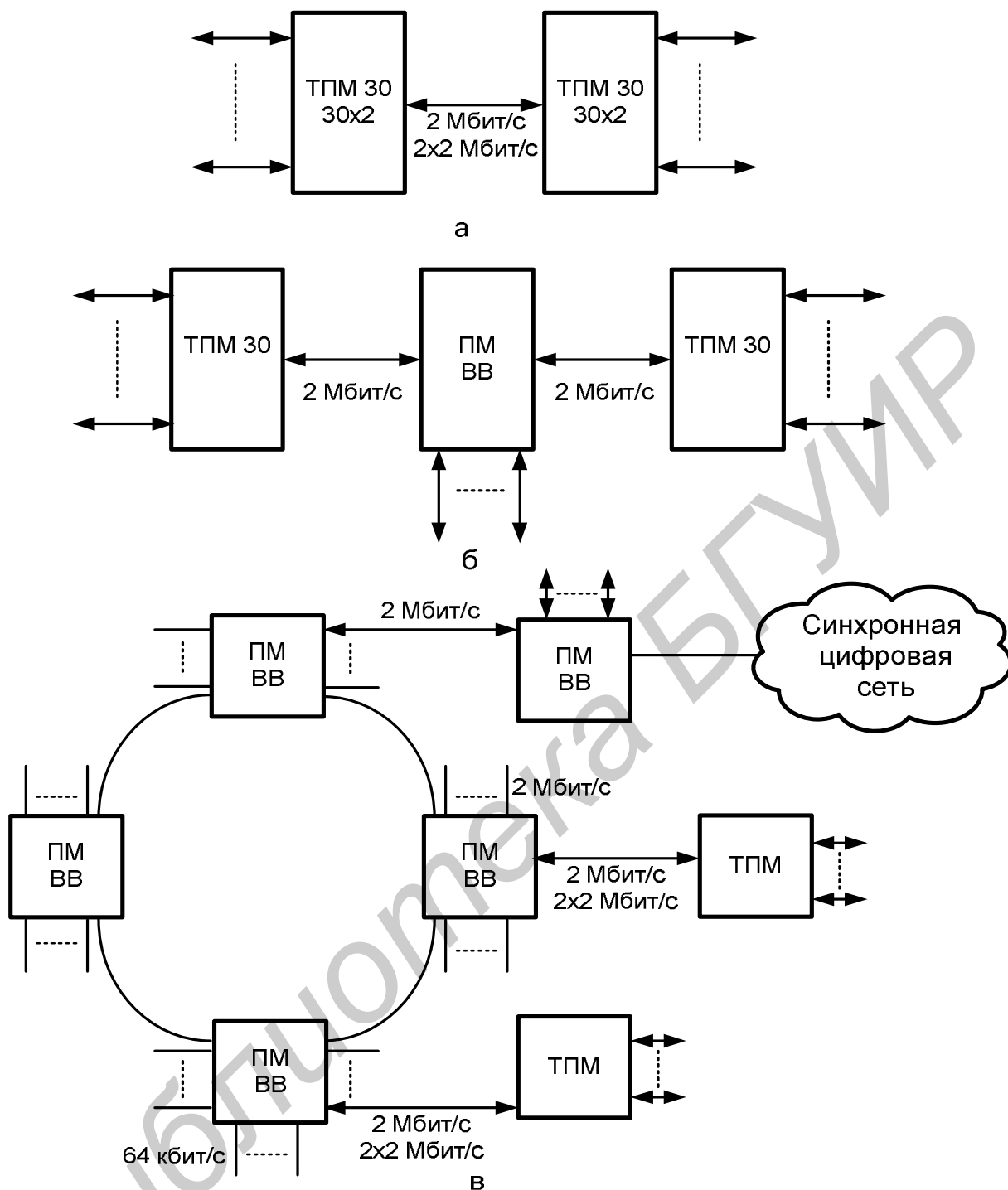


Рисунок 2.5. – Примеры применения универсальной системы первичного мультиплексирования:

а – соединение терминальных первичных мультиплексоров; б – соединение с мультиплексором ввода-вывода; в – кольцевое соединение с кросс-коннекторами

Описание лабораторного стенда

В состав лабораторного стенда входит три первичных мультиплексора АГМ-32, прибор АФК-3, являющийся источником детерминированного структурированного сигнала со скоростью 2,048 Мбит/с и анализатором этого же сигнала, и персональный компьютер, с помощью которого осуществляется непосредственное и дистанционное управление первичными мультиплексорами (рисунок 2.6).

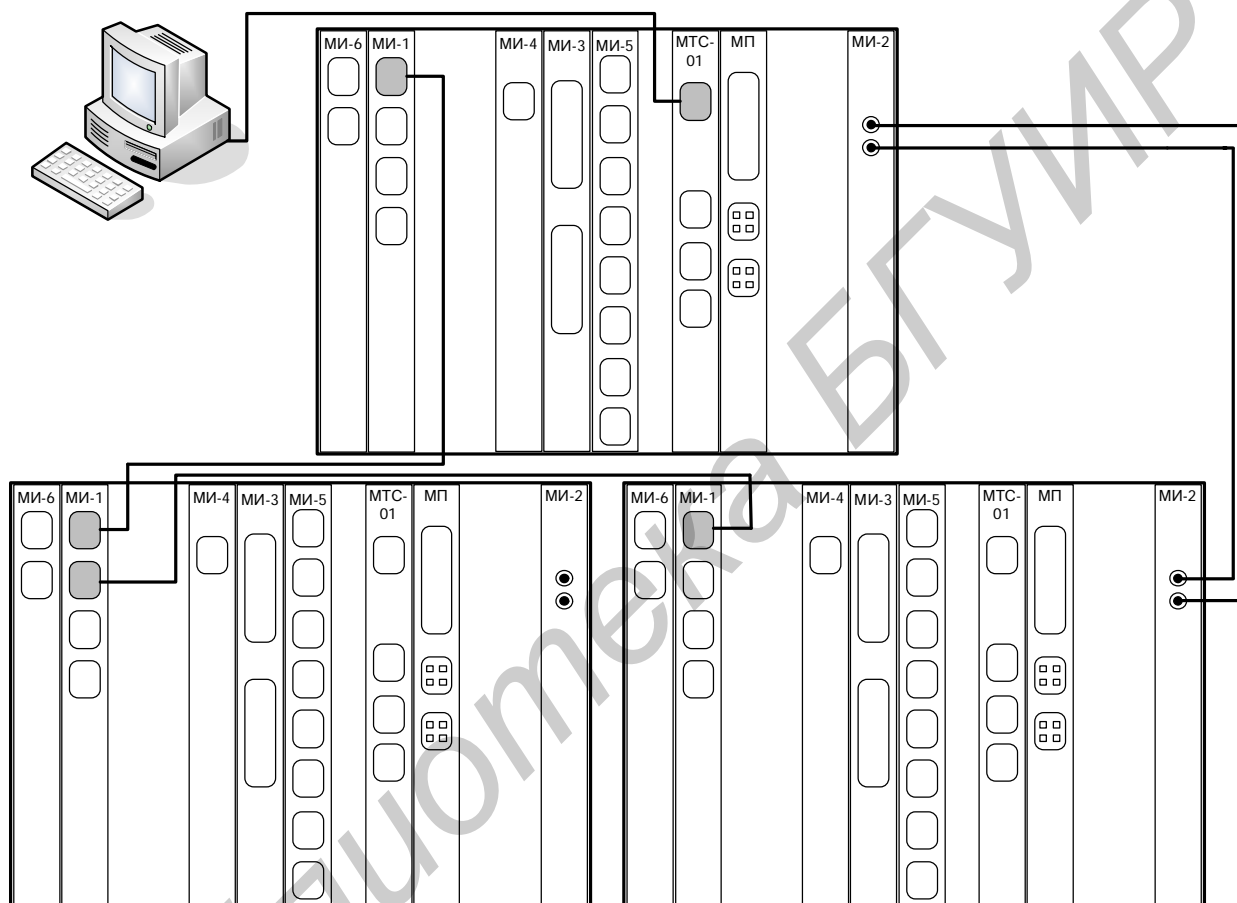


Рисунок 2.6 – Структурная схема лабораторного макета

АГМ-32 – гибкий первичный мультиплексор с функцией кросс-коммутации и широким набором цифровых (G.703/G.704, V.35/V.28, V.36/V.11, X.21/V.11, V.24/V.28, Ethernet 10BASE-T) и аналоговых интерфейсов (2/4-проводный канал ТЧ (E&M), прямые абонентские линии FXO/FXS, входящие/исходящие соединительные линии SLO/SLI). Аппаратура предназначена для мультиплексирования цифровых и аналоговых сигналов и соответствующих им сигналов управления и взаимодействия пользовательских интерфейсов в выбранные каналные интервалы любого из 32 формируемых аппаратурой первичных групповых цифровых потоков, а также для коммутации каналных интервалов этих потоков.

Аппаратура АГМ-32 может применяться в сельских, городских, ведомственных, внутризональных сетях связи, а также в сетях оперативно-технологической связи в качестве:

- оконечного мультиплексора;
- мультиплексора ввода-вывода;
- кросс-коннектора.

В режиме оконечного мультиплексора АГМ-32 обеспечивает мультиплексирование до 90 аналоговых каналов или до 144 каналов передачи данных. Платы аналоговых канальных интерфейсов обеспечивают подключение абонентских телефонных аппаратов, телефонных каналов связи между АТС. Платы передачи данных обеспечивают скорость передачи данных до 57,6 кбит/с в асинхронном режиме и $n \times 64$ кбит/с в синхронном режиме.

В режиме мультиплексора ввода-вывода АГМ-32 использует до 32-х портов потока Е1. Мультиплексор имеет возможность ввода-вывода любых телефонных каналов в количестве до 85 с соответствующими сигнальными каналами (CAS) или каналов передачи данных до 136 из любых потоков Е1.

АГМ-32 обеспечивает кросс-коммутацию сигналов 64 кбит/с и $n \times 64$ кбит/с между канальными интервалами первичных цифровых потоков 2048 кбит/с, количество которых в зависимости от комплектации может составлять от 4 до 32. В любой конфигурации АГМ обеспечивает кросс-коммутацию с коэффициентом блокирования, равным нулю.

АГМ обеспечивает кросс-коммутацию двунаправленных сигналов 64 кбит/с и $n \times 64$ кбит/с, сохраняя при этом неразрывность передачи октетов и не нарушая порядка их следования.

АГМ обеспечивает упаковку входного сигнала $n \times 64$ кбит/с в произвольно выбранные оператором свободные канальные интервалы выходного потока 2048 кбит/с, в том числе и в общепринятом порядке, занимая их последовательно с КИ1 по КИ31.

АГМ обеспечивает размещение входных сигналов радиовещания 6×64 кбит/с (384 кбит/с) в произвольно выбранные оператором свободные канальные интервалы выходного потока 2,048 Мбит/с, в том числе и в общепринятом порядке согласно таблице 2.1.

Таблица 2.1

Каналы 384 кбит/с	А	В	С	Д	Е
Канальные интервалы потока 2048 кбит/с	1–2–3 17–18–19	4–5–6 20–21–22	7–8–9 23–24–25	10–11–12 26–27–28	13–14–15 29–30–31

Одновременно с кросс-коммутацией сигналов 64 кбит/с АГМ обеспечивает соответствующую кросс-коммутацию связанных с ними битов a, b, c, d сигналов управления и взаимодействия, передаваемых в 16-канальном интервале, сохраняя при этом неразрывность их передачи abcd.

Для сигналов 64 кбит/с и $n \times 64$ кбит/с обеспечивается величина задержки распространения не более 600 мкс.

Для сигналов управления и взаимодействия (CAS), передаваемых в 16-канальном интервале (TS16), АГМ обеспечивает величину задержки распространения не более 7 мс.

АГМ-32 может синхронизироваться от ряда источников:

- от внешнего генератора синхросигнала;
- от внутреннего генератора;
- от одного из трех выбранных входящих потоков 2,048 Мбит/с.

Выбор источника синхронизации производится автоматически в соответствии с заданными при конфигурации оборудования приоритетами.

Предусмотрен режим «holdover» (удержание последнего значения частоты внешнего синхросигнала) для обеспечения безотказной работы мультиплексора при аварии сетевого источника синхронизации. В режиме «holdover» относительный уход частоты генератора за год не превышает $4,6 \cdot 10^{-6}$.

Управление оборудованием АГМ-32 может быть организовано:

- локально с помощью терминала VT-100;
- дистанционно с помощью специализированного программного обеспечения АГМ-32 на платформе Windows PC (Telnet, SNMP).

При использовании ПО обеспечивается возможность как локального, так и удаленного управления оборудованием через выделенный в потоке E1 канальный интервал 64 кбит/с (блок поддерживает до восьми каналов телеметрии) или по сети Internet. С персонального компьютера (на котором установлено ПО), подключенного через интерфейс к одному из мультиплексоров АГМ-32, можно управлять любым мультиплексором в сети. При этом каждому мультиплексору присваивается свой IP-адрес.

Модульная архитектура АГМ-32 позволяет комплектовать мультиплексор лишь необходимыми платами, обеспечивая тем самым оптимальные материальные затраты при удовлетворении всех потребностей. Состав оборудования может быть произвольным, однако с учетом конструктивных ограничений он должен соответствовать набору модульных плат, приведенному в таблице 2.2. В корзине оборудования гибкого мультиплексирования может быть установлено не более 20 плат, при этом обязательными являются платы МП и МТС.

Каждая плата в корзине устанавливается в определенную позицию (card), нумерация позиций в корзине начинается с первой (1). Каждая плата модульного интерфейса содержит порты (port), нумерация портов начинается с нуля.

Таблица 2.2

Наименование	Количество
Модуль питания МП-01	1
Модуль телеметрии и сигнализации МТС-01	1
Модуль интерфейсный МИ-1(4 порта первичного цифрового стыка 2,048 Мбит/с)	До 8 шт.
Модуль интерфейсный МИ-2 (один линейный оптический порт 2,048 Мбит/с)	До 8 шт.
Модуль интерфейсный МИ-3 (два порта V.35)	До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ-4 (один порт Ethernet 10BaseT)	До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ-5 (восемь портов сонаправленного стыка 64кбит/с)	До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ-6 (два 2/4-проводных канала ТЧ с цепями передачи сигнализации E&M типа V)	До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ-11М (четыре порта стыка FXO с возможностью передачи индукторного вызова по цепи телефона/микрофона для подключения 4-проводных абонентских линий)	До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ-12М (четыре порта стыка FXS с возможностью передачи индукторного вызова по цепи телефона/микрофона для подключения 4-проводных абонентских линий)	До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ-15 (пять портов 2/4-проводных каналов ТЧ)	До 18 шт.
Модуль интерфейсный МИ-16 (четыре порта 10-проводных интерфейсов каналов дальней связи для подключения коммутатора П-209)	До 18 шт.

Общая структурная схема платы модуля интерфейсного МИ-хх (хх – в данном случае соответствует номеру интерфейсного модуля) представлена на рисунке 2.7. МИ-хх обязательно содержит несколько портов для подключения оборудования пользователей или линий связи по соответствующему интерфейсу.

После укомплектования блока АГМ-32 необходимым набором интерфейсных модулей с помощью терминала управления за каждым задействованным портом закрепляется номер одного из 32 внутренних виртуальных потоков 2048 кбит/с, передаваемых по шине данных коммутатора, а также в зависимости от интерфейса порта до 32 номеров канальных интервалов этого потока. Эти номера выполняют роль адресов канальных интервалов входящего и исходящего направлений данного порта и сохраняются в памяти адресов карты вставки/выделения данного порта на плате модуля. Кроме того, каждому адресу исходящего канального интервала порта ставится в соответствие адрес каналь-

ного интервала – источника, в качестве которого выбирается номер канального интервала входящего направления порта, с которым необходимо связать конфигурируемый порт. Эти номера сохраняются в памяти адресов источников карты вставки/выделения для данного порта. Данные, принятые входящими портами, записываются в свою буферную память. На каждом модуле схема управления шиной, синхронизированная тактовым, цикловым и сверхцикловым сигналами, полученными от МТС-01 по шине синхронизации, отсчитывает номер текущего канального интервала текущего внутреннего потока. При его совпадении с адресом канального интервала, записанного в памяти карты вставки/выделения какого-либо порта, последний формирует свой исходящий канальный интервал. При этом содержимое памяти адресов источников карты вставки/выделения данного порта, соответствующее текущему канальному интервалу, выставляется на шину адреса коммутатора, формируя запрос чтения данных из буферной памяти того порта, в памяти адресов которого содержится запрашиваемый адрес. Порт, обнаруживший совпадение одного из собственных адресов с адресом запроса, выставляет принятые (входящие в блок) данные вместе с сопровождающими их СУВ на шину данных коммутатора. Данные и СУВ забираются с шины модулем, сформировавшим запрос, и через соответствующий исходящий порт отправляются в направлении передачи блока.

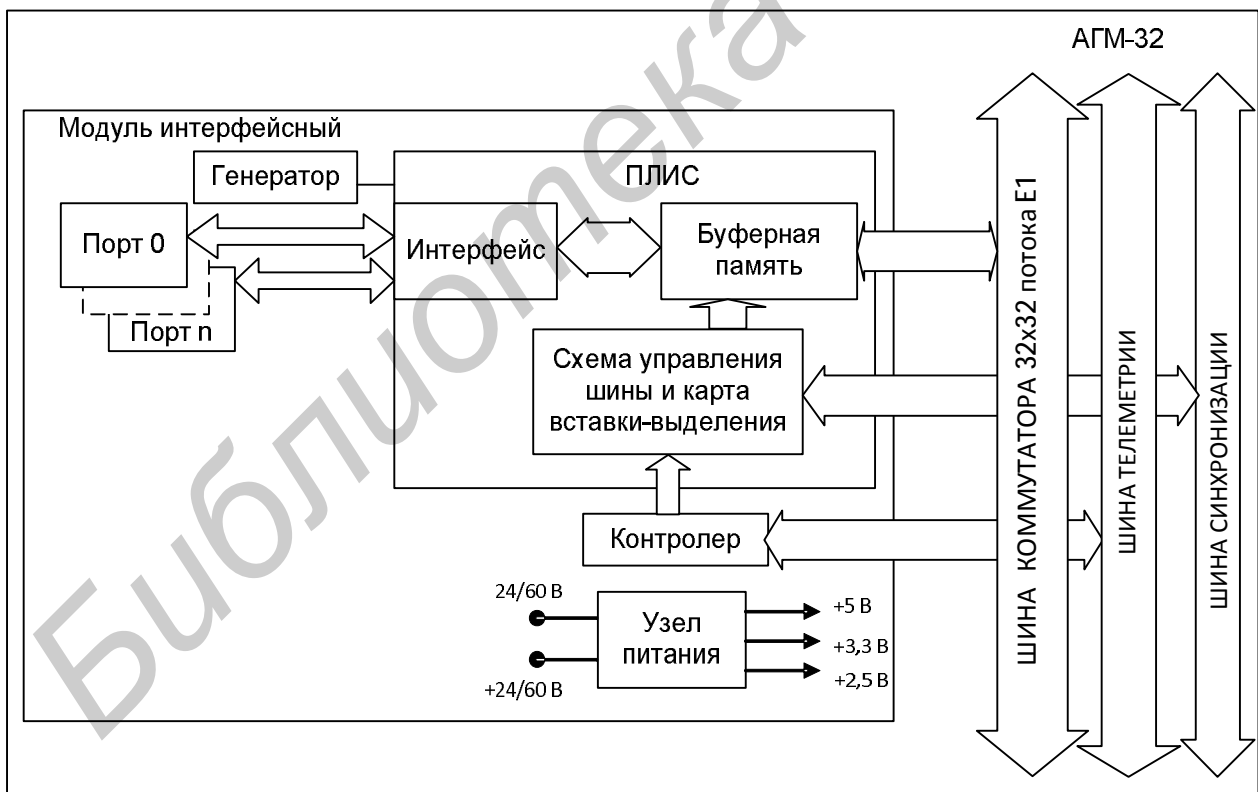


Рисунок 2.7 – Структурная схема интерфейсного модуля

Порядок выполнения работы

1 Определить длительность разрядного и канального интервалов.

Для этого подключить выход генератора-анализатора первичного сетевого стыка АФК-3 к осциллографу Tektronix TDS 2012B с помощью кабеля с согласованной нагрузкой 120 Ом.

Включить АФК-3. После загрузки прибора в окне «Генератор» (рисунок 2.8) установить линейный код АМІ и нажать «Формир. потока».

В появившемся окне «Формирование потока» (рисунок 2.9) нажать кнопку «Установки».

Во всех полях окна «Установки» (рисунок 2.10) выставить значения «0», нажать кнопку «Назад».

В окне «Установки» приняты следующие обозначения (сокращения):

- TS – информация, передаваемая в речевых КИ всех циклов;
- FAS – информация, передаваемая в КИ0 циклов, содержащих синхросигнал цикловой синхронизации;
- NFAS – информация, передаваемая в КИ0 циклов, не содержащих синхросигнала цикловой синхронизации;
- MFAS – информация, передаваемая в КИ16 циклов, содержащих синхросигнал сверхцикловой синхронизации;
- abcd – информация, передаваемая в общих тетрадах КИ16 циклов, не содержащих синхросигнала сверхцикловой синхронизации;

В окне «Формирование потока» нажать «Ввод информации».

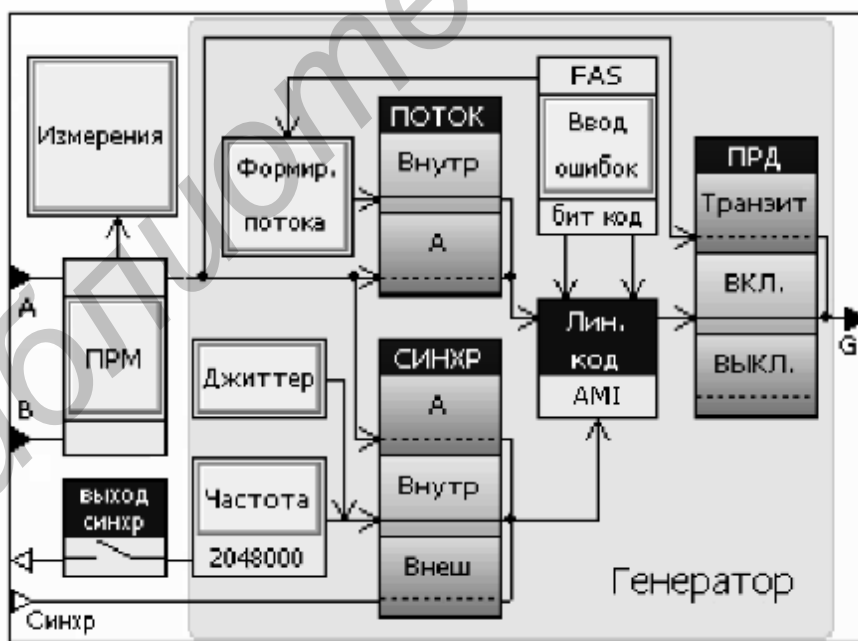


Рисунок 2.8 – Структурная схема АФК-3



Рисунок 2.9 – Окно «Формирование потока»

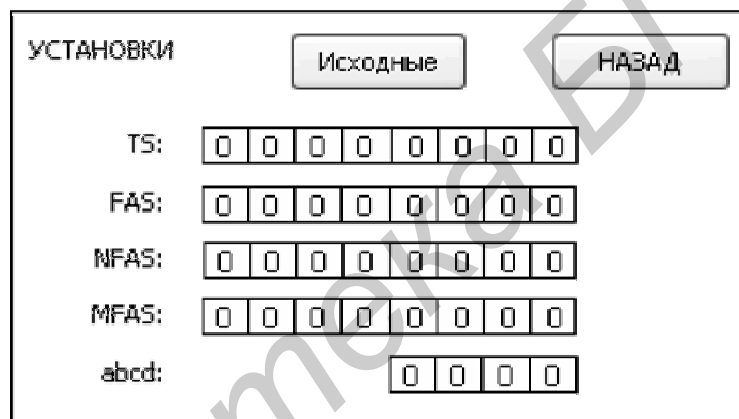


Рисунок 2.10 – Окно «Установки»

В появившемся окне «Ввод информации» (рисунок 2.11) в списке «Вводимая информация» выбрать «const». Использовать следующее заполнение для «const»: 11000000. Нажать кнопку «КИ».

В появившемся окне «Выбор канального интервала» нажать кнопку «Выбрать все» (рисунок 2.12), вернуться назад и нажать кнопку «Цикл».

В появившемся окне «Выбор цикла» нажать кнопку «Выбрать все» (рисунок 2.13).

Указанные настройки позволяют во всех КИ всех циклов сигнала Е1 передавать кодовую последовательность «11000000».

ВВОД ИНФОРМАЦИИ НАЗАД

Вводимая информация

const

const : 1 0 0 0 0 0 0 0 0

слово 16р. :

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

ВЫБОР

КИ ЦИКЛ

Рисунок 2.11 – Окно «Ввод информации»

ВЫБОР КАНАЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА НАЗАД

00	01	02	03	04	05	06	07
08	09	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	31

Выбрать все Снять выделение

Рисунок 2.12 – Окно «Выбор канального интервала»

ВЫБОР ЦИКЛА НАЗАД

00	01	02	03	04	05	06	07
08	09	10	11	12	13	14	15

Выбрать все Снять выделение

Рисунок 2.13 – Окно «Выбор цикла»

Включить осциллограф. После его загрузки нажать кнопку «АВТОУСТ». После того как автоматическая настройка закончится, нажать «ОДИНОЧН. ЗАПУСК». Картинка экрана осциллографа представлена на рисунке 2.14. Ручкой «СЕК/ДЕЛ» увеличить развертку до необходимого значения.

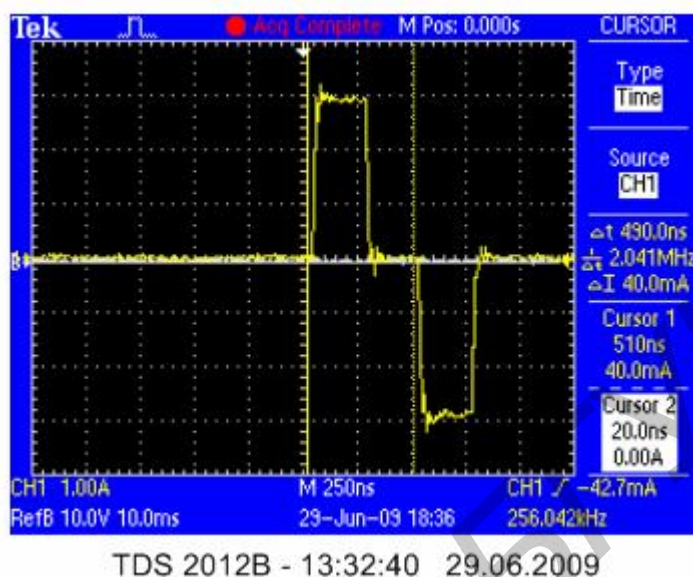


Рисунок 2.14 – Примерный вид экрана осциллографа

Нажать кнопку «CURSOR», в поле «Type» установить в значение «Time», в «Source» установить значение «CH1». С помощью универсальной ручки поместить вертикальные линии на передние фронты соседних импульсов. Сохранить изображение на персональном компьютере: запустить «OpenChoice Desktop», нажать «Select Instrument», выбрать «USB0:1689...», нажать «OK», «Get Screen», «Save As».

Отметить длительность и период следования разрядных и канальных интервалов. Сделать вывод о соответствии структуре цикла сигнала Е1.

2 Определить длительность цикла первичного цифрового сигнала.

Для этого в состав сигнала на выходе АФК-3 ввести цикловой синхросигнал: в окне «Выбор канального интервала» нажать «Снять выделение», в окне «Установки» нажать кнопку «Исходные», поле «TS» заполнить кодовой комбинацией «11000000».

Подстраивая синхронизацию, получить осциллограмму в масштабе цикла. Зарисовать осциллограмму сигнала в масштабе цикла. Определить начало и конец цикла, измерить длительность цикла, указать четность цикла, указать КИ16. Сохранить изображение (см. пункт 1).

3 Подключить выход генератора АФК-3 к плате МИ-1, порт P1 АГМ-32, а к порту P0 МИ-5 – осциллограф (использовать согласованную нагрузку 120 Ом) согласно рисунку 2.15. В АФК-3 в окне «Установки» нажать кнопку «Исходные». Установить в канальном интервале КИЗ потока Е1 кодовую комбинацию 10010111.

Для того чтобы эту кодовую комбинацию можно было наблюдать на выходе порта P0 платы МИ-5, необходимо создать соединение между соответствующими портами.

Для этого следует включить АГМ-32, загрузить компьютер, открыть программу «HyperTerminal» по цепочке «Пуск → Все программы → Стандартные → → Связь → HyperTerminal», в появившемся окне «Новое подключение» нажать «Отмена», затем в главном меню выбрать «Файл → Открыть».

Открыть соединение «agm_91.ht», затем нажать «CTRL+Q» – откроется окно «Состав блока» (рисунок 2.16).

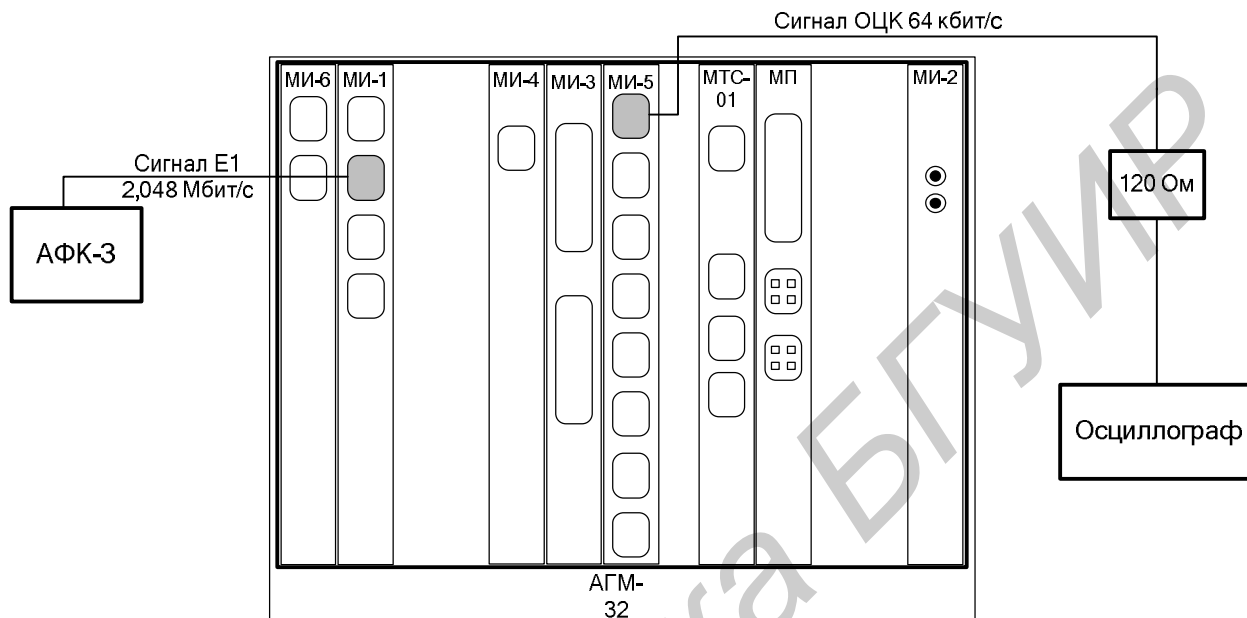


Рисунок 2.15 – Структурная схема включения оборудования при исследовании ОЦК

```

===== AGM - 32 VER2.1 ===== Copyright OCTET-KB 2004==
Time 09.02.09 11:08:44
Temperature -0.0 C
PRIMARY MULTIPLEXER
=====
Card   Type (mismatch)  State      Card   Type (mismatch)  State
-----
 1     no
 2     no
 3     no
 4     MI-6
 5     MI-1            norm
 6     no              alarm URG
 7     MI-4            norm
 8     MI-3            norm
 9     MI-5            alarm URG
10     no
11     MTS-01         norm
12     no
13     no
14     no
15     no
16     no
17     no
18     no
19     no
20     MI-2
21     no              norm
=====
Cross connect
History
Stdbby Copy Save
R:refresh S:service T:time N:network Z:z-modem
-><-:select Enter:continue
  
```

Поле заголовков

Текущая ячейка диалога

Поле подсказки

Поле конфигурации

Поле сообщений

Рисунок 2.16 – Окно диалога «Состав блока»

Для инициализации диалога «Конфигурация карты вставки/выделения» необходимо в окне «Состав блока» (см. рисунок 2.16) нажать клавишу «С» (подсказка «Cross Connect»). Откроется окно диалога «Конфигурация карты вставки выделения», в котором производились последние записи (рисунок 2.17).

```

===== AGM - 32 VER2.1 =====Copyright OCTET-KB 2004=====
TribOut  23
TS        Card-Port Trib TS          TS          Card-Port Trib TS
-----
23-0      xx-xx  xx  xx          23-16       xx-xx  xx  xx
23-1      xx-xx  xx  xx          23-17       xx-xx  xx  xx
23-2      xx-xx  xx  xx          23-18       xx-xx  xx  xx
23-3      xx-xx  xx  xx          23-19       xx-xx  xx  xx
23-4      xx-xx  xx  xx          23-20       xx-xx  xx  xx
23-5      xx-xx  xx  xx          23-21       xx-xx  xx  xx
23-6      xx-xx  xx  xx          23-22       xx-xx  xx  xx
23-7      xx-xx  xx  xx          23-23       xx-xx  xx  xx
23-8      xx-xx  xx  xx          23-24       xx-xx  xx  xx
23-9      xx-xx  xx  xx          23-25       xx-xx  xx  xx
23-10     xx-xx  xx  xx          23-26       xx-xx  xx  xx
23-11     xx-xx  xx  xx          23-27       xx-xx  xx  xx
23-12     xx-xx  xx  xx          23-28       xx-xx  xx  xx
23-13     xx-xx  xx  xx          23-29       xx-xx  xx  xx
23-14     xx-xx  xx  xx          23-30       xx-xx  xx  xx
23-15     xx-xx  xx  xx          23-31       xx-xx  xx  xx
=====
-><-:select Enter:continue Esc:exit
=====

```

Рисунок 2.17 – Диалоговое окно «Конфигурация карты вставки/выделения»

Окно «Конфигурация карты вставки/выделения» разделено по вертикали на две части по 4 столбца в каждой. Каждая из 16 строк обеих частей образует конфигурационную ячейку, в которой отображается и редактируется одно из 32 однонаправленных соединений, использующих текущий виртуальный поток, номер которого указан в позиции «TribOut». Начало каждой строки под заголовком «TS» (1-й и 5-й столбцы окна) обозначено числом, состоящим из номера текущего виртуального потока и через дефис номера КИ этого потока. Это число не редактируется, оно используется в процессе коммутации для адресации данных выбранного модуля, порта и КИ этого порта, для чего в позицию строки под заголовком «Card-Port» последовательно записываются позиция модуля и номер порта, которым и присваивается текущий виртуальный адрес. При этом для модуля МИ1, порты которого формируют первичные цифровые потоки 2048 кбит/с с цикловой структурой в соответствии с Рекомендацией ИТУ-T G.704, присвоенный номер виртуального КИ будет соответствовать физическому номеру КИ в обрабатываемом портом потоке. Таким образом, каждому используемому КИ физического потока конкретного модуля и конкретного порта назначается собственный адрес. Он сохраняется в памяти адресов карты вставки/выделения модуля, указанного в позиции «Card-Port».

Чтобы установить двунаправленное соединение между канальным интервалом КИЗ порта Р1 модуля МИ-1, установленного в позицию (card) 5, и портом Р0 модуля МИ-6, установленного в позицию 4, необходимо выполнить следующие действия:

а) открыть окно диалога того виртуального потока, в котором имеются свободные ячейки, например окно «0». Для этого перевести курсор в ячейку «TribOut» (рисунок 2.18). Нажать «Enter», в поле подсказки откроется расширенный диалог выбора окна, в котором с помощью цифровых клавиш изменить текущее значение на 0 (рисунок 2.19).

```

===== AGM - 32 VER2.1 =====Copyright OCTET-KB 2004==
TribOut 23
TS      Card-Port Trib TS      TS      Card-Port Trib TS
-----
23-0    xx-xx  xx  xx      23-16   xx-xx  xx  xx
23-1    xx-xx  xx  xx      23-17   xx-xx  xx  xx
23-2    xx-xx  xx  xx      23-18   xx-xx  xx  xx
23-3    xx-xx  xx  xx      23-19   xx-xx  xx  xx
23-4    xx-xx  xx  xx      23-20   xx-xx  xx  xx
23-5    xx-xx  xx  xx      23-21   xx-xx  xx  xx
23-6    xx-xx  xx  xx      23-22   xx-xx  xx  xx
23-7    xx-xx  xx  xx      23-23   xx-xx  xx  xx
23-8    xx-xx  xx  xx      23-24   xx-xx  xx  xx
23-9    xx-xx  xx  xx      23-25   xx-xx  xx  xx
23-10   xx-xx  xx  xx      23-26   xx-xx  xx  xx
23-11   xx-xx  xx  xx      23-27   xx-xx  xx  xx
23-12   xx-xx  xx  xx      23-28   xx-xx  xx  xx
23-13   xx-xx  xx  xx      23-29   xx-xx  xx  xx
23-14   xx-xx  xx  xx      23-30   xx-xx  xx  xx
23-15   xx-xx  xx  xx      23-31   xx-xx  xx  xx
=====
-><-:select Enter:continue Esc:exit

```

Рисунок 2.18 – Вид окна при выборе виртуального потока «0»

```

===== AGM - 32 VER2.1 =====Copyright OCTET-KB 2004==
TribOut 23
TS      Card-Port Trib TS      TS      Card-Port Trib TS
-----
23-0    xx-xx  xx  xx      23-16   xx-xx  xx  xx
23-1    xx-xx  xx  xx      23-17   xx-xx  xx  xx
23-2    xx-xx  xx  xx      23-18   xx-xx  xx  xx
23-3    xx-xx  xx  xx      23-19   xx-xx  xx  xx
23-4    xx-xx  xx  xx      23-20   xx-xx  xx  xx
23-5    xx-xx  xx  xx      23-21   xx-xx  xx  xx
23-6    xx-xx  xx  xx      23-22   xx-xx  xx  xx
23-7    xx-xx  xx  xx      23-23   xx-xx  xx  xx
23-8    xx-xx  xx  xx      23-24   xx-xx  xx  xx
23-9    xx-xx  xx  xx      23-25   xx-xx  xx  xx
23-10   xx-xx  xx  xx      23-26   xx-xx  xx  xx
23-11   xx-xx  xx  xx      23-27   xx-xx  xx  xx
23-12   xx-xx  xx  xx      23-28   xx-xx  xx  xx
23-13   xx-xx  xx  xx      23-29   xx-xx  xx  xx
23-14   xx-xx  xx  xx      23-30   xx-xx  xx  xx
23-15   xx-xx  xx  xx      23-31   xx-xx  xx  xx
=====
0..9,-><-:value Enter:write Esc:exit

```

Рисунок 2.19 – Вид окна при изменении номера виртуального потока

Нажать «Enter», откроется окно виртуального потока «0»;

б) ввести параметры однонаправленного соединения для исходящего направления порта P1 модуля МИ-1 в позиции 5. Для этого перевести курсор в одну из свободных ячеек таблицы, учитывая при этом, что физический номер конфигурируемого КИ для портов с цикловой структурой по G.704 ITU-T модулей МИ-1 ав-

томатически будет совпадать с номером виртуального КИ выбранной ячейки. На рисунке 2.20 выбрана ячейка «0-3», так как генерируемый генератором АФК-3 код передается в КИЗ;

```

===== AGM - 32 VER2.1 =====Copyright OCTET-KB 2004=====
TribOut 0
TS      Card-Port Trib TS      TS      Card-Port Trib TS
-----
0-0     11-0     0  31      0-16     xx-xx    xx  xx
0-1     xx-xx    xx  xx      0-17     xx-xx    xx  xx
0-2     xx-xx    xx  xx      0-18     xx-xx    xx  xx
0-3     xx-xx    xx  xx      0-19     xx-xx    xx  xx
0-4     xx-xx    xx  xx      0-20     xx-xx    xx  xx
0-5     xx-xx    xx  xx      0-21     xx-xx    xx  xx
0-6     xx-xx    xx  xx      0-22     xx-xx    xx  xx
0-7     xx-xx    xx  xx      0-23     xx-xx    xx  xx
0-8     xx-xx    xx  xx      0-24     xx-xx    xx  xx
0-9     xx-xx    xx  xx      0-25     xx-xx    xx  xx
0-10    xx-xx    xx  xx      0-26     xx-xx    xx  xx
0-11    xx-xx    xx  xx      0-27     xx-xx    xx  xx
0-12    xx-xx    xx  xx      0-28     xx-xx    xx  xx
0-13    xx-xx    xx  xx      0-29     xx-xx    xx  xx
0-14    xx-xx    xx  xx      0-30     xx-xx    xx  xx
0-15    xx-xx    xx  xx      0-31     5-0     0  0
=====
-><-:select Enter:continue Esc:exit
=====

```

Рисунок 2.20 – Вид окна при выборе канального интервала

в) нажать «Enter», в поле подсказки откроется строка расширенного диалога текущей ячейки (рисунок 2.21). С помощью цифровых клавиш и клавиш перемещения «влево/вправо» последовательно ввести (рисунок 2.22):

- номер позиции платы МИ-1 – 5;
- номер порта – 1;
- виртуальный адрес КИ порта P0 модуля МИ-6 в позиции 4, например, 1 – 10 («Trib» – «TS»).

```

===== AGM - 32 VER2.1 =====Copyright OCTET-KB 2004=====
TribOut 0
TS      Card-Port Trib TS      TS      Card-Port Trib TS
-----
0-0     11-0     0  31      0-16     xx-xx    xx  xx
0-1     xx-xx    xx  xx      0-17     xx-xx    xx  xx
0-2     xx-xx    xx  xx      0-18     xx-xx    xx  xx
0-3     xx-xx    xx  xx      0-19     xx-xx    xx  xx
0-4     xx-xx    xx  xx      0-20     xx-xx    xx  xx
0-5     xx-xx    xx  xx      0-21     xx-xx    xx  xx
0-6     xx-xx    xx  xx      0-22     xx-xx    xx  xx
0-7     xx-xx    xx  xx      0-23     xx-xx    xx  xx
0-8     xx-xx    xx  xx      0-24     xx-xx    xx  xx
0-9     xx-xx    xx  xx      0-25     xx-xx    xx  xx
0-10    xx-xx    xx  xx      0-26     xx-xx    xx  xx
0-11    xx-xx    xx  xx      0-27     xx-xx    xx  xx
0-12    xx-xx    xx  xx      0-28     xx-xx    xx  xx
0-13    xx-xx    xx  xx      0-29     xx-xx    xx  xx
0-14    xx-xx    xx  xx      0-30     xx-xx    xx  xx
0-15    xx-xx    xx  xx      0-31     5-0     0  0
=====
0 0 0 0
0.9,-><-:value Enter:write Esc:exit
=====

```

Рисунок 2.21 – Открытие строки расширенного диалога текущей ячейки

Нажать «Enter» – введенные параметры переписутся в текущую строку таблицы (рисунок 2.23).

Проделанные действия означают, что сигнал, передаваемый в КИЗ потока E1, поступающего на вход порта P1 платы МИ-1, которому присвоен виртуальный номер «TribOut» 0, переписывается в КИ10 потока E1, которому присвоен виртуальный номер «TribOut» 1;

```

===== AGM - 32 VER2.1 =====Copyright OCTET-KB 2004==
TribOut 0
TS      Card-Port Trib TS
-----
0-0     11-0      0  31
0-1     xx-xx     xx xx
0-2     xx-xx     xx xx
0-3     xx-xx     xx xx
0-4     xx-xx     xx xx
0-5     xx-xx     xx xx
0-6     xx-xx     xx xx
0-7     xx-xx     xx xx
0-8     xx-xx     xx xx
0-9     xx-xx     xx xx
0-10    xx-xx     xx xx
0-11    xx-xx     xx xx
0-12    xx-xx     xx xx
0-13    xx-xx     xx xx
0-14    xx-xx     xx xx
0-15    xx-xx     xx xx
0-16    xx-xx     xx xx
0-17    xx-xx     xx xx
0-18    xx-xx     xx xx
0-19    xx-xx     xx xx
0-20    xx-xx     xx xx
0-21    xx-xx     xx xx
0-22    xx-xx     xx xx
0-23    xx-xx     xx xx
0-24    xx-xx     xx xx
0-25    xx-xx     xx xx
0-26    xx-xx     xx xx
0-27    xx-xx     xx xx
0-28    xx-xx     xx xx
0-29    xx-xx     xx xx
0-30    xx-xx     xx xx
0-31    5-0      0  0

-----
                    5 1 1 10
0.9,-><-:value Enter:write Esc:exit
-----

```

Рисунок 2.22 – Вид окна при вводе параметров текущего соединения

```

===== AGM - 32 VER2.1 =====Copyright OCTET-KB 2004==
TribOut 0
TS      Card-Port Trib TS
-----
0-0     11-0      0  31
0-1     xx-xx     xx xx
0-2     xx-xx     xx xx
0-3     5-1      1  10
0-4     xx-xx     xx xx
0-5     xx-xx     xx xx
0-6     xx-xx     xx xx
0-7     xx-xx     xx xx
0-8     xx-xx     xx xx
0-9     xx-xx     xx xx
0-10    xx-xx     xx xx
0-11    xx-xx     xx xx
0-12    xx-xx     xx xx
0-13    xx-xx     xx xx
0-14    xx-xx     xx xx
0-15    xx-xx     xx xx
0-16    xx-xx     xx xx
0-17    xx-xx     xx xx
0-18    xx-xx     xx xx
0-19    xx-xx     xx xx
0-20    xx-xx     xx xx
0-21    xx-xx     xx xx
0-22    xx-xx     xx xx
0-23    xx-xx     xx xx
0-24    xx-xx     xx xx
0-25    xx-xx     xx xx
0-26    xx-xx     xx xx
0-27    xx-xx     xx xx
0-28    xx-xx     xx xx
0-29    xx-xx     xx xx
0-30    xx-xx     xx xx
0-31    5-0      0  0

-----
-><-:select Enter:continue Esc:exit
-----

```

Рисунок 2.23 – Вид окна после записи параметров соединения в таблицу

г) ввести параметры однонаправленного соединения для исходящего направления порта P0 модуля МИ-6 в позиции 4. Для этого перевести курсор в ячейку «TribOut», нажать «Enter» – в поле подсказки откроется расширенный диалог выбора окна, в котором с помощью цифровых клавиш изменить текущее значение «0» на «1» и нажать «Enter». Откроется окно виртуального потока «1» (рисунок 2.24).

```

===== AGM - 32 VER2.1 =====Copyright OCTET-KB 2004=====
TribOut 1
TS      Card-Port Trib TS      TS      Card-Port Trib TS
-----
1-0     xx-xx  xx  xx      1-16     xx-xx  xx  xx
1-1     xx-xx  xx  xx      1-17     xx-xx  xx  xx
1-2     xx-xx  xx  xx      1-18     xx-xx  xx  xx
1-3     xx-xx  xx  xx      1-19     xx-xx  xx  xx
1-4     xx-xx  xx  xx      1-20     xx-xx  xx  xx
1-5     xx-xx  xx  xx      1-21     xx-xx  xx  xx
1-6     xx-xx  xx  xx      1-22     xx-xx  xx  xx
1-7     xx-xx  xx  xx      1-23     xx-xx  xx  xx
1-8     xx-xx  xx  xx      1-24     xx-xx  xx  xx
1-9     xx-xx  xx  xx      1-25     xx-xx  xx  xx
1-10    xx-xx  xx  xx      1-26     xx-xx  xx  xx
1-11    xx-xx  xx  xx      1-27     xx-xx  xx  xx
1-12    xx-xx  xx  xx      1-28     xx-xx  xx  xx
1-13    xx-xx  xx  xx      1-29     xx-xx  xx  xx
1-14    xx-xx  xx  xx      1-30     xx-xx  xx  xx
1-15    xx-xx  xx  xx      1-31     xx-xx  xx  xx
=====
-><-:select Enter:continue Esc:exit
=====

```

Рисунок 2.24 – Вид окна при выборе виртуального потока «1»

Перевести курсор в ячейку таблицы с адресом «1-10», нажать «Enter». В поле подсказки откроется строка расширенного диалога текущей ячейки. С помощью цифровых клавиш и клавиш «влево/вправо» последовательно ввести (рисунок 2.25):

- номер позиции – 4;
- номер порта – 0;
- виртуальный адрес КИЗ порта P1 модуля МИ-1 №5, т. е. 0 – 1 («Trib» – «TS»). Нажать «Enter» – введенные параметры переписутся в текущую строку таблицы.

По окончании заполнения всех необходимых позиций карты вставки/выделения следует нажать клавишу «Esc».

В поле подсказки откроется расширенный диалог выхода для выбора последующих действий (рисунок 2.26). Клавишами «влево/вправо» выбрать опцию:

- «NoChange», если все изменения необходимо отменить;
- «Update», если изменения должны вступить в силу;
- «Cancel», если необходимо продолжить конфигурирование.

После чего нажать «Enter».

После отмены или подтверждения изменений откроется окно «Состав блока» (см. рисунок 2.16). В случае продолжения редактирования текущее окно останется открытым, а расширенный диалог выхода закроется.

После применения изменений в окне «Состав блока» (см. рисунок 2.16) установить курсор в ячейку для платы МИ-1 (Card 5) и нажать «Enter», чтобы инициировать диалог «Работа с модулем» (рисунок 2.27).

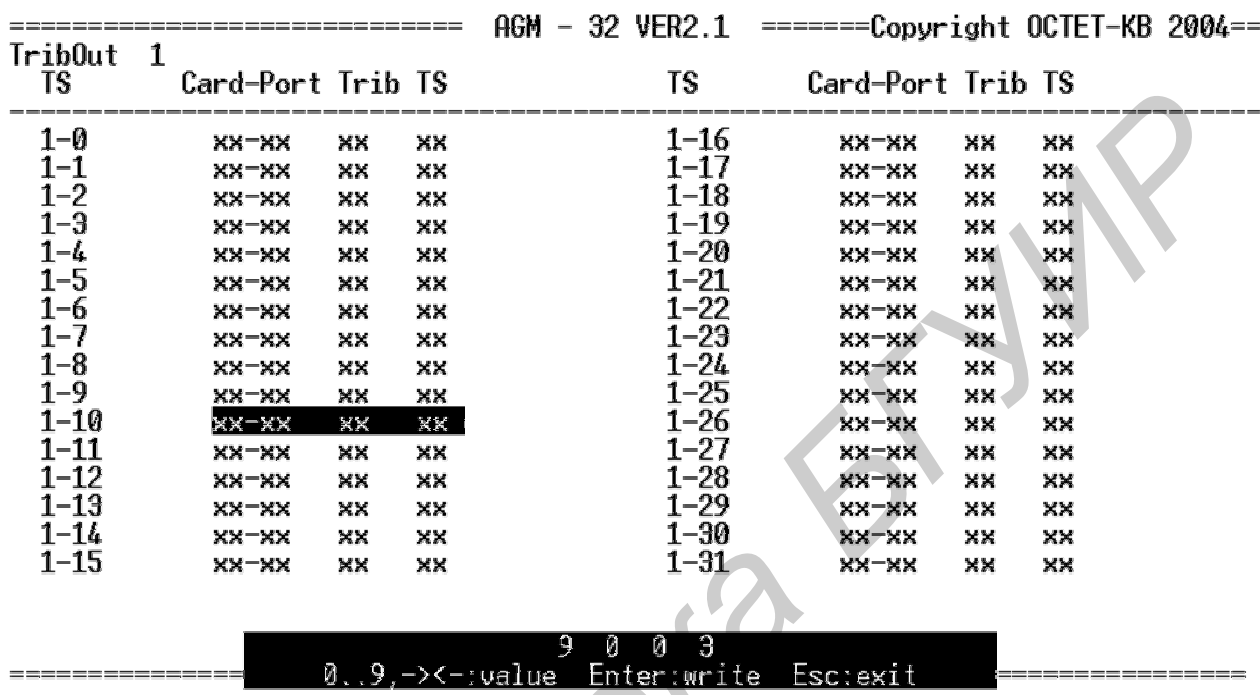


Рисунок 2.25 – Вид окна для ввода параметров соединения второго порта

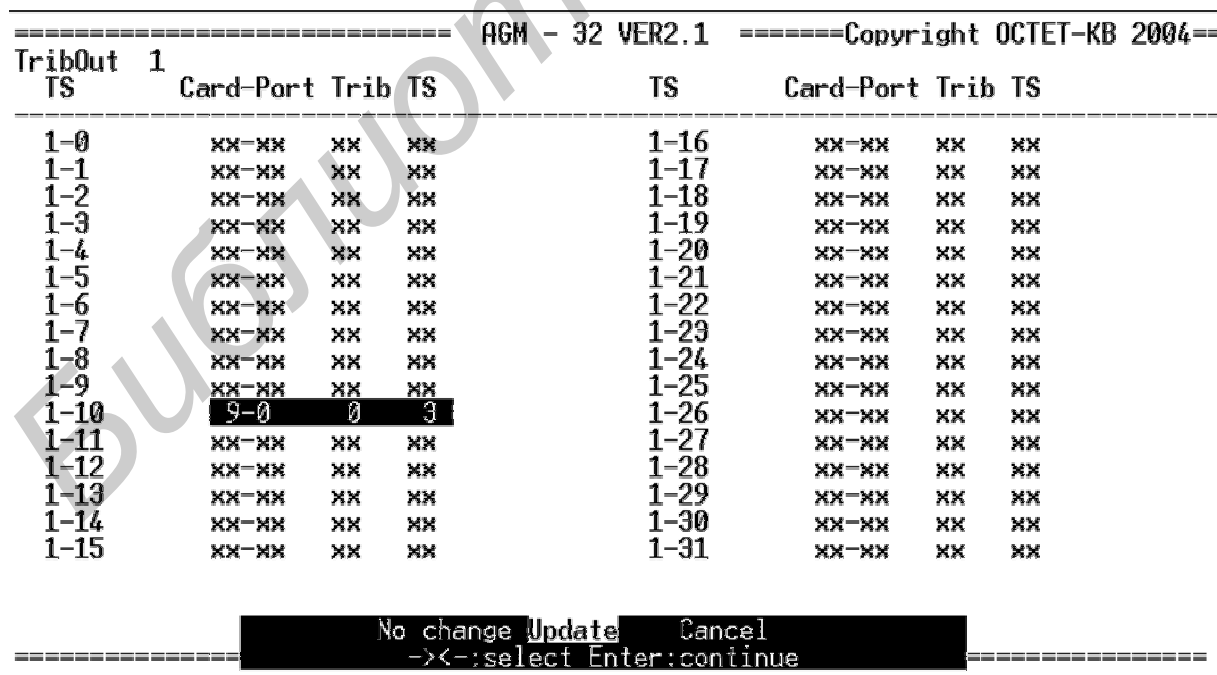


Рисунок 2.26 – Вид окна для выхода из диалога «Конфигурация карты вставки/выделения»

```

===== AGM - 32 VER2.1 =====Copyright OCTET-KB 2004==
MI-1
Card 5      Port 0      Port 1      Port 2      Port 3
-----
InputLos
AIS
Frame
Dist
Error
ErrorThr
CRC LOS
MF
MF AIS
MF Dist
-----
Framed      Framed      Framed      Framed
PCM 30      PCM 30      PCM 30      PCM 31
CRC 10E6    CRC 10E4    CRC 10E4    CRC 10E6
ES_SES Off  ES_SES Off  ES_SES Off  ES_SES Off
Sync 1      Sync Off    Sync Off    Sync Off
LpOff       LpOff       LpOff       LpOff
On          Off          Off          Off
-----
L:label R:refresh E:errors S:stream
-><-:select Enter:continue Esc:exit
-----

```

Рисунок 2.27 – Окно диалога «Работа с модулем» – тип модуля определен

Для включения порта необходимо в поле конфигурации при помощи клавиш «Вниз» и «Вверх» для обратного движения подвести курсор к опции «Off» и нажать «Enter», чтобы активизировать расширенный диалог изменения данной опции. Затем с помощью клавиш «Вниз» и «Вверх» установить значение «On» (рисунок 2.28). После этого следует нажать «Enter», чтобы сохранить выбранное значение. Аналогично включить порт 0 платы МИ-5 (Card 9). Таким образом соединение будет установлено.

Следует напомнить, что в сонаправленном стыке ОЦК передаются три вида сигналов: информационный, тактовой синхронизации, октетной синхронизации. Для этого используется следующий способ кодирования:

- тактовый интервал делится на четыре единичных подынтервала;
- двоичная «1» представляется в виде блока из четырех битов 1100;
- двоичный «0» представляется в виде блока из четырех битов 1010;
- полученный таким образом двоичный сигнал преобразуется в трехуровневый сигнал путем изменения полярностей последовательных блоков;
- чередование полярностей блоков нарушается в каждом восьмом блоке, соответствующем последнему биту в октете.

Зарисовать в масштабе двух октетов осциллограмму сигнала на выходе ОЦК: множитель развертки 1, значение 10 мкс; ручками подстроки синхронизации и развертки добиться устойчивой картинке. Преобразовать полученный сигнал в код NRZ. Убедиться, что принятый сигнал соответствует сигналу, сформированному генератором АФК-3 в соответствующем канальном интервале.

Пояснить схему прохождения сигнала от генератора АФК-3 до выхода модуля МИ-5.

```

===== AGM - 32 VER2.1 =====Copyright OCTET-KB 2004==
MI-1
Card 5      Port 0      Port 1      Port 2      Port 3
-----
InputLos
AIS
Frame
Dist
Error
ErrorThr
CRC LOS
MF
MF AIS
MF Dist
-----
Framed      Framed      Framed      Framed
PCM 30      PCM 30      PCM 30      PCM 31
CRC 10E6    CRC 10E4    CRC 10E4    CRC 10E6
ES_SES Off  ES_SES Off  ES_SES Off  ES_SES Off
Sync 1      Sync Off    Sync Off    Sync Off
LpOff       LpOff       LpOff       LpOff
On           Off         Off         Off
-----
On
-><-:select Enter:write Esc:exit
-----

```

Рисунок 2.28 – Включение порта P1 платы МИ-1

Содержание отчета

- 1 Общая структурная схема оборудования АГМ-32.
- 2 Структура цикла сигнала Е1.
- 3 Схема прохождения сигнала по пункту 3.
- 4 Осциллограммы сигналов.
- 5 Выводы о проделанной работе.

Контрольные вопросы

- 1 Каково назначение первичного мультиплексора?
- 2 Какими параметрами характеризуются сигналы, поступающие на входы портов интерфейсных модулей оборудования АГМ-32?
- 3 Почему первичный мультиплексор иногда называют «гибким»?
- 4 Какие виды синхронизации необходимы для правильного функционирования цифровой системы передачи?
- 5 От чего зависит частота следования символов (тактовая частота) группового цифрового сигнала?
- 6 Как формируется сигнал основного цифрового канала?
- 7 Как из цифрового сигнала восстановить аналоговый?
- 8 Какой метод мультиплексирования используется при формировании первичного цифрового сигнала?
- 9 Какие функциональные элементы входят в состав первичного мультиплексора?

10 Какой формат должна иметь полнодоступная коммутационная матрица оборудования АГМ-32?

11 Приведите пример сети, построенной на базе пяти мультиплексоров оборудования АГМ-32 и имеющей топологию «кольцо», «цепь», «плоское кольцо», полностью связную топологию.

12 Поясните, как осуществляется коммутация на уровне ОЦК в оборудовании АГМ-32.

13 Для чего предназначены сигналы СУВ и как они передаются в ЦСП?

14 В каком случае в первичном мультиплексоре отпадает необходимость в сверхцикловой синхронизации?

15 Как осуществляется процедура мониторинга параметров качества первичного цифрового сигнала?

16 Как рассчитывается коэффициент ошибок ЦСП?

17 В чем отличие мультиплексора ввода-вывода от терминального мультиплексора?

18 Поясните назначение буферной памяти в интерфейсном модуле оборудования АГМ-32.

Литература

1 Гордиенко, В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы / В. Н. Гордиенко, М. С. Тверецкий. – М. : Горячая линия-Телеком, 2005. – 416 с.

2 Многоканальные системы передачи : учеб. для вузов / Н. Н. Баева [и др.] ; под ред. Н. Н. Баевой и В. Н. Гордиенко. – М. : Радио и связь, 1996. – 560 с.

3 Гитлиц, М. В. Теоретические основы многоканальной связи / М. В. Гитлиц, А. Ю. Лев. – М. : Радио и связь, 1985. – 248 с.

4 Цифровые и аналоговые системы передачи: учеб. для вузов / В. И. Иванов [и др.] ; под ред. В. И. Иванова. – М. : Радио и связь, 2003. – 232 с.

5 Тарченко, Н. В. Временное группообразование в ЦСП : учеб. пособие по дисц. «Многоканальные системы передачи» для студ. спец. «Многоканальные системы телекоммуникаций» / Н. В. Тарченко. – Минск : БГУИР, 2002. – 47 с.

6 Беллами, Дж. Цифровая телефония / Дж. Беллами. – М. : ЭКО-ТРЕНДЗ, 2004. – 640 с.

Учебное издание

Тарченко Надежда Владимировна
Гайдукова Наталья Викторовна
Тишков Павел Владимирович

МНОГОКАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Лабораторный практикум
для студентов специальности
45 01 01 «Многоканальные системы телекоммуникаций»
дневной и заочной форм обучения

Редактор Т. Н. Крюкова
Корректор Л. А. Шичко
Компьютерная верстка Е. Г. Бабичева

Подписано в печать
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 2,5.

Формат 60x84 1/16.
Печать ризографическая.
Тираж 50 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л.
Заказ 139.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровки, 6