

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ  
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»**

Кафедра Сетей и систем связи

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы»,  
часть 1**

**для студентов дистанционной формы обучения направления подготовки  
11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
профиль подготовки**

**Оптические и проводные сети и системы связи**

Самара, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Практическое занятие №1 «Пространственная коммутация цифровых сигналов»	3
2	Практическое занятие №2 «Временная коммутация цифровых сигналов»	7
3	Практическое занятие №3 «Принципы построения коммутационных полей ЦСК»	12

# Практическое занятие №1

## «Пространственная коммутация цифровых сигналов»

### 1 Цель практического занятия

1. Ознакомится с понятием «пространственная коммутация цифровых сигналов».
2. Изучить принципы построения пространственных коммутаторов цифровых сигналов.

### 2 Рекомендуемая литература

#### Основная литература

1. Росляков, А. В. Системы коммутации [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» [для бакалавров дневного и заоч. отд-ний]. / А. В. Росляков; ПГУТИ, Каф. АЭС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1,91 Мб). - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2017; Режим доступа:

[http://elib.psuti.ru/Roslyakov\\_Sistemy\\_kommutacii\\_uchebnoe\\_posobie2.pdf](http://elib.psuti.ru/Roslyakov_Sistemy_kommutacii_uchebnoe_posobie2.pdf).

2. Росляков, А. В. Сети связи [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» / А. В. Росляков; ПГУТИ, Каф. АЭС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2,99 Мб). - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2017. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. издания 2017 г. - Режим доступа:

[http://elib.psuti.ru/Roslyakov\\_Seti\\_svyazi\\_uchebnoe\\_posobie\\_2017.pdf](http://elib.psuti.ru/Roslyakov_Seti_svyazi_uchebnoe_posobie_2017.pdf).

#### Дополнительная литература

1. Гольдштейн, Б. С. Сети связи [Текст]: учебник для вузов / Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 400 с.: ил.; 296 экз. НТБ ПГУТИ.

2. Гольдштейн, Б. С. Системы коммутации [Текст]: учебник для вузов / Б. С. Гольдштейн. - СПб.: БХВ-Санкт-Петербург, 2003. - 317 с.: 129 экз. НТБ ПГУТИ.

3. Росляков, А. В. Сети следующего поколения NGN [Текст]: учебное пособие / А. В. Росляков; ПГАТИ. - Самара: ИУНЛ ПГАТИ, 2008. - 424 с.: ил.; 50 экз. НТБ ПГУТИ.

4. Росляков, А.В. Будущие сети (Future Networks) [Текст] / А. В. Росляков, С. В. Ваняшин. - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2015. - 274 с.; - 30 экз. НТБ ПГУТИ.

#### Интернет-ресурсы

1. [www.sss.psuti.ru](http://www.sss.psuti.ru)
2. [www.niits.ru](http://www.niits.ru)
3. [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru).
4. [www.ngn.psuti.ru](http://www.ngn.psuti.ru)

### **3 Подготовка к занятию**

1. Изучить соответствующий раздел лекций по дисциплине «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы», часть 1.
2. Изучить соответствующие темы в рекомендованной литературе.
3. Подготовить ответы на контрольные вопросы

### **4 Контрольные вопросы**

1. Какие временные каналы можно коммутировать в пространственном коммутаторе?
2. Основной недостаток пространственной коммутации цифровых каналов?
3. На каких элементах могут строиться пространственные коммутаторы цифровых сигналов?
4. Сколько мультиплексоров нужно для построения пространственного коммутатора на 14 входящих и 18 исходящих ИКМ-линий?
5. Сколько входов должны иметь мультиплексоры пространственного коммутатора на 8 входящих и 12 исходящих ИКМ-линий?
6. Сколько ячеек памяти имеют адресные запоминающие устройства (ЗУ) мультиплексоров пространственного коммутатора на 16 входящих и 8 исходящих ИКМ-линий?
7. Какова разрядность адресного ЗУ мультиплексоров пространственного коммутатора на 16 входящих и 32 исходящих ИКМ-линий?
8. Какой мультиплексор будет использоваться в пространственном коммутаторе при коммутации 14 входящей с 5 исходящей ИКМ-линией?
9. Какой мультиплексор будет использоваться в пространственном коммутаторе при коммутации 5 входящей с 16 исходящей ИКМ-линией?
10. Какая информация записывается в ячейках адресного ЗУ мультиплексоров пространственного коммутатора?

### **5 Варианты контрольных заданий**

1. Рассмотреть процесс установления двухстороннего разговорного соединения в пространственном коммутаторе, имеющем 16 входящих и 16 исходящих цифровых линий ИКМ-30/32.

Номера входящей и исходящей ИКМ-линий и номера каналов в них приведены в табл. 5.1 (номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки).

2. Изобразить схему пространственного коммутатора с указанием используемых при коммутации мультиплексоров, номера ячеек управляющей памяти и их содержимого при коммутации прямого и обратного разговорного соединений.

3. Определить требуемое число и характеристики мультиплексоров, объем управляющей памяти.

Таблица 5.1

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип ПК	8×16	8×12	16×32	16×32	8×16	8×12	16×32	8×16	8×12	16×32
Входящая ИКМ-линия	1	3	11	15	0	4	11	4	5	6
Входящий КИ	3	15	7	4	21	19	30	11	25	0
Исходящая ИКМ-линия	6	12	8	9	14	6	5	12	2	13
Свободный КИ, назначаемый УУ	22	4	18	31	0	28	7	19	13	31

## 6 Содержание отчета

Отчет по практическому занятию должен содержать:

1. Схему пространственного коммутатора с указанием используемых при коммутации мультиплексоров, номера ячеек управляющей памяти и их содержимого при коммутации прямого и обратного разговорного соединений.
2. Расчет требуемого числа мультиплексоров для построения ПК, его характеристики.

## 7 Методические указания к практическому занятию

Пространственные S-коммутаторы создают в коммутационном поле электрический соединительный путь, который поддерживается в течение всего времени существования соединения. При этом обеспечивается физическое соединение входа с выходом. Пространственная коммутация может быть использована для коммутации и цифровых каналов. Принцип пространственной коммутации цифровых каналов может быть проиллюстрирован рис. 7.1.

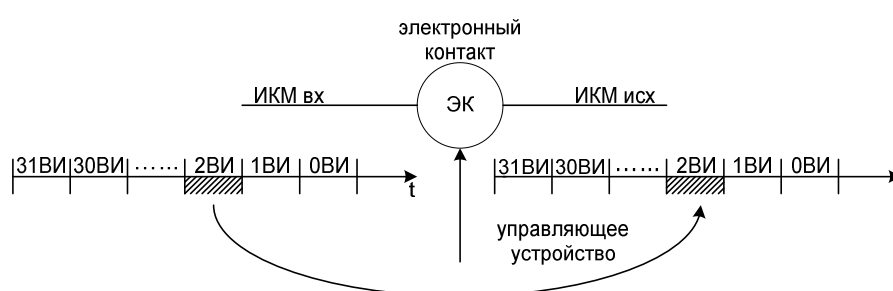


Рис. 7.1 - Принцип пространственной коммутации цифровых каналов

ЭК управляется импульсной последовательностью, присвоенной соответствующему временному каналу  $n_i$ , то есть через ЭК может передаваться информация между одноименными временными каналами входящей и исходящей ИКМ-линии.

Пространственный коммутатор цифровых каналов может иметь несколько входов и несколько выходов. Он не осуществляет ни сжатие, ни

расширение и, как правило, строится на двух типах комбинационных устройств: MUX – мультиплексор, DMUX - демультиплексор.

Главная особенность ПК состоит в том, что коммутация входящих и исходящих ИКМ-линий происходит в одном и том же ВИ, поэтому основным недостатком ПК цифровых каналов является возможность возникновения внутренних блокировок, когда в требуемой исходящей ИКМ-линии нет свободного ВИ, одноименного с входящим ВИ.

Основой построения ПК являются мультиплексоры MUX – это цифровые комбинационные устройства без элементов памяти, у которых число входов не меньше числа выходов. Каждый MUX имеет столько же входов, сколько и пространственный коммутатор.

С каждым MUX связана своя управляющая память (адресная память - АП). Ею управляет соответствующее УУ. Число ячеек АП соответствует числу КИ входящей ИКМ-линии.

На рис. 7.2 изображена схема ПК 8×16 (8 входов и 16 выходов).

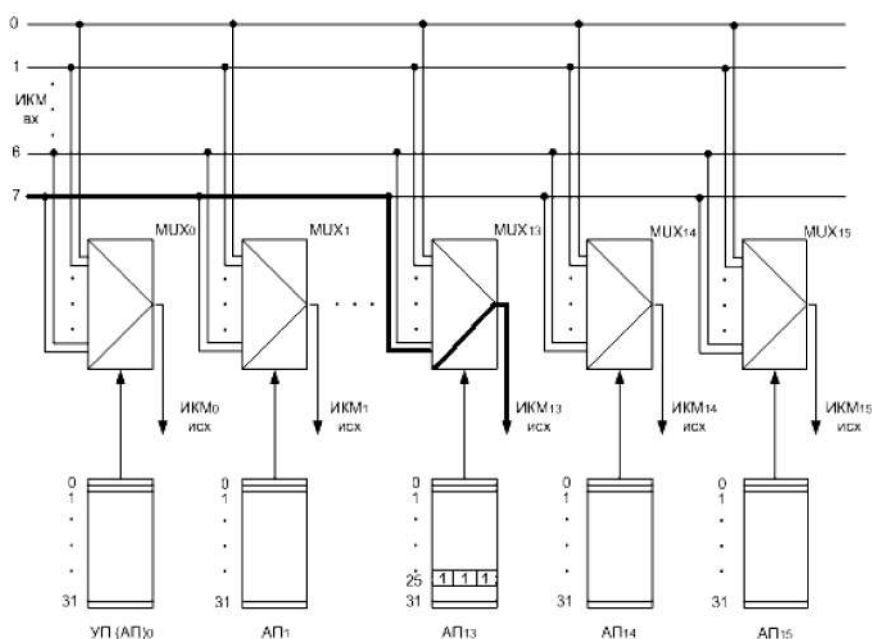


Рис. 7.2 - Схема ПК 8×16

В ячейку этой памяти (например, 32 ячейки по числу входящих КИ), соответствующей требуемому коммутируемому КИ, записывается адрес входа MUX<sub>вх</sub> (№ входящей ИКМ-линии), то есть содержимое ячеек АП указывает на то, какой из 8-ми входов должен быть проключен на выход. Разрядность каждой ячейки АП определяется выражением  $\Rightarrow \log_2 n$ , где  $n$  – число входов в MUX. Для рассматриваемого ПК:  $\log_2 8 = 3$ . Когда в этот коммутатор по ИКМ-линии поступает информация в заданном канальном интервале, из ячейки АП считывается адрес, по которому проключается требуемое соединение входящей ИКМ-линии с исходящей в нужном MUX. На рис.7.2 приведен пример соединения ИКМ<sub>вх</sub> = 7; ИКМ<sub>исх</sub> = 13; КИ<sub>св.</sub> = 25.

## **Практическое занятие №2 «Временная коммутация цифровых сигналов»**

### **1 Цель практического занятия**

1. Ознакомится с понятием «временная коммутация цифровых сигналов».
2. Изучить принципы построения временных коммутаторов цифровых сигналов.

### **2 Рекомендуемая литература**

#### **Основная литература**

1. Росляков, А. В. Системы коммутации [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» [для бакалавров дневного и заоч. отд-ний]. / А. В. Росляков; ПГУТИ, Каф. АЭС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1,91 Мб). - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2017; Режим доступа:

[http://elib.psuti.ru/Roslyakov\\_Sistemy\\_kommutacii\\_uchebnoe\\_posobie2.pdf](http://elib.psuti.ru/Roslyakov_Sistemy_kommutacii_uchebnoe_posobie2.pdf).

2. Росляков, А. В. Сети связи [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» / А. В. Росляков; ПГУТИ, Каф. АЭС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2,99 Мб). - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2017. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. издания 2017 г. - Режим доступа:

[http://elib.psuti.ru/Roslyakov\\_Seti\\_svyazi\\_uchebnoe\\_posobie\\_2017.pdf](http://elib.psuti.ru/Roslyakov_Seti_svyazi_uchebnoe_posobie_2017.pdf).

#### **Дополнительная литература**

1. Гольдштейн, Б. С. Сети связи [Текст]: учебник для вузов / Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 400 с.: ил.; 296 экз. НТБ ПГУТИ.

2. Гольдштейн, Б. С. Системы коммутации [Текст]: учебник для вузов / Б. С. Гольдштейн. - СПб.: БХВ-Санкт-Петербург, 2003. - 317 с.: 129 экз. НТБ ПГУТИ.

3. Росляков, А. В. Сети следующего поколения NGN [Текст]: учебное пособие / А. В. Росляков; ПГАТИ. - Самара: ИУНЛ ПГАТИ, 2008. - 424 с.: ил.; 50 экз. НТБ ПГУТИ.

4. Росляков, А.В. Будущие сети (Future Networks) [Текст] / А. В. Росляков, С. В. Ваняшин. - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2015. - 274 с.; - 30 экз. НТБ ПГУТИ.

#### **Интернет-ресурсы**

1. [www.sss.psuti.ru](http://www.sss.psuti.ru)
2. [www.niits.ru](http://www.niits.ru)
3. [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru).
4. [www.ngn.psuti.ru](http://www.ngn.psuti.ru)

### 3 Подготовка к занятию

1. Изучить соответствующий раздел лекций по дисциплине «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы», часть 1.
2. Изучить соответствующие темы в рекомендованной литературе.
3. Подготовить ответы на контрольные вопросы

### 4 Контрольные вопросы

1. Каков основной недостаток временной коммутации цифровых каналов?
2. На каких основных элементах строятся временные коммутаторы?
3. Возможна ли временная коммутация канального интервала 29 с канальным интервалом 17?
4. Какова будет временная задержка при коммутации канального интервала 14 КИ с канальным интервалом 6?
5. Какова будет временная задержка при коммутации канального интервала 11 с канальным интервалом 31?
6. Из чего состоит временной коммутатор?
7. Какова разрядность разговорной памяти временного коммутатора?
8. Какова разрядность адресной памяти временного коммутатора на одну цифровую линию ИКМ-30?
9. Какая информация записывается в ячейки адресной памяти временного коммутатора?
10. Сколько ячеек содержит адресная память временного коммутатора на одну цифровую линию ИКМ-30?

### 5 Варианты контрольных заданий

1. Рассмотреть процесс установления двухстороннего разговорного соединения во временном коммутаторе на одну линию ИКМ-30/32.
2. В соответствии с данными табл. 5.1 (номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки) изобразить схему временного коммутатора с указанием номеров ячеек разговорного и адресного ЗУ и их содержимого.
3. Описать процесс работы схемы при установлении соединения.
4. Определить временную задержку информации при коммутации указанных КИ.

Таблица 5.1

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Входящий КИ	3	15	7	4	21	19	30	11	25	0
Исходящий КИ	22	4	18	31	0	28	7	19	13	31

### 6 Содержание отчета

Отчет по практическому занятию должен содержать:

1. Схему временного коммутатора с указанием номеров ячеек разговорного и адресного ЗУ и их содержимого.
2. Расчет временной задержки информации при коммутации указанных КИ.



## 7 Методические указания к практическому занятию

Явление внутренних блокировок, присущее схемам пространственной коммутации, можно устранить с использованием временной коммутации, когда осуществляется перенос информации из входящего КИ в любой другой КИ исходящей ИКМ-линии. Сдвиг информации из одной временной позиции в другую осуществляется в коммутационном поле в двух направлениях передачи, так как разговорный тракт является двухсторонним. Информация в прямом и обратном направлениях будет передаваться в разных циклах. Таким образом, временные Т- коммутаторы («time»-время) поддерживают виртуальное соединение, существующее только в течение определенных временных интервалов. Так как временная коммутация может рассматриваться как система памяти, которая назначает для разных временных интервалов разные ячейки памяти, она называется памятью межинтервального обмена TSI. Принципы временной коммутации каналов можно пояснить рис. 7.1.

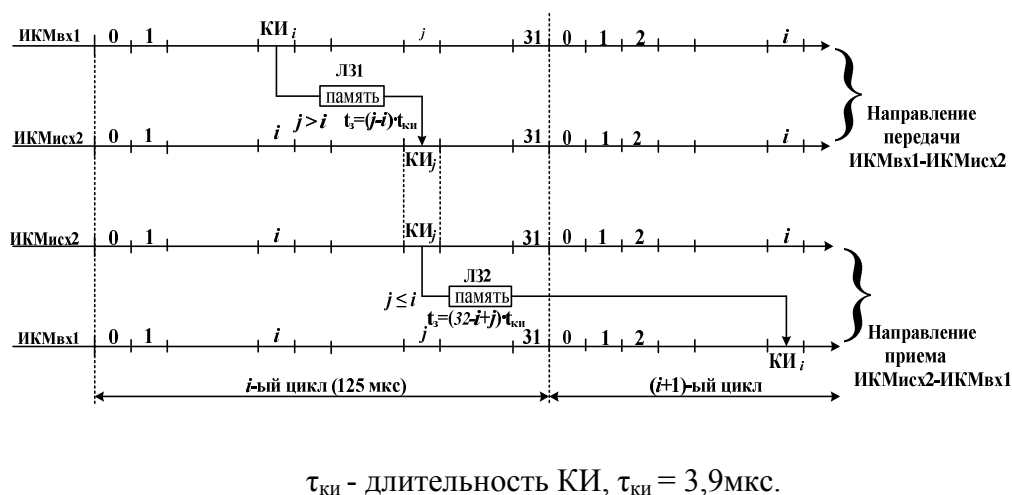


Рис. 7.1 - Принцип временной коммутации каналов

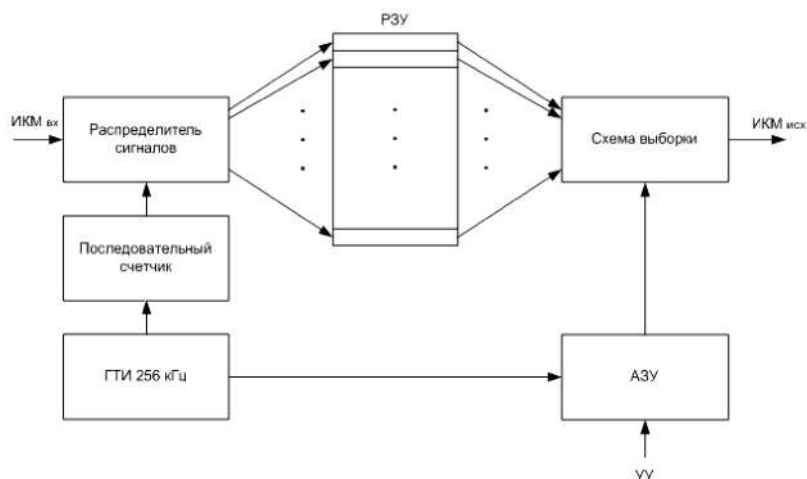
Минимальные задержки при временной коммутации будут в случае, когда № КИ входящей ИКМ-линии будет на 1 меньше № КИ в исходящей линии.

Максимальная задержка будет, когда № КИ входящей и исходящей ИКМ-линий совпадают ( $t_3 = 32 \tau_{ки}$ ).

Таким образом, каждое соединение требует выполнения двух пересылок информации, причем каждая включает преобразование и во времени и в пространстве.

Работа схемы временной коммутации сводится главным образом к записи информации и считыванию её из запоминающего устройства (ЗУ).

В процессе коммутации информация, поступающая по одному КИ, передается в другом КИ, поэтому простейшая структурная схема временного коммутатора будет иметь вид, показанный на рис. 7.2.



РЗУ - речевое ЗУ (разговорное);

АЗУ – адресное ЗУ.

Рис. 7.2 - Простейшая структурная схема временного коммутатора

Каждая входящая ИКМ-линия имеет свое РЗУ и адресную память (АЗУ). Число ячеек в РЗУ всегда соответствует числу КИ соответствующей ИКМ-линии, разрядность ячеек равна 8-ми.

Для ИКМ-30 РЗУ содержит 32 восьмиразрядных ячейки памяти, а АЗУ содержит 32 пятиразрядных ячейки памяти ( $\log_2 32 = 5$ ).

Запись информации из входящих ИКМ-линий производится циклически, то есть импульсы каждого КИ входящей ИКМ-линии имеют в РЗУ определенную ячейку. Последовательный счетчик работает от генератора станции.

Считывание информации из РЗУ происходит с произвольным доступом под управлением АЗУ и одновременно синхронизировано от генератора тактовых импульсов (ГТИ) с частотой 256 кГц.

Управляющее устройство узла коммутации (ЦСК) по информации в памяти, отображающей состояние ячеек РЗУ, отыскивает свободный КИ исходящей ИКМ-линии. Как только наступает время этого КИ исходящей ИКМ-линии, тогда производится доступ к ячейке, соответствующей заданному КИ входящей ИКМ-линии, из нее считывается информация и передается в КИ исходящей ИКМ-линии.

Максимальное время хранения информации в РЗУ- 125 мкс при коммутации одноименных каналов. Данная схема не имеет внутренних блокировок.

Таким образом, основной недостаток временного коммутатора в том, что могут происходить задержки сигнала во времени на 125 мкс. Вторым недостатком является более сложная и дорогая схема по сравнению с пространственным коммутатором.

Рассмотрим пример построения ВК (рис. 7.3), в котором требуется выполнить коммутацию между  $КИ_{вх} = 5$  и  $КИ_{исх} = 30$ .

Информация, поступающая из ИКМ<sub>вх</sub> в виде восьмибитового речевого отсчета, преобразуется в параллельный восьмиразрядный код и записывается в

5-ую ячейку РЗУ (№ ячейки РЗУ соответствует текущему состоянию счетчика КИ). Используется неуправляемая циклическая запись.

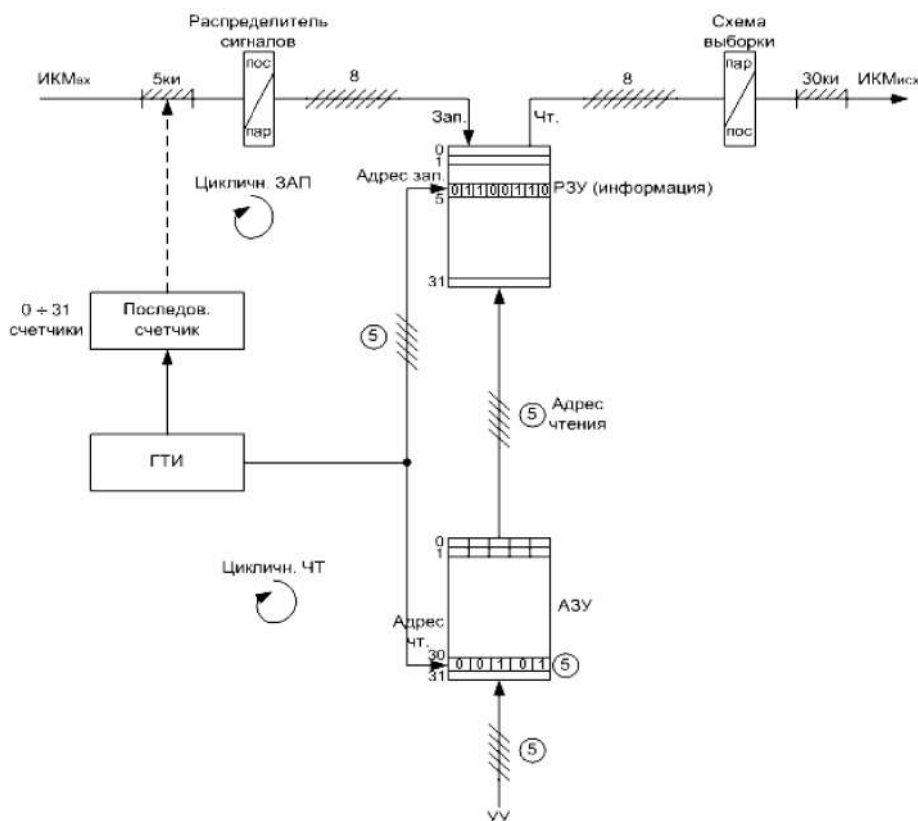


Рис. 7.3 - Схема временного коммутатора

Одновременно те же каналные интервалы, но со сдвигом на 0,5 такта считывают содержимое ячейки АЗУ. Номер этой ячейки будет определяться текущим состоянием счетчика, а содержимое ячейки АЗУ хранит адрес ячейки РЗУ, из которой в данном КИ считывается содержимое в исходящую ИКМ-линию. То есть, как только подойдет время 30-го КИ, происходит обращение к 30-ой ячейке АЗУ. Информация, записанная в ней, определяет адрес ячейки РЗУ (5-ая ячейка РЗУ) и информация из 5-ой ячейки РЗУ считывается в исходящую ИКМ-линию.

Таким образом, в течение каждого КИ к РЗУ производится два обращения:

- первое, когда УУ выбирает № КИ, определяющий адрес записи в РЗУ;
- второе, когда содержимое АЗУ, соответствующее определенному КИ, выбирается в качестве адреса считывания.

## **Практическое занятие № 3**

### **«Принципы построения коммутационных полей ЦСК»**

#### **1 Цель практического занятия**

1. Изучить принципы построения коммутационных полей цифровых систем коммутации различной структуры.
2. Изучить принципы построения коммутационных полей ЦСК со структурой В-П-В.

#### **2 Рекомендуемая литература**

##### **Основная литература**

1. Росляков, А. В. Системы коммутации [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» [для бакалавров дневного и заоч. отд-ний]. / А. В. Росляков; ПГУТИ, Каф. АЭС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1,91 Мб). - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2017; Режим доступа:

[http://elib.psuti.ru/Roslyakov\\_Sistemy\\_kommutacii\\_uchebnoe\\_posobie2.pdf](http://elib.psuti.ru/Roslyakov_Sistemy_kommutacii_uchebnoe_posobie2.pdf).

2. Росляков, А. В. Сети связи [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» / А. В. Росляков; ПГУТИ, Каф. АЭС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2,99 Мб). - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2017. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. издания 2017 г. - Режим доступа:

[http://elib.psuti.ru/Roslyakov\\_Seti\\_svyazi\\_uchebnoe\\_posobie\\_2017.pdf](http://elib.psuti.ru/Roslyakov_Seti_svyazi_uchebnoe_posobie_2017.pdf).

##### **Дополнительная литература**

1. Гольдштейн, Б. С. Сети связи [Текст]: учебник для вузов / Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 400 с.: ил.; 296 экз. НТБ ПГУТИ.

2. Гольдштейн, Б. С. Системы коммутации [Текст]: учебник для вузов / Б. С. Гольдштейн. - СПб.: БХВ-Санкт-Петербург, 2003. - 317 с.: 129 экз. НТБ ПГУТИ.

3. Росляков, А. В. Сети следующего поколения NGN [Текст]: учебное пособие / А. В. Росляков; ПГАТИ. - Самара: ИУНЛ ПГАТИ, 2008. - 424 с.: ил.; 50 экз. НТБ ПГУТИ.

4. Росляков, А.В. Будущие сети (Future Networks) [Текст] / А. В. Росляков, С. В. Ваняшин. - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2015. - 274 с.; - 30 экз. НТБ ПГУТИ.

##### **Интернет-ресурсы**

1. [www.sss.psuti.ru](http://www.sss.psuti.ru)
2. [www.niits.ru](http://www.niits.ru)
3. [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru).
4. [www.ngn.psuti.ru](http://www.ngn.psuti.ru)

### **3 Подготовка к занятию**

1. Изучить соответствующий раздел лекций по дисциплине по дисциплине «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы», часть 1.
2. Изучить соответствующие темы в рекомендованной литературе.
3. Подготовить ответы на контрольные вопросы

### **4 Контрольные вопросы**

1. Какие схемы построения используются в коммутационных полях современных ЦСК?
2. Структура и характеристики коммутационного поля типа В.
3. Структура и характеристики поля типа В-П-В.
4. Структура и характеристики поля типа П-В-П.
5. Какие режимы работы ступеней временной коммутации используются в поле В-П-В?
6. С какой целью коммутационные поля в ЦСК дублируются?
7. Зачем между звеньями временной коммутации включают звенья пространственной коммутации?
8. Какие скорости цифровых линий используются внутри коммутационных полей ЦСК?
9. Какова может быть максимальная временная задержка в коммутационном поле В-П-В?
10. Какова может быть максимальная временная задержка в коммутационном поле П-В-П?
11. Сколько трактов проключается в цифровом коммутационном поле при соединении двух абонентов?
12. В каком коде коммутируется речевая информация в цифровом коммутационном поле?
13. Сколько временных коммутаторов необходимо для построения поля В-П-В на 10 входящих и 10 исходящих ИКМ линий?
14. Сколько временных коммутаторов необходимо для построения поля П-В-П на 32 входящих и 32 исходящих ИКМ линий?
15. Сколько пространственных коммутаторов необходимо для построения поля П-В-П на 8 входящих и 8 исходящих ИКМ линий?
16. Способы уменьшения вероятности блокировки в цифровых коммутационных полях.
17. Какие соединения могут быть проключены в цифровых коммутационных полях?

### **5 Варианты контрольных заданий**

1. В коммутационном поле со структурой В-П-В на 8 входящих и 8 исходящих ИКМ-линий установить одностороннее соединение заданного КИ входящей ИКМ-линии с заданными КИ исходящей ИКМ-линии в соответствии с данными табл. 5.1. (номер варианта соответствует последней цифре номера

зачетной книжки) Номер свободного КИ внутренней ИКМ-линии выбирается произвольно.

2. Изобразить схему коммутационного поля с указанием используемых при коммутации временных и пространственных коммутаторов, номеров ячеек управляющих и разговорных ЗУ, содержимого этих ячеек.

2. Определить требуемое число и характеристики пространственных и временных коммутаторов, необходимых для построения коммутационного поля.

3. Описать процесс работы схемы при коммутации одностороннего разговорного тракта заданных входящей ИКМ-линии и входящего КИ с исходящей ИКМ-линией и исходящим КИ.

4. Определить временную задержку информации при коммутации указанных КИ.

Таблица 5.1

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Входящая ИКМ-линия	2	0	3	5	6	7	1	5	3	0
Входящий КИ	22	4	18	31	0	28	7	19	13	31
Исходящая ИКМ-линия	0	3	4	6	7	2	4	6	2	7
Исходящий КИ	3	15	7	4	21	19	30	11	25	0
Свободный КИ, назначаемый УУ	22	4	18	31	0	28	7	19	13	31

## 6 Содержание отчета

Отчет по практическому занятию должен содержать:

1.Схему коммутационного поля с указанием используемых при коммутации временных и пространственных коммутаторов, номеров ячеек управляющих и разговорных ЗУ, содержимого этих ячеек.

2. Характеристики пространственных и временных коммутаторов, необходимых для построения коммутационного поля.

3. Расчет временной задержки информации при коммутации указанных КИ.

## 7 Методические указания к практическому занятию

Цифровое коммутационное поле (ЦКП) выполняет функции коммутации соединений различных видов:

- коммутация разговорных соединений в цифровом виде;
- коммутация межпроцессорных соединений;
- коммутация тональных сигналов.

Коммутационные поля аналоговых станций из-за их дороговизны стремились построить так, чтобы уменьшить число точек коммутации, то есть строили в основном блокирующие схемы, недоступные. В ЦСК коммутационные поля практически являются полностью доступными (неблокируемыми), и чаще всего многозвенными.

Некоторые характеристики современных ЦСК представлены в табл. 7.1.

## Некоторые характеристики современных ЦСК

Тип ЦСК	EWSD	Alcatel1000 S12	AXE10
Структура ЦКП	В-П-П-П-В	Макс. (В-П-В)×7	В-П-В
Коммутируемый трафик, Эрл	25200	34000	20000
Максимальная емкость: входов x скорость; Кбит/с	512 × 4096	1024 × 4096	1024 × 2048
Внутренняя скорость, Кбит/с	8192	4096	4096
Вероятность блокировки	$10^{-9}$	$10^{-3} \div 10^{-8}$	$10^{-6}$

## Особенности ЦКП:

1) для обеспечения надежности ЦКП дублированы или резервированы, то есть имеют 3÷ 4 слоя или плоскости, которые работают в горячем резерве (одна плоскость - основная, другая – резервная). Коммутация выполняется в обеих плоскостях. На выходе информация берется только с рабочей плоскости. Информация с обеих плоскостей всегда сравнивается. В случае несовпадения - запускаются тесты самопроверки и неисправная плоскость удаляется из конфигурации;

2) ЦКП- однонаправленное, так как в нем всегда устанавливаются два независимых разговорных тракта в прямом и обратном направлениях (от одного абонента до другого). Однако, для подключения генераторов, например, ГВС, или приемников используется симплексное соединение;

3) для обеспечения большей пропускной способности и гибкости в установлении соединений ЦКП делают многозвенными, имеющими модульную архитектуру, то есть ЦКП строятся из типовых модулей или блоков;

4) для сокращения объема оборудования ( прежде всего числа проводов во внутростанционном кабеле)внутри или на входе ЦКП используется мультиплексирование (объединение) нескольких цифровых потоков в один с более высокой скоростью.

Чаще всего используются следующие схемы мультиплексирования:

- 2Е1 → 4096 Кбит/с ;

- 4Е1 → 8192 Кбит/с.

В этом случае в мультиплексированном потоке число КИ увеличивается в «n» раз. Величина «n» называется коэффициентом мультиплексирования (2 или 4), таким образом в 8-ми Мбит/потоке образуется 128 КИ (32×4=128), а в 4-х Мбит/с потоке- 64КИ (32×2=64).

Соответственно, во временном коммутаторе, работающем с мультиплексированными потоками, изменятся параметры РЗУ и АЗУ следующим образом:

а) при 4-х Мбит/с потоке - РЗУ имеет 64 ячейки разрядностью -8;

АЗУ: 64 ячейки; разрядностью - 6 ( $\log_2 64=6$ );

б) при 8-ми Мбит/с потоке- РЗУ имеет 128 ячеек; разрядностью -8;

АЗУ: 128 ячеек; разрядность- 7 ( $\log_2 128=7$ ).

5) не применяют более двух звеньев временной коммутации, а между этими звеньями ставят несколько звеньев пространственной коммутации.

Пример построения коммутационного поля ЦСК типа В-П-В показан на рис. 7.1

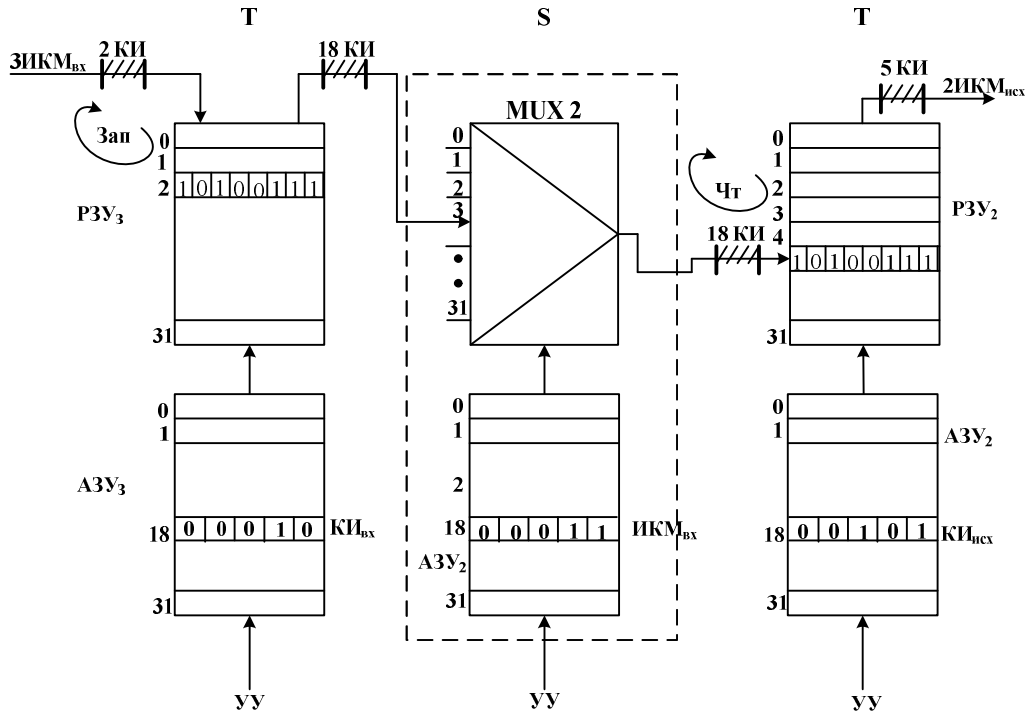


Рис. 7.1 - Пример построения коммутационного поля ЦСК типа В-П-В