

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**Автономное профессиональное образовательное учреждение Удмуртской Республики
«Техникум радиоэлектроники и информационных технологий имени А.В.
Воскресенского»**

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

**Дисциплина ОП.07 Основы телекоммуникаций
программы подготовки специалистов среднего звена
специальность 11.02.15 Инфокоммуникационные сети и системы связи
квалификации выпускника – специалист по монтажу и обслуживанию
телекоммуникаций
Форма обучения - очная**

Разработал преподаватель: Лихачева Л.И.

2024 г.

Практическая работа № 1

Тема: Стандартизация в области телекоммуникаций

Цель работы: ознакомиться с теоретическим материалом, ответить на вопросы.

Исходные данные (задание):

Основные понятия модели ВОС - протокол и интерфейс. Эталонная модель ВОС определяет требования к протоколам и интерфейсам взаимодействия, к структуре и характеристике физических средств соединения и дает четкое описание характеристик области взаимодействия открытых систем, в рамках которых могут быть разработаны протоколы, интерфейсы и физические средства.

В одной и той же эталонной модели для различных применений может быть описано множество наборов услуг, каждый из которых удовлетворяет требованиям ВОС. Последней ступенью детализации является разработка набора протоколов в рамках определенных услуг. Для каждого набора услуг могут быть разработаны различные протоколы.

Таким образом, стандарт ВОС должен определять не только эталонную модель, но и конкретный набор услуг, удовлетворяющих этой модели, а также набор протоколов, обеспечивающих предоставление этих услуг.

Система является открытой лишь тогда, когда она соответствует эталонной модели ВОС, стандартному набору услуг и стандартным протоколам (рисунок 1.3).

Верхний (**седьмой**) уровень модели ВОС является основным, ради которого существуют все остальные уровни. Он называется **прикладным**, поскольку с ним взаимодействуют прикладные процессы данной системы, решающие некоторую задачу совместно с другими прикладными процессами, размещенными в других открытых системах. Протоколы прикладного уровня обеспечивают взаимодействие прикладных процессов и непосредственно связаны с пользовательскими программами. Этот уровень эталонной модели ВОС определяет семантику, т. е. смысловое содержание информации, которой обмениваются открытые системы в процессе совместного решения некоторой заранее известной задачи. Естественно, что обе взаимодействующие системы должны одинаково интерпретировать получаемую информацию, т.е. обладать представлениями об области совместной работы.

Функции, реализуемые протоколами этого уровня, обеспечивают:

- описание форм и методов взаимодействия прикладных процессов;
- идентификацию пользователей;
- посылку запросов на соединение с другими прикладными процессами;
- подачу заявок нижеследующему уровню на необходимые методы описания информации и т. д.

Для того чтобы прикладные процессы могли взаимодействовать между собой, необходимо соблюдение протокола о смысловом содержании всех затрагиваемых аспектах работы.

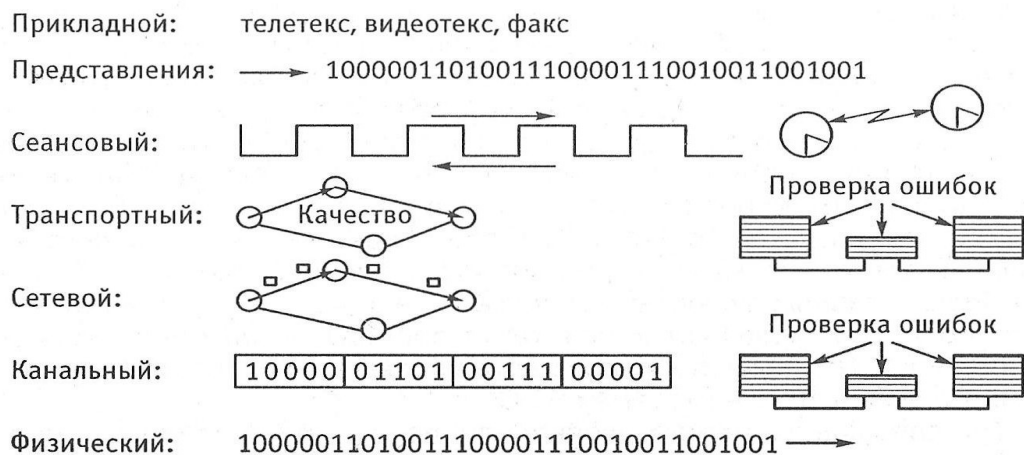


Рисунок 1.3 - Описание уровней

Следующий, **шестой уровень**, называется **уровнем представления**. Он определяет синтаксис передаваемой информации, т. е. набор знаков и способы их представления, понятные для всех взаимодействующих открытых систем. По протоколам уровня представления взаимодействующие системы договариваются о форме, в которой будет передаваться информация.

Задача этого уровня - преобразование информации, подлежащей передаче между прикладными процессами, т. е. язык и формат представления информации: данных, графического материала или речи.

Пятый, сеансовый уровень, обеспечивает взаимодействие между прикладными процессами независимо от метода и техники передачи информации. Протоколы этого уровня вызывают необходимые пользовательские программы, выделяют ресурсы, необходимые для их выполнения, и обеспечивают связь с пользовательскими программами. Сеансовый уровень предоставляет в распоряжение пользователей средства для организации диалога между процессами двух верхних уровней.

Пример выполняемых функций: открытие и закрытие сеанса связи; синхронизация сеансового соединения; аналоговое управление сеансом, обеспечивающее передачу блоков данных и подтверждение правильности приема. При взаимодействии прикладных процессов, реализованных в одной системе, сеансовый уровень является самым нижним.

Четвертый, транспортный уровень, обеспечивает логическое соединение между двумя оконечными устройствами от одного пользователя к другому согласно адресам источника и получателя сообщений и пересылку сообщений между взаимодействующими системами с использованием нижних уровней. Этот уровень принимает от верхнего уровня некоторый блок данных и обеспечивает его транспортировку через сеть связи к удаленной системе с требуемым качеством обслуживания. Уровни, лежащие выше транспортного, не учитывают специфику сети, через которую передаются данные, они знают лишь удаленные системы, с которыми взаимодействуют. Транспортный уровень должен иметь информацию о том, как работает сеть, размеры блоков данных, которые она может принимать и т.п.

Функции четвертого уровня включают в себя также процедуры контроля и коррекции ошибок.

Все вышеперечисленные уровни называются верхними и реализуются только в системах ВОС.

Три следующих, нижних уровня, определяют функционирование узлов сети и они должны реализовываться в системах, взаимодействующих через канал связи с узлом сети или другой открытой системой.

Третий, сетевой уровень, выполняет маршрутизацию блоков данных через сеть. Он включает в себя функции установления физического соединения последовательно через все звенья сети и содержит сигнальный протокол, определяющий маршрут передачи информации от одного объекта к другому.

Протоколы этого уровня реализуют функции выбора маршрутизации и типа коммутации.

Второй, канальный уровень, выполняет функции установления, поддержания и разъединения соединений каналов связи. Эти соединения называются информационными каналами. Для обеспечения информационных каналов может выполняться разделение информации на отдельные сегменты, называемые блоками, кадрами или пакетами. Каждый блок информации может содержать поля фиксированного размера (адреса, управления и проверки) и поле переменной длины (информационное).

Протоколы канального уровня реализуют оптимальную длину блока. В целом на канальный уровень возлагаются следующие функции:

- *инициализации* - обмена служебными сообщениями, подтверждающими готовность к передаче данных, между взаимодействующими узлами сети;
- *идентификации* - обмена служебной информацией, подтверждающей правильность соединения между пунктами;
- *синхронизация* по кодовым комбинациям;

- *сегментация* - формирование блоков для их передачи по каналу;
- *обеспечение прозрачности* - предоставления вышерасположенному уровню возможности передачи произвольных последовательностей битов или знаков;
- *управления потоком* - обеспечение согласования скоростей передачи и приема;
- *контроля ошибок* в канале связи и восстановления информации, искаженной в процессе передачи по сети;
- *обнаружения нарушений* нормальной передачи информации и реализации процедур выхода из сбойных ситуаций;
- *ликвидации* логического соединения, образованного при инициализации канала;
- *управления каналом* - обеспечения возможности контроля функционирования канала, выявления отказов, восстановления, сбора информации о работе канала. Услуги канального уровня различны для разных информационных каналов.

Первый, физический, уровень, обеспечивает непосредственную взаимосвязь со средой передачи, реализуя механические, электрические, функциональные и процедурные стандарты взаимодействия с физическими средствами ПД. Примеры среды передачи - коаксиальный кабель, двухпроводная витая пара, световод, шина, состоящая из группы проводов, для параллельной передачи байтов информации и др. Среда передачи может быть составной и включать сегменты различного типа, например, проводную и световодную линии. При этом в функции данного уровня не входит создание самой физической среды передачи, он определяет только основные характеристики потока информации через эту среду, например, скорость передачи, вид синхронизации.

Целью физического уровня является установление, поддержание и отключение физических соединений (физических каналов), соединяющих между собой узлы сети. Физические уровни узлов сети, соединенных каналами с различной средой передачи, должны выполнять одинаковые протоколы взаимодействия. Например, оконечный электронно-оптический преобразователь должен взаимодействовать с системой своего узла, так же как и модем, расположенный на другом узле сети. Правила этого взаимодействия и определяются протоколами физического уровня, реализованными на интерфейсе физического уровня со средой передачи. Сам интерфейс физического уровня представляет собой группу проводов для передачи в каждом направлении данных и управляющих сигналов.

В соответствии с архитектурой открытых систем физический уровень должен предоставлять канальному уровню следующие услуги:

- реализовать физическое соединение между двумя или более компонентами канального уровня;
- осуществлять передачу по установленному соединению единиц данных, например, битов или байтов при передаче информации;
- предоставлять канальному уровню доступ к соединению, выполненному на физическом уровне;
- обеспечивать идентификацию путей передачи информации между компонентами физического уровня;
- обеспечивать сохранение на выходе той же последовательности данных, которая поступала на вход физического соединения;
- выдавать сообщения об отказах или неисправных состояниях физического уровня;
- обеспечивать требуемые параметры качества обслуживания.

Таким образом, три нижних уровня обеспечивают непосредственно транспортировку информации от источника к потребителю. При рассмотрении модели ВОС следует иметь в виду, что число используемых уровней может быть различным для фазы установления соединений и фазы непосредственного обмена информацией между пользователями.

В отличие от эталонной модели ВОС, протокольные модели конкретных сетей допускают введение дополнительных подуровней, а также могут включать не все уровни. Однако их построение основывается на тех же принципах. Модель ВОС главным образом предназначена для координации существующих и будущих стандартов. Стандарты, применяющиеся на отдельных уровнях, определяют другие рекомендации. Некоторые примеры таких стандартов: соединение терминалов данных с модемами (V.24), канальный протокол (LAPB), адресация (Q.931). Рассмотренное ранее разделение служб на службы передачи и телеслужбы как раз отражает стандартизацию функций и протоколов в модели ВОС. Так как службы передачи ориентированы на транспортировку сообщений, они реализуются на нижних уровнях модели ВОС. Телеслужбы охватывают все без исключения функции передачи и протоколы связи для всех уровней модели ВОС.

Пример модели ВОС

Для лучшего понимания модели ВОС рассмотрим следующий пример. Пусть два начальника разных отделов работают над одним секретным проектом (рисунок 1.4). Причем один из них - француз Жак - в Парижском офисе; другой - немец Ганс - в берлинском. Поскольку проект секретный, было решено, что общение будет осуществляться зашифрованными письмами. При переписке приняты следующие соглашения:

- для общения выбран английский язык;
- шифровальщики шифруют и дешифруют текст в соответствии с принятым кодом;
- секретари обговаривают адреса и форматы писем.

Эти три соглашения, соответствующие протоколам ВОС, оговорены между двумя коммуникационными единицами на одном и том же уровне. Для аналогии с моделью ВОС считаем начальников отделов и переводчиков относящимися к седьмому уровню, шифровальщиков - к шестому и секретарей - к пятому. Каждый уровень обеспечивает услуги для следующего высшего уровня в соответствии с интерфейсом предыдущего. Жак пишет текст в Париже и направляет его переводчику, которому сообщается, что текст должен быть послан Гансу в Берлин (седьмой уровень). Переводчик переводит текст на английский язык и переправляет его шифровальщику, сопровождая информацией «Гансу в Берлине» (седьмой уровень).

Шифровальщик шифрует текст и переправляет его секретарю (четвертый уровень). Секретарь помещает документ в конверт и пишет на нем «Гансу в Берлин», добавляет текст «зашифровано» присваивает номер для того, чтобы секретарь в Берлине распознал документ. Затем он отправляет конверт в канцелярию (второй-третий уровни). В канцелярии конверт помещается в отсек «Почта берлинского офиса», а в конце дня все содержимое отсека помещается в большой конверт, на котором написано «Почта для берлинского офиса».

Сотрудник канцелярии пишет почтовый адрес берлинского офиса на конверте и отправляет его на почту (второй и третий уровни). На почте отбирается вся почта, предназначенная для отправки в Берлин (первый уровень). Если, например, во время транзита конверт промок, и адрес на нем стал неразборчивым, отделение сортировки писем возвращает его в парижский офис, где он снова попадает в канцелярию. Сотрудник канцелярии помещает письмо в новый конверт, пишет на нем адрес и пересылает его на почту (второй-третий уровни). Конверт теперь может быть отсортирован вместе с другой почтой, предназначенной для Берлина. Почтовое отделение, кроме того, выбирает вид транспорта, в данном случае - авиапочту.

Почтальон в Берлине доставляет почту в берлинский офис, где она попадает в канцелярию (второй-третий уровни). Среди остальной почты в конверте находят письмо, адресованное Гансу, и отдают его в отдел, где он работает (четвертый уровень). Секретарь делает отметку о получении письма и о том, что послание зашифровано, затем отдает его шифровальщику (пятый уровень). Шифровальщик открывает письмо и расшифровывает текст, но так как оно написано на английском языке, он передает его переводчику (шестой уровень). Переводчик переводит текст на немецкий язык и переправляет его Гансу (седьмой уровень). В берлинской организации каждый уровень получает информацию,

добавляемую соответствующим уровнем в парижском офисе. Когда шифровальщик расшифровал послание, оно стало идентичным тому, которое было написано переводчиком в Париже. Связь между двумя начальниками отделов, между двумя шифровальщиками и между двумя секретарями логическая. Связь между начальником отдела и его шифровальщиком и на всем пути между различными уровнями в модели физическая.

Две компьютерные системы соединяются аналогичным способом (рисунок 1.5). Передающая сторона генерирует данные, используемые на приемной стороне. На каждом уровне модели ВОС последовательно добавляются данные, используемые соответствующим уровнем на приемной стороне. Эти данные обычно располагаются в форме заголовка в начале пакета данных, доставляемого от вышестоящего уровня. На сетевом уровне данные часто добавляются в конце пакета в форме трейлера (хвоста). Дополнительные биты вставляются даже на физическом уровне, работающем в цифровом режиме.

Каждый уровень ВОС имеет свой собственный протокол формата данных. Хорошо продуманная структура создается модульно, это означает, что протокол одного уровня может быть заменен без повреждения других уровней. Первый - третий уровни являются функциональными эквивалентами сетевых узлов. Узлы должны быть предоставлены как можно меньшим числом уровней, функции некоторых уровней могут быть совмещены.



Рисунок 1.4 – Аналогия с моделью ВОС

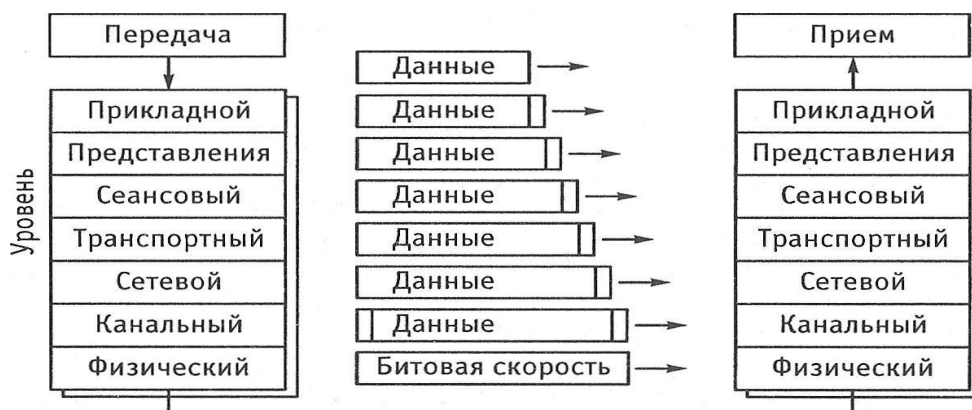


Рисунок 1.5 - Передача данных в модели ВОС

Задание 1. Обзор терминов в области информационной безопасности

1. Запишите основные термины и определения стандарта ISO/IEC 27000[1]

Задание 2. Знакомство со стандартом ISO/IEC 27001:2013

1. Ознакомьтесь с текстом стандарта ISO/IEC 27001:2013[2]
2. Запишите структуру стандарта ISO/IEC 27001:2013

Задание 3. Знакомство со стандартом ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2006

1. Ознакомьтесь с текстом стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2006[3]
2. Проведите сравнительный анализ «Приложений А» двух стандартов: ISO/IEC 27001:2013 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2006.

Список использованной литературы:

1. Метрология, стандартизация и сертификация. В 2 частях. Ч.
2. Стандартизация и сертификация: учебник и практикум для вузов / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. - 325 с. - (Высшее образование). - Текст: непосредственный. ISBN 978-5-534 -03645-9 (ч. 2) ISBN 978-5-534 -03644-2

[1] ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000-2012 - **НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ от 01.12.2013**, УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 ноября 2012 г. N 813-ст, ПОДГОТОВЛЕН Федеральным бюджетным учреждением "Консультационно-внедренческая фирма в области международной стандартизации и сертификации - "Фирма "Интерстандарт" (ФБУ "КВФ "Интерстандарт") совместно с Евро-Азиатской ассоциацией производителей товаров и услуг в области безопасности (Ассоциация ЕВРААС) и ООО "Научно-испытательный институт систем обеспечения комплексной безопасности" (ООО "НИИ СОКБ") на основе перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 4, ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 362 "Защита информации"

[2] ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2013 - **НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**, ПОДГОТОВЛЕН Федеральной службой по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК РосОткрытым Акционерным обществом «Информационные Технологии и коммуникационные системы (ОАО «ИнфоТеКС») И Федеральным Автономным учреждением «Государственный научно-исследовательский испытательный институт проблем технической защиты информации Федеральной По техническому и экспортному контролю» (ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России») На основе официального перевода на русский язык англоязычной версии указанного в пункте 4 стандарта, который выполнен ФГБУ «РСТ» ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 362 «Защита информации» УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального Агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2021 г. № 1653-ст

[3] ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001—2006 - **НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**, Подготовлен Федеральным государственным учреждением "Государственный научно-исследовательский испытательный институт проблем технической защиты информации Федеральной службы по техническому и экспортному контролю" (ФГУ "ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России") и Обществом с ограниченной ответственностью "Научно-производственная фирма "Кристалл" (ООО "НПФ "Кристалл") на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4, Внесен Управлением технического регулирования и стандартизации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2006 г. N 375-ст.

Форма отчета: Указать цель работы. Заполнить сравнительную таблицу. Ответить на контрольные вопросы.

Результаты анализа по пункту 2 оформите в сравнительной таблице

№ п/п	Характеристика	ISO/IEC 27001:2013	ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001- 2006
----------	----------------	--------------------	----------------------------------

Контрольные вопросы:

1. Чем отличаются понятия рекомендация и стандарт?
2. Из каких соображений должно выбираться число Уровней разбиения трудоемкой задачи на подзадачи?
3. Сколько уровней содержит модель ВОС?
4. Что такое протокол и интерфейс?
5. Дайте краткую характеристику уровней модели ВОС.

Категории оценки:

1. Полный ответ – 5 баллов
2. Дополнительный уточняющий вопрос – 4 балла
3. Краткий ответ – 3 балла

Практическая работа №2

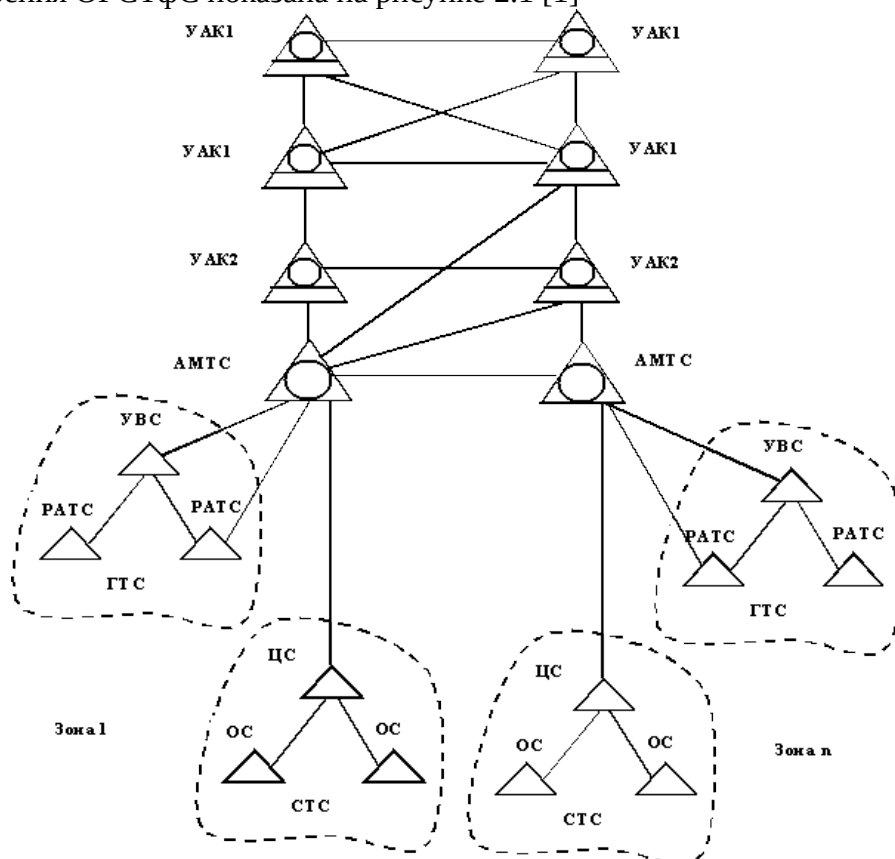
Тема: Исследование построения Общегосударственной системы автоматической телефонной связи.

Цель работы.

Изучить построение Общегосударственной системы автоматизированной телефонной связи.

Теоретический материал.

Общегосударственная система автоматизированной телефонной связи (ОГСТфС) предназначена для удовлетворения населения и предприятий в передаче сообщений пользователей как в пределах страны, так и выход на международную телефонную сеть [26]. Схема построения ОГСТфС показана на рисунке 2.1 [1]



UAK – узел автоматической коммутации TS – центральная станция
VBC – узел входящих сообщений OS – оконечная станция

Рисунок 2.1 – Структурная схема ОГСТфС

ОГСТфС предоставляет два вида услуг:

1) **услуги доставки (передачи) информации** – передача речевых, факсимильных сообщений, электронной почты, передача данных;

2) **специальные услуги** - информационно-справочные, заказные, дополнительные.

Специальные услуги предоставляют службы сервиса автоматически или с помощью оператора. К службам сервиса относятся:

- справочная местной телефонной сети;
- справочная точного времени;
- заказная междугородной телефонной сети (принимает заказы на междугородные и международные разговоры);
- справочная междугородной и международной сети;
- заказная ремонта местной телефонной сети.

Дополнительные услуги (дополнительные виды обслуживания ДВО) могут предоставляться общесетевыми службами или коммутационной системой, куда подключена линия абонента.

К ДВО относятся следующие услуги:

- сокращенный набор номера;
- переадресация входящего вызова на другой аппарат;
- возможность получить справку во время разговора с одним из пользователей с возможностью возврата к прежнему собеседнику без повторного набора номера;
- конференц-связь.

2.2. Построение городских телефонных сетей (ГТС)

2.2.1. Нерайонированная ГТС

Простейшей ГТС является районированная ГТС. На такой сети устанавливается одна телефонная станция, куда включаются абонентские линии (рисунок 2.2).

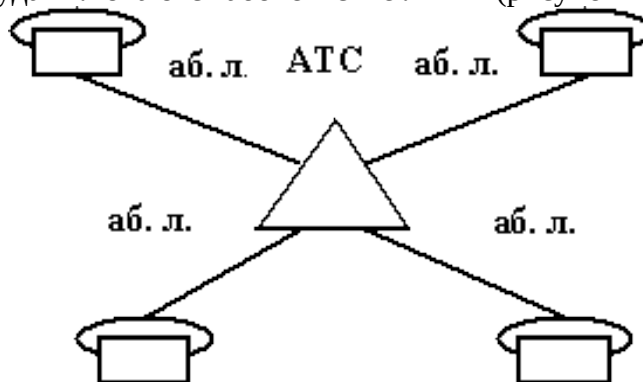


Рисунок 2.2 – Нерайонированная ГТС

Нерайонированные ГТС используются в городах с небольшой емкостью и обслуживаемой территорией. Нумерация на сети может быть: · Четырехзначная (если емкость АТС не превышает 10000 номеров):

Т	С	Д	Е,	Т – номер тысячной абонентской группы,
номер АЛ				С – номер сотенной абонентской группы,
				ДЕ – номер линии внутри сотенной группы

В этом случае максимальная емкость сети 8000 номеров, т. к. в качестве первой цифры номера нельзя использовать цифры 0 и 8 (0, в дальнейшем 1 – выход на узел спецслужб; 8, в дальнейшем 0 – выход на АМТС);

ДТ	Т	С	Д	Е,	ДТ – номер десятитысячной абонентской группы,
номер АЛ					Т – номер тысячной абонентской группы,
					С – номер сотенной абонентской группы,
					ДЕ – номер линии внутри сотенной группы

Пятизначная:

В этом случае в городских районах с высокой плотностью абонентов устанавливаются концентраторы, которые содержат часть коммутационного оборудования цифровой АТС.

Максимальная емкость сети 80000 номеров.

2.2.2. Районированная ГТС

При увеличении абонентской емкости и размеров обслуживаемой территории для уменьшения затрат на линейные сооружения целесообразно строить ГТС по принципу районирования. В этом случае территория города разбивается на районы. В каждом из районов размещается районная АТС (РАТС), в которую, как правило, включаются 10000 абонентов этого района. РАТС соединяются между собой по принципу «каждая с каждой» (рисунок 2.3)

Максимальная емкость сети 80000 номеров, т. к. в качестве первой цифры номера нельзя использовать цифры 0 (в дальнейшем 1) и 8 (в дальнейшем 0). Экономически выгодная емкость 50-60 тыс. номеров.

При таком построении ГТС капитальные затраты на линейные сооружения сокращаются за счет существенного уменьшения протяженности абонентских линий, имеющих низкий коэффициент использования и введения соединительных линий с высоким коэффициентом использования.

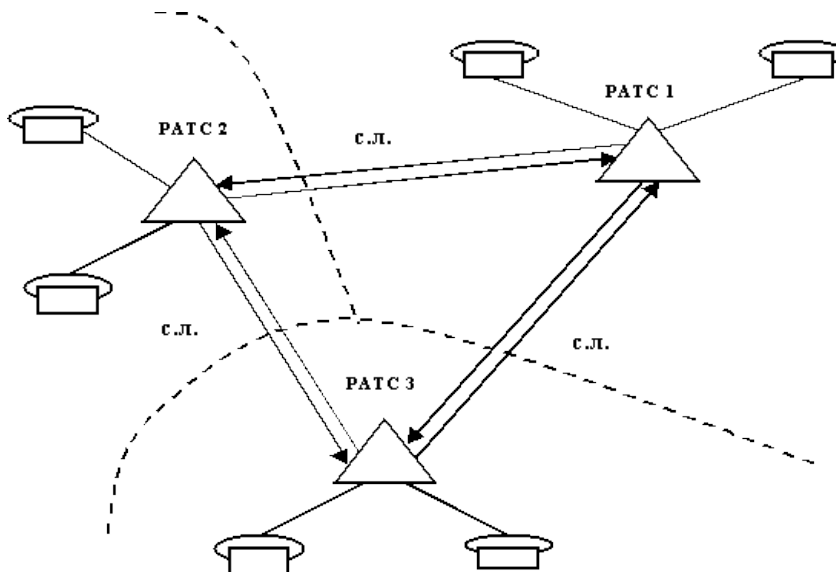


Рисунок 2.3 – Районированная ГТС

2.2.3. ГТС с узлами входящих сообщений (УВС)

При большом числе районных АТС организация межстанционной связи по принципу «каждая с каждой» приводит к увеличению числа пучков соединительных линий, в которых понижается пропускная способность линий. Одним из наиболее эффективных способов повышения использования межстанционных линий является применение на ГТС коммутационных узлов для концентрации нагрузки. При увеличении емкости свыше 50-60 тысяч номеров на ГТС используются узлы входящих сообщений (УВС).

При таком построении сети территория города делится на узловы районы. Внутри узлового района РАТС связываются по принципу «каждая с каждой». Связь между РАТС разных узловых районов осуществляется через УВС (рисунок 2.4).

Нумерация на сети шестизначная:

И1	И2	Т С Д Е
код 100-тыс. гр. (код УВС)	код 10-тыс. гр. (номер РАТС в УВС)	номер АЛ
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 20px; margin: 5px 0;"></div>		
код РАТС на сети (код 10тыс. абонентской группы)		

Максимальная емкость сети 800000 номеров. Экономически выгодная емкость 500-600 тыс. номеров.

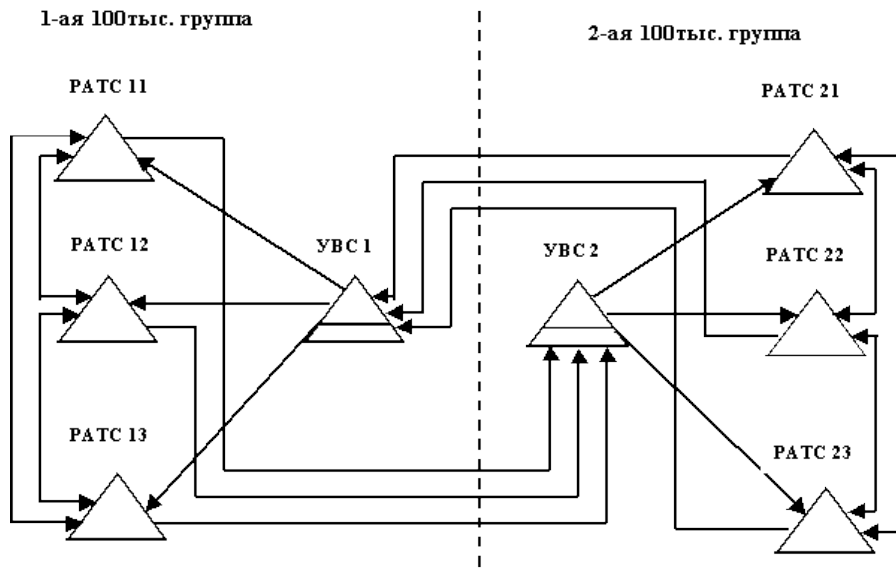
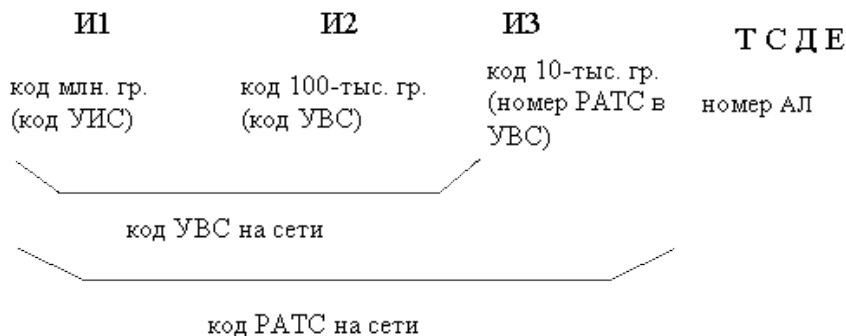


Рисунок 2.4 – ГТС с УВС

2.2.4. ГТС с узлами исходящих (УИС) и входящих сообщений (УВС)

При емкости свыше 500-600 тыс. номеров даже при наличии на сети УВС количество пучков соединительных линий становится очень большим, а эффективность использования уменьшается. В этом случае территория города делится на узловы районы емкостью до 100 тыс. номеров каждый. Для установления соединений между РАТС разных узловых районов в каждом узловом районе вводят коммутационные узлы исходящих сообщений УИС, в которых объединяется исходящая нагрузка станций других узловых районов, и распределяется по направлениям к УВС своего узлового района (максимально 10 УВС в узловом районе) (рисунок 2.5).

Нумерация на сети семизначная:



Максимальная емкость сети 8000000 номеров. Экономически выгодная емкость 5-6 млн. номеров.

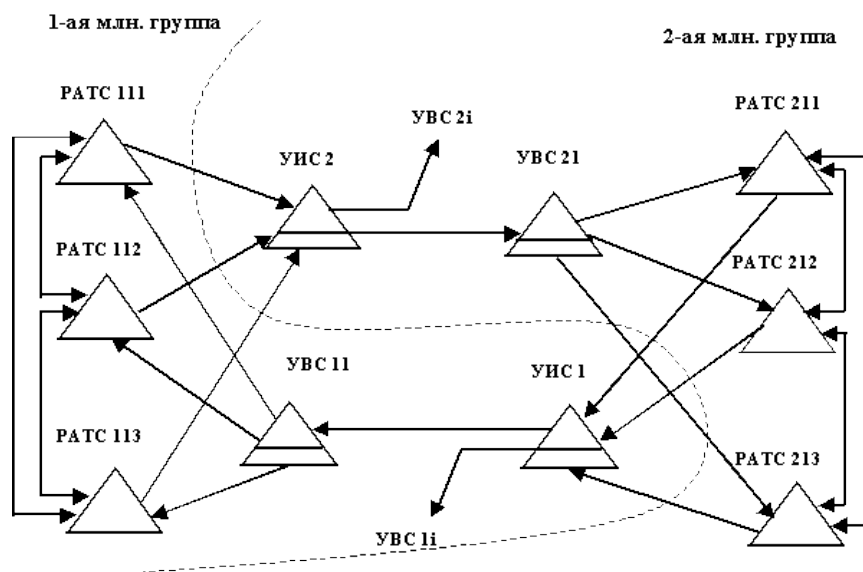


Рисунок 2.5 – ГТС с УИС и УВС

2.3. Переход ГТС полностью на цифровую связь.

2.3.1. Стратегия перехода от аналоговых ГТС к цифровым

Преобразование аналоговых вторичных сетей в цифровые – актуальная задача для ТфОП России. Возможны различные пути перехода от аналоговых сетей к цифровым. Для крупных сетей этот переход можно реализовать в несколько этапов:

- 1) замена всех аналоговых межстанционных линий цифровыми;
- 2) замена всех аналоговых систем коммутации (АСК) цифровыми системами коммутации (ЦСК);
- 3) создание цифровой сети с интеграцией обслуживания ЦСИО (сведения по ЦСИО представлены в разделе 11).

Может быть использована другая стратегия перехода – внедрение «наложенной» цифровой сети, которая создается наряду с уже существующей аналоговой сетью. Такая стратегия позволяет минимизировать единовременные затраты, так как в момент ввода первых ЦСК возможно создание полностью цифрового участка сети, в пределах которого информация между абонентами может передаваться в цифровой форме. Кроме того, часть услуг цифровой сети смогут получать и абоненты аналоговой сети, благодаря специально организованному доступу к ресурсам наложенной сети.

Варианты построения «наложенной» цифровой сети зависят от емкости и структуры существующей аналоговой сети.

При создании «наложенной» сети на аналоговой ГТС без узлов вновь вводимые АТС должны быть связаны со всеми РАТС данной ГТС цифровыми трактами с установкой оборудования аналогово-цифрового преобразования (АЦП) на стороне аналоговых АТС.

При введении следующих станций необходимо решать вопрос рационального подключения данных станций к существующей ГТС. Возможны три основных способа подключения вновь вводимых РАТС [6]:

- 1) организация прямых пучков соединительных линий между каждой цифровой и каждой аналоговой РАТС («каждая с каждой»);
- 2) использование ранее введенных в сеть цифровых РАТС в качестве транзитных станций для вновь вводимых станций. При этом связь вводимых РАТС с аналоговой ГТС будет осуществляться через транзитную станцию;
- 3) комбинированное решение, основанное на сочетании перечисленных ранее вариантов.

2.3.2. Структура цифровых ГТС

Цифровые АТС позволяют реализовать более экономичные структуры ГТС по сравнению с аналоговыми АТС. Основные особенности перспективных структур ГТС с цифровыми АТС (ЦСК, АТСЭ) следующие:

- широкое использование выносных концентраторов (часть аппаратно-программных средств ЦСК, приближенных к местам группирования пользователей), что позволяет строить более гибкую сеть, сокращает протяженность абонентских линий и уменьшает затраты на управление и обслуживание
- комбинированное использование оборудования АТС (РАТС, РАТС и УВС, УИВС, РАТС и УИВС, РАТС и АМТС и т. д.);
- возможность использования двухсторонних соединительных линий;
- применение обходных направлений;
- использование системы общеканальной системы сигнализации ОКС№7 (раздел 7, п. 7.3);
- предоставление абонентам значительного числа дополнительных видов обслуживания;
- создание на сети центров технической эксплуатации.

Структура цифровой сети может быть существенно упрощена по сравнению с аналоговой сетью. Это связано, прежде всего, с тем, что нет никаких жестких ограничений максимальной емкости ЦСК (количества абонентских и соединительных линий), какие существуют для аналоговых станций. Поэтому для построения цифровой сети заданной емкости требуется меньшее количество станций, чем для построения аналоговой сети.

Еще одно важное отличие цифровой сети от аналоговой – отсутствие ограничений на расстояние между станциями и узлами благодаря использованию систем передачи с

импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ). Это позволяет строить цифровую ГТС как одноуровневую, т. е. без узлов. Станции такой сети могут быть связаны по принципу «каждая с каждой» ИКМ-трактами (рисунок 2.6) [26].

Эти станции могут использоваться как оконечные или как совмещенные (оконечные и транзитные). Для обмена сигнальными сообщениями при межстанционной связи в сети используется система общеканальной сигнализации ОКС№7. Данная система сигнализации является эффективным транспортным средством, передающим не только сигнальные сообщения пользователей, но и команды управления сетью и данные технической эксплуатации.

На цифровой ГТС широко используются концентраторы, так как это позволяет снизить затраты на абонентскую сеть (сеть доступа пользователей к цифровой сети).

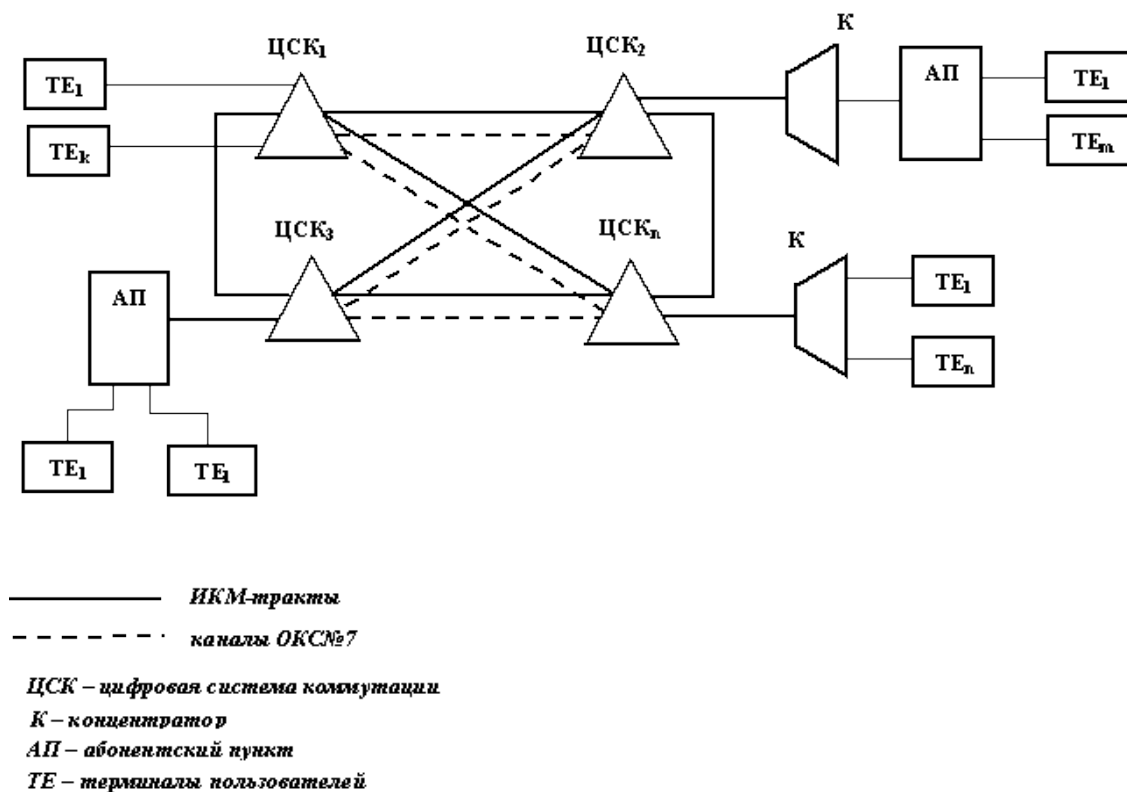


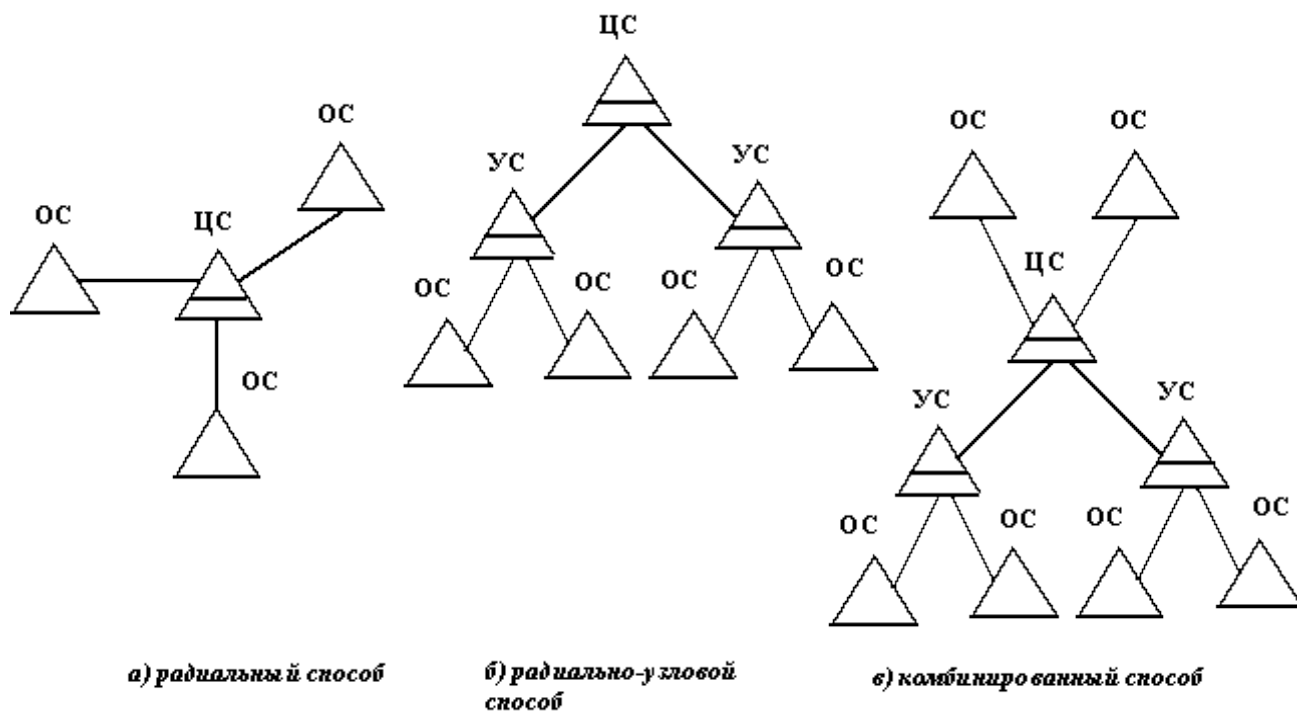
Рисунок 2.6 – Цифровая одноуровневая ГТС

2.4. Построение сельских телефонных сетей (СТС)

Различают следующие способы построения сельских телефонных сетей:

- 1) радиальный (рисунок 2.7, а);
- 2) радиально-узловой (рисунок 2.7, б);
- 3) комбинированный (рисунок 2.7, в).

Основой СТС является *центральная станция (ЦС)*, в которую включаются линии от вышестоящей АМТС, соединительные линии от оконечных станций (ОС), а при радиально-узловом построении и от узловых станций (УС). Центральная станция устанавливается в районном центре и обычно имеет емкость до 1000-2000 номеров. *Узловые станции* концентрируют нагрузку от ОС и включаются в ЦС. *Оконечная станция* предназначена для подключения абонентов.



ЦС – центральная станция

УС – узловая станция

ОС – оконечная станция

Рисунок 2.7 – Способы организации ЛТС

2.5. Внутрizonные телефонные сети

Вся территория страны делится на зоны с единой системой нумерации. Как правило, территории телефонных зон совпадают с территориями областей и республик. Однако территории нескольких областей могут быть объединены в одну зону и, наоборот, одна область может быть разделена на две зоны. Крупные города с семизначной нумерацией выделяются в самостоятельные зоны.

Каждая внутрizonная сеть включает в себя городские и сельские телефонные сети (ЛТС). Коммутационным центром зоны является автоматическая междугородная телефонная станция (АМТС), через которую осуществляется выход на другие внутрizonные сети, а также связь внутри зоны между местными станциями.

Наиболее распространенным вариантом организации внутрizonной сети является вариант с одной АМТС в зоне. В этом случае внутрizonная сеть строится по радиальному принципу, где роль узла выполняет АМТС, которая также является оконечной станцией междугородной сети. В АМТС включаются центральные станции (ЦС) сельской сети и РАТС городской сети. РАТС соединяются с АМТС либо непосредственно, либо, через узлы городской сети (УИС и УВС). Между местными сетями и АМТС имеются соединительные линии:

- исходящие – заказно-соединительные линии (зсл) в направлении к АМТС;
- входящие – соединительные линии междугородные линии (слм) от АМТС к местным сетям (на стороне городских АТС слм заканчиваются на входах УВСМ).

Схема построения внутрizonной телефонной сети показана на рисунке 2.8.

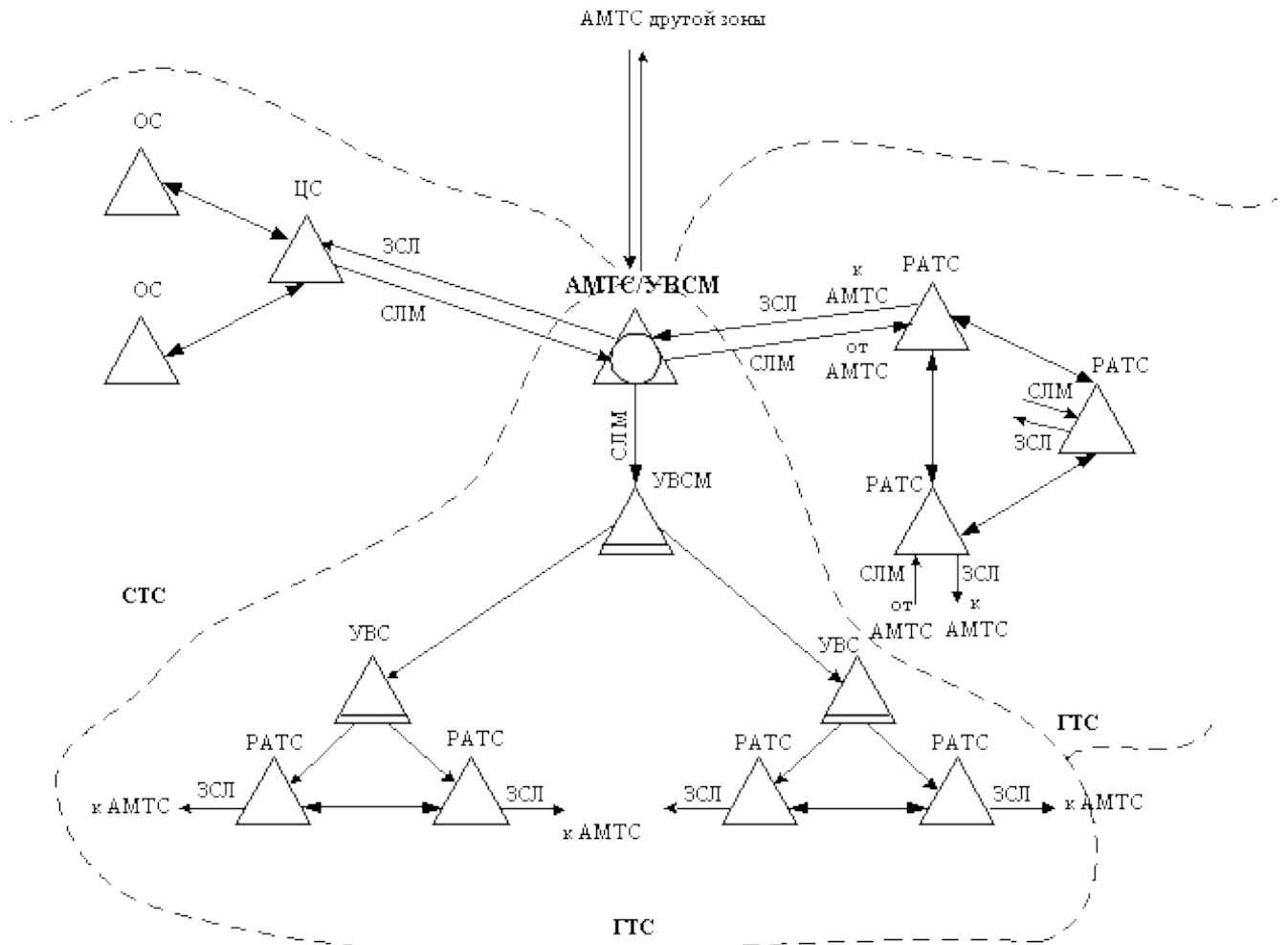
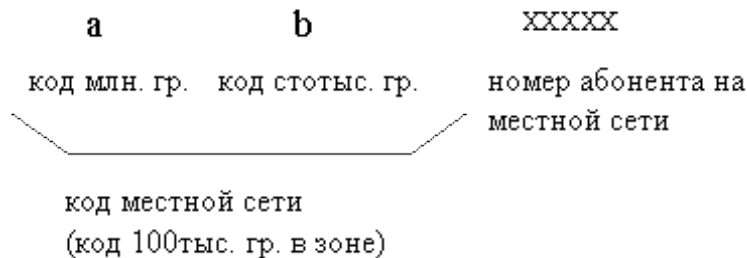


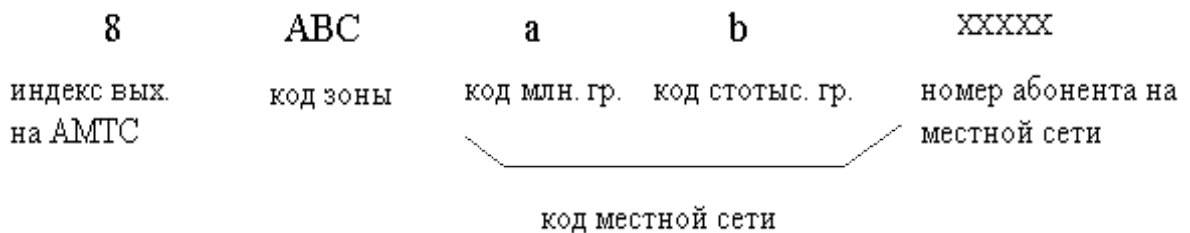
Рисунок 2.8 – Схема построения внутрizonной телефонной сети

В пределах зоны нумерация семизначная:



В качестве первой цифры **a** могут быть использованы любые цифры, кроме 0 (в дальнейшем 1) и 8 (в дальнейшем 0). В стотысячной группе номер пятизначный **XXXXX**. Так как число стотысячных групп в зоне нумерации не может превышать 80, то максимальная емкость внутрizonной сети 8 млн. номеров.

Порядок набора номера при внутрizonной связи:



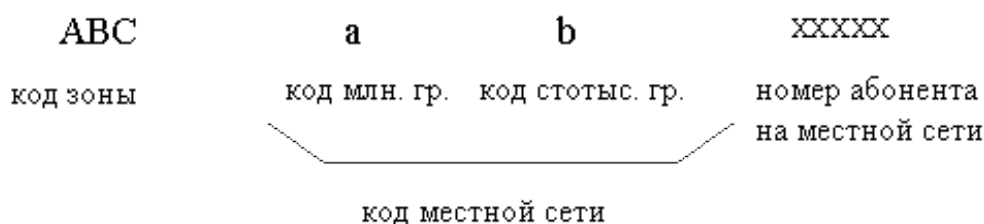
2.6. Организация междугородной сети

Междугородная телефонная сеть предназначена для установления соединений между АМТС различных зональных сетей и включает АМТС, узлы автоматической коммутации первого класса (УАК1) и второго класса (УАК2), пучки телефонных каналов, связывающие станции и узлы между собой. АМТС являются оконечными станциями междугородной сети. На УАК устанавливаются только транзитные соединения.

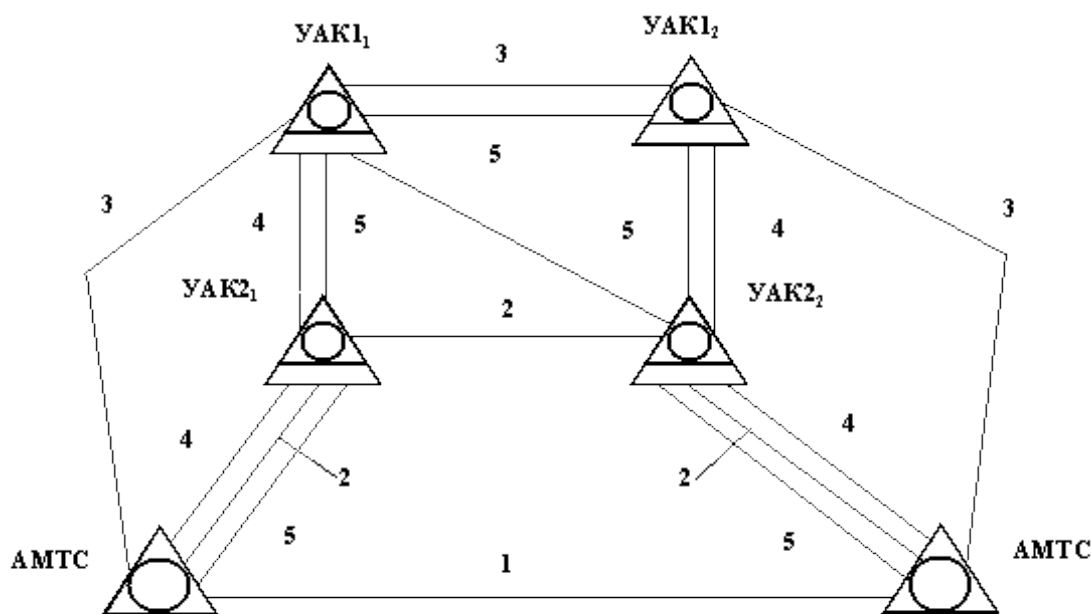
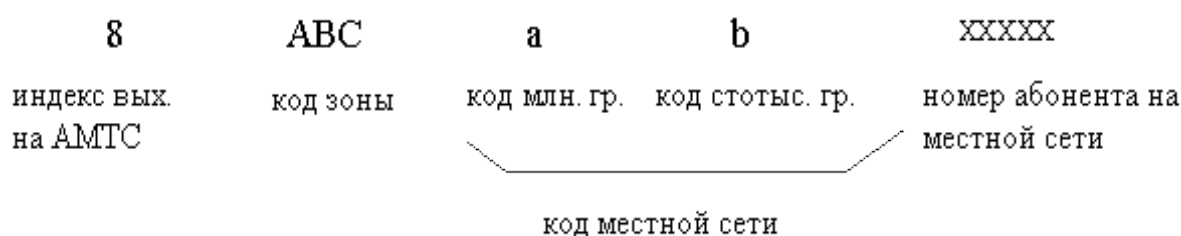
Вся территория страны разделена на транзитные территории, каждая из которых имеет УАК1. Все УАК1 соединяются между собой по принципу «каждый с каждым» пучками высокого качества. Каждая АМТС, расположенная на транзитной территории, соединяется с УАК1 этой территории и еще с одним УАК1 междугородной сети либо непосредственно, либо через УАК2 пучками высокого качества. УАК2 создаются при наличии технико-экономической целесообразности для замыкания нагрузки между группой АМТС одной транзитной территории и выхода к УАК1.

Число УАК в соединительном тракте не должно превышать четырех, т. е. в соединительном тракте на междугородной сети не быть более пяти коммутируемых участков (рисунок 2.9). Самый длинный путь по числу коммутируемых участков между АМТС: АМТС – УАК2 – УАК1 – УАК1 – УАК2 – АМТС (путь последнего выбора).

Нумерация на сети десятизначная:



Порядок набора номера при междугородной связи:



Возможные виды соединений:

- 1 АМТС - АМТС
- 2 АМТС – УАК2₁– УАК2₂ - АМТС
- 3 АМТС — УАК1₁ - УАК1₂ - АМТС
- 4 АМТС – УАК2₁– УАК1₁ - УАК2₂ - АМТС
- 5 АМТС – УАК2₁– УАК1₁ – УАК1₂ - УАК2₂ - АМТС

Рисунок 2.9 – Виды соединений на междугородной телефонной сети

Задание.

Изучить принцип построения телекоммуникационных сетей.

Форма отчета.

Указать цель работы.

Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Назначение общегосударственной системы автоматизированной телефонной связи (ОГСТФС)?
2. Какую структуру имеет ОГСТФС?
3. Какие виды услуг предоставляет ОГСТФС?
4. Чем определяется выбор способа построения городских телефонных сетей?
5. Какова максимальная емкость ГТС, построенная по принципу «каждая с каждой»?
6. Какую структуру имеет номер абонента на ГТС, построенной по принципу «каждая с каждой»?
7. С какой целью на ГТС вводятся узлы входящих сообщений УВС?
8. Какова максимальная емкость ГТС с УВС?
9. Какую структуру имеет номер абонента на ГТС с УВС?
10. Какова максимальная емкость ГТС с УИС и УВС?
11. Какую структуру имеет номер абонента на ГТС с УИС и УВС?
12. Каковы основные способы построения сельских телефонных сетей СТС?
13. Пояснить организацию внутризоновых сетей.
14. Какую структуру имеет номер абонента при внутризоновой связи?
15. Пояснить организацию междугородной связи.
16. Какую структуру имеет номер абонента при междугородной связи?

Практическая работа №3

Тема: Составление схем вторичных сетей связи

Учебная цель:

1. Научиться строить схемы сети связи заданной топологии согласно задания преподавателя.

Учебные задачи:

1. Ознакомиться со структурой вторичных сетей.
2. Научится анализировать взаимодействие вторичных сетей с первичной сетью. Образовательные ресурсы, заявленные во ФГОС третьего поколения.

Студент должен:

Уметь:

- анализировать структуру вторичных сетей

Знать:

- принципы построения сетей электросвязи

Краткие теоретические материалы по теме практической работы:

В соответствии с классификацией сетей связи телефонная сеть общего использования по охвату территории и абонентов представляет собой иерархию различных телефонных сетей:

- местных (городских, сельских, комбинированных);
- внутризоновых;
- междугородных;
- международных.

В практической работе №2 были рассмотрены городские телефонные сети.

Городские телефонные сети (ГТС) предназначены для обслуживания телефонной связью населения, учреждений и организаций, расположенных на территории данного города и его пригородной зоны.

Оборудование ГТС преимущественно состоит из линейных и станционных сооружений. К линейным сооружениям относятся:

- кабельные подземные и воздушные линии связи;
- распределительные устройства (шкафы, коробки);
- устройства телефонной канализации (колодцы, трубопроводы);

- оконечные терминалы (телефонные аппараты, таксофоны).

По своим функциям линейные сооружения разделяются на сеть абонентских линий и сеть соединительных линий.

Сеть абонентских линий (ал) предназначена для подключения к АТС оконечных терминалов и устройств абонентского доступа.

Сеть соединительных линий (сл) предназначена для организации связи между абонентами, включенными в разные АТС.

Для установления соединений от АТС к АТС должен иметься другой пучок сл. поэтому для уточнения направления, по которому устанавливается соединения, пучкам сл присваиваются! определения исходящий и входящий пучок линий межстанционной связи (МСС).

- Нерайонированные сети;
- Районированные сети без узлообразования;
- Районированные сети с узлами входящей связи (УВС);
- Районированные сети с УВС и узлами исходящей связи (УИС);

Простейшей городской телефонной сетью является нерайонированная ГТС (рис.1). На такой сети устанавливается одна телефонная станция, куда включаются все абонентские линии ГТС. При этом основная часть расходов при строительстве ГТС (свыше 60%) приходится на линейные сооружения, поэтому такие ГТС строятся только в городах с небольшой территорией. Межстанционные сл на такой сети отсутствуют. Верхний предел емкости аналоговой нерайонированной ГТС чаще всего не превышает 10000 номеров. Нумерация абонентских линий 5-значная.

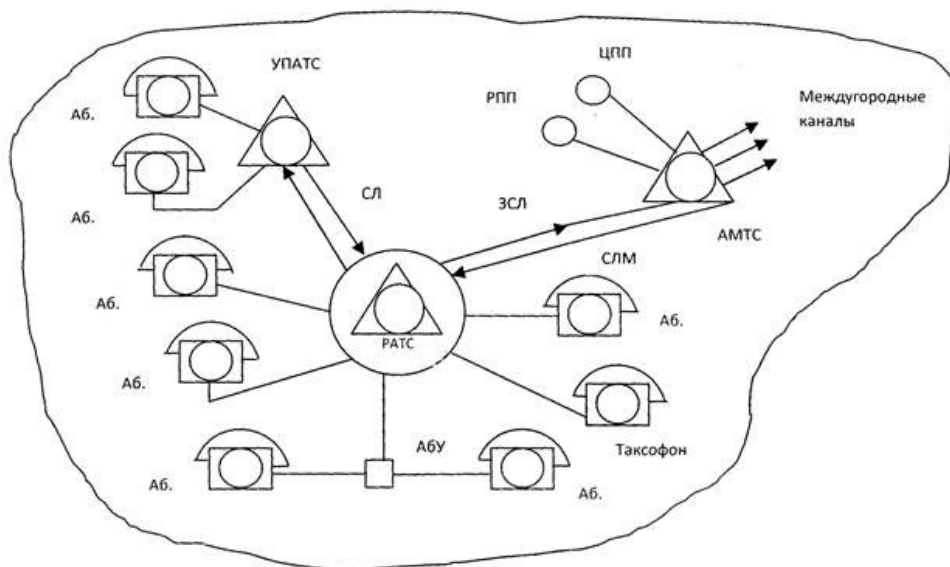


Рисунок 1- Структурная схема нерайонированной ГТС

При увеличении абонентской емкости и размеров обслуживаемой территории для уменьшения затрат на линейные сооружения целесообразно строить ГТС по принципу районирования. В этом случае территорию города разделяют на районы. В каждом из них размещается районная АТС (РАТС), в которую включаются абоненты этого района. Такая ГТС называется районированная ГТС (рисунок 2). При районировании ГТС капитальные затраты на линейные сооружения значительно сокращаются за счет существенного уменьшения протяженности абонентских линий, имеющих низкое использование, и введения соединительных линий с высоким коэффициентом использования. Предельная емкость такой сети - 80 тыс. номеров. При этом используется 5-значная нумерация. АТС соединяются между собой по принципу «каждая с каждой».

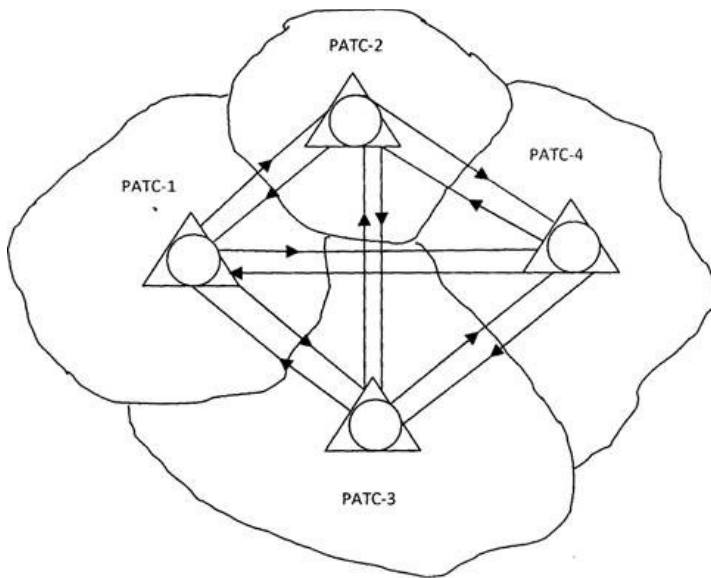


Рисунок 2 - Схема районированной ГТС без узлов

При большом числе РАТС организация межстанционной связи по принципу «каждая с каждой» приводит к чрезмерному повышению расхода кабеля и затрат на организацию «Межстанционной сети связи (МСС). Для решения этой проблемы организуют коммутационный узел, на котором обычно устанавливается одна ступень группового искания. При увеличении числа РАТС (более 6-7), а следовательно, при емкости более 60-70 тыс. номеров на ГТС используется УВС (узел входящих сообщений). При таком строении сети территория города делится на узловы районы. Связь между РАТС, которые находятся на территории разных узловых районов осуществляется через УВС, а внутриузловая связь может осуществляться по схеме «каждая с каждой». В каждом узловом районе (УР) устанавливается до десяти РАТС. Нумерация на таких сетях - шестизначная (рисунок 3).

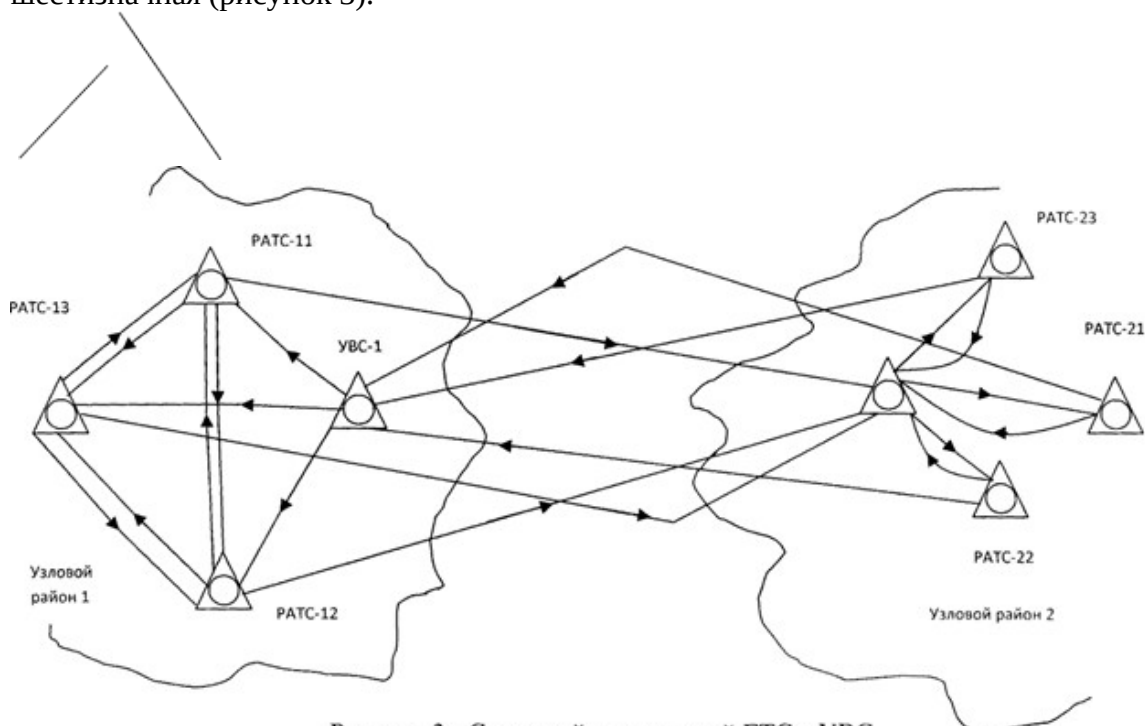


Рисунок 3 - Схема районированной ГТС с УВС

При емкости ГТС более 500-600 тыс. номеров даже при наличии на сети УВС число пучков соединительных линий становится очень большим, а эффективность их использования уменьшается. В этом случае для установления соединений между РАТС разных узловых районов помимо УВС вводят коммутационные узлы исходящего сообщения (УИС). УИС -

называют коммутационный узел, в котором объединяются исходящие нагрузки станций одного узлового района и распределяются по направлениям к УВС телефонной сети. Территория города делится на миллионные зоны, каждая из которых может включать в себя до десяти узловых районов емкостью до 100000 номеров каждый. Концентрируемая на УИС исходящая телефонная нагрузка по пучкам сл поступает к УВС других узловых районов. При этом число и протяженность пучков сл значительно уменьшается, а их использование возрастает. В пределах узлового района РАТС соединяются между собой по принципу «каждая с каждой» либо через УВС, а с РАТС других районов - через УИС и УВС. При таком построении сети принята семизначная нумерация (рисунок 4).

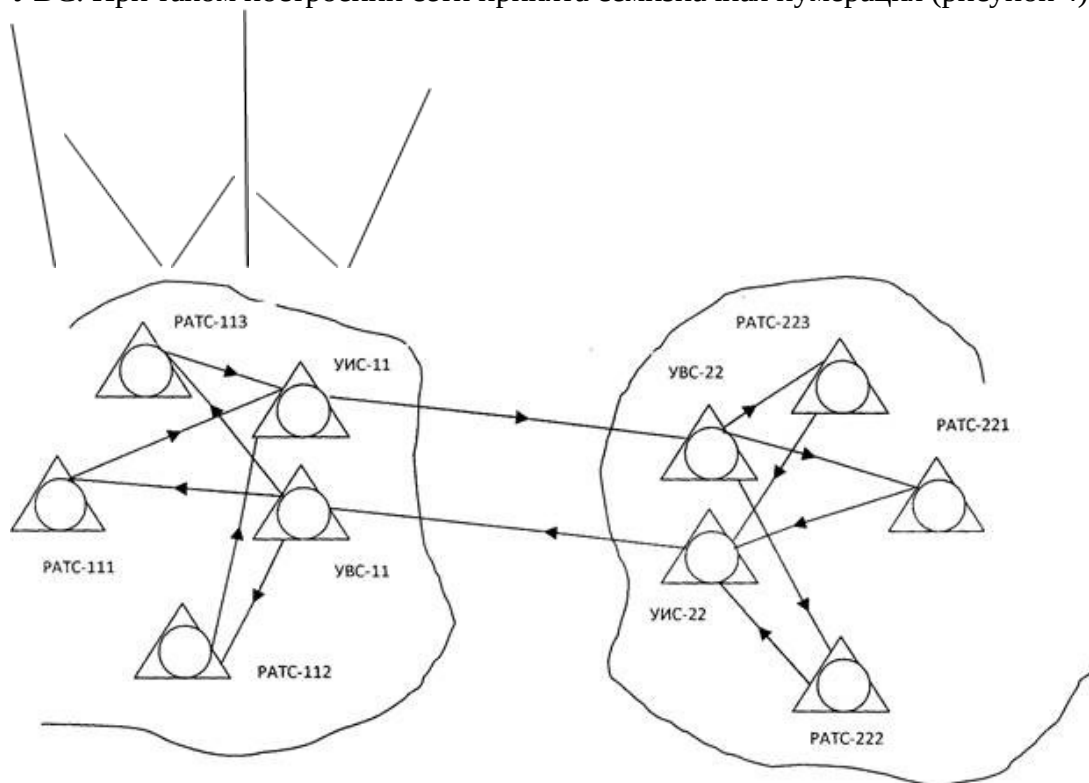


Рисунок 4- Схема районированной ГТС с УВС и УИС

Сельские телефонные сети (СТС) характеризуются большим территориальным разномом элементов из-за низкой плотности населения, что определяет особенности их построения и обеспечения абонентов услугами. Они строятся по следующим принципам:

А) радиальный (одноступенчатая схема), рисунок 5;

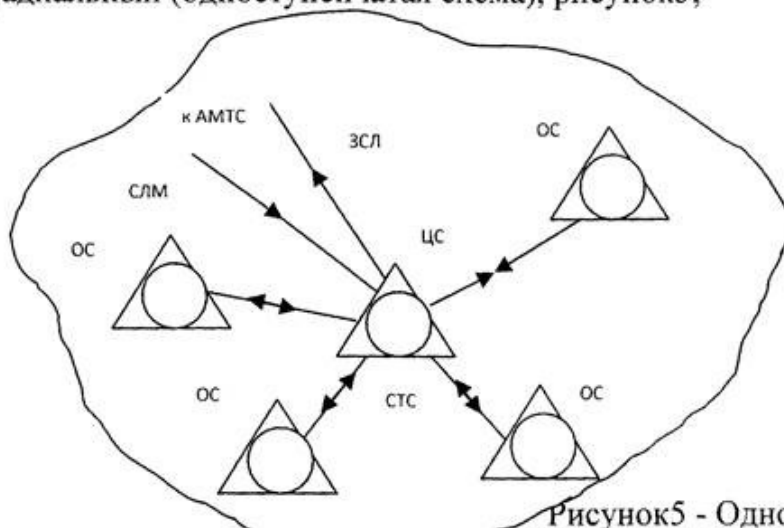


Рисунок 5 - Одноступенчатая СТС

Б) узловой (двухступенчатая схема), рисунок 6.

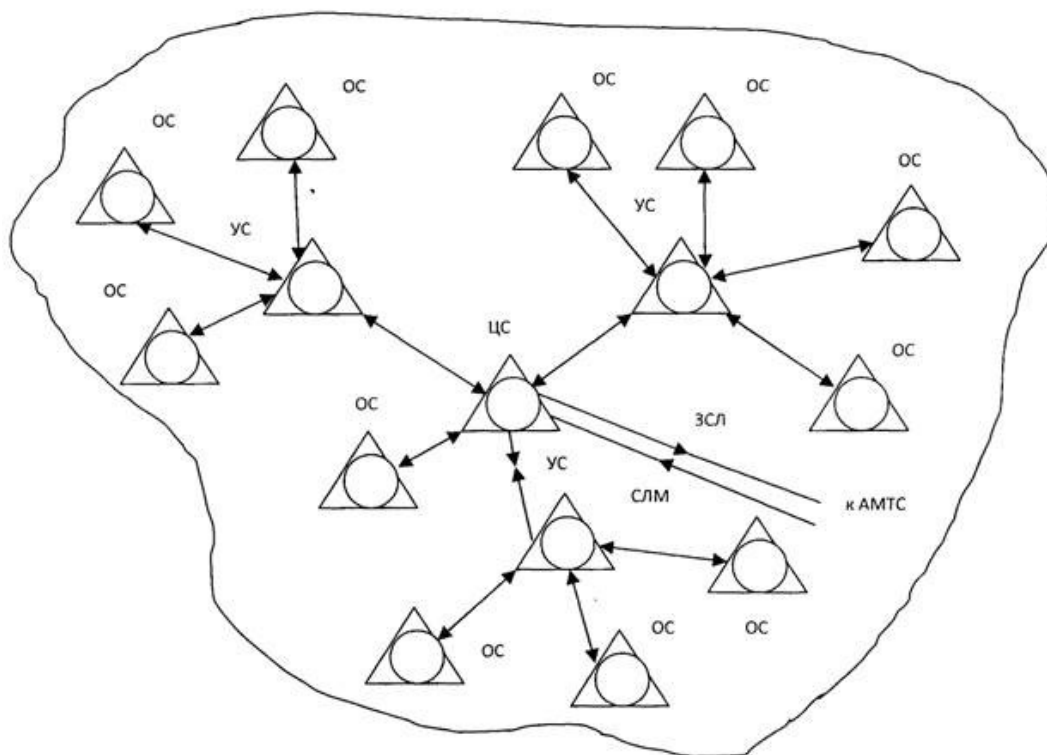


Рисунок 6 - Двухступенчатая СТС

Одноступенчатая схема построения СТС получила более широкое распространение, т.к. она обеспечивает более низкое затухание соединительных трактов, упрощает станционное оборудование, улучшает качество разговорного тракта, ускоряет процесс установления соединений. Двухступенчатые схемы применяются только при условии технико-экономической целесообразности узлообразования. Основой СТС является центральная станция (ЦС), в которую включаются линии от оконечных станций (ОС) или узловых станций (УС). ЦС размещаются в районном центре и могут являться одновременно городской телефонной станцией. Линейные сооружения СТС состоят из воздушных и кабельных линий связи.

Задание. Построить ГТС согласно своего варианта.

№ варианта	Вид сети	Номерная емкость сети
1	Районированная ГТС с пятизначной нумерацией	7000
2	ГТС с узлообразованием	23000
3	ГТС с сельско-пригородным узлом	15000
4	Районированная ГТС с шестизначной нумерацией	63000
5	Районированная ГТС с пятизначной нумерацией с выходом на спецслужбы	6500
6	Районированная ГТС с пятизначной нумерацией и выходом на МТС	3500
7	Районированная ГТС с шестизначной нумерацией	35000
8	ГТС с узлообразованием	7200
9	ГТС с сельско-пригородным узлом	5500
10	Районированная ГТС с шестизначной нумерацией	44000
11	Районированная ГТС с пятизначной нумерацией с выходом на спецслужбы	3900

12	Районированная ГТС с пятизначной нумерацией и выходом на МТС	7400
13	Районированная ГТС с пятизначной нумерацией	4700
14	ГТС с узлообразованием	69000
15	ГТС с сельско-пригородным узлом	7100
16	Районированная ГТС с шестизначной нумерацией нумерацией	33200
17	Районированная ГТС с пятизначной нумерацией с выходом на спецслужбы	4700
18	Районированная ГТС с пятизначной нумерацией и выходом на МТС и СПУ	6500
19	Районированная ГТС с шестизначной нумерацией	72000
20	ГТС с узлообразованием	61000
21	ГТС с сельско-пригородным узлом	6500
22	Районированная ГТС с шестизначной нумерацией	47000
23	Районированная ГТС с пятизначной нумерацией с выходом на спецслужбы	7000
24	Районированная ГТС с пятизначной нумерацией и выходом на МТС	5400

беспечность занятия:

1. Учебно-методическая литература:

Гольдштейн В.С., Соколов Н.С., Яновский Г.Г., Сети связи; Учебник для ВУЗов, СПб: БХВ – Петербург 2010.

Величко В.В., Катунин Г.П., Шувалов В.Д., Основы информационных технологий – М.: Горячая линия – Телеком 2009.

2. Отчет о выполнении практической работы.

Практическое занятие № 4

Тема: Формирование группового и линейного сигналов в системах передачи с ЧРК

1. Цель работы: освоение навыков построения систем с частотным разделением каналов.

2. Задачи работы:

- приобрести навыки построения систем с частотным разделением каналов;
- приобрести навыки расчета параметров системы с частотным разделением каналов;
- закрепить теоретические знания по теме Принципы частотного разделения каналов.

3. Подготовка к работе

Повторите теоретический материал по теме Принципы частотного разделения каналов.

4. Задание

4.1. Изобразите структурную схему телекоммуникационной системы с частотным разделением каналов на количество каналов в соответствии с исходными данными (таблица 1).

4.2. Рассчитайте верхние нижние боковые полосы частот, образующихся на выходе модулятора для каждого канала в соответствии с исходными данными (таблица 1).

4.3. Изобразите спектральную диаграмму группового линейного сигнала.

Исходные данные

Таблица 1

вариант	Первая буква фамилии обучающегося	Количество каналов	Номер N-ого канала несущего сигнала	Значение несущей частоты N-ого канала, кГц	Полоса частот на выходе полосового фильтра
1	А, К, Ф	8	6	120	нижняя
2	Б, Л, Х	7	5	140	верхняя
3	В, М, Ц	6	4	150	нижняя
4	Г, Н, Ч	9	3	160	верхняя
5	Д, О, Ш	8	2	170	нижняя
6	Е, П, Щ	7	1	180	верхняя
7	Ё, Р, Э	6	6	190	нижняя
8	Ж, С, Ю	9	7	200	верхняя
9	З, Т, Я	8	8	210	нижняя
10	И, У	7	4	220	верхняя
пример		2	2	100	нижняя

5. Порядок выполнения работы

5.1. Изобразите структурную схему телекоммуникационной системы с частотным разделением каналов. Пример, рис.1. Структурная схема телекоммуникационной системы передачи с ЧРК на два канала.

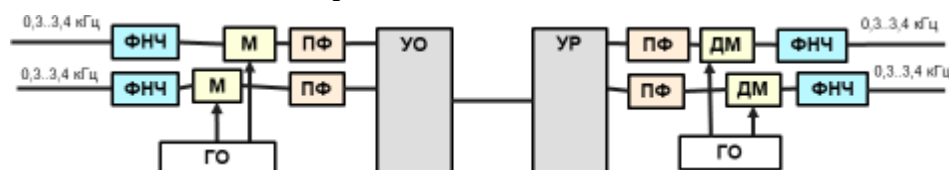


Рис.1. Структурная схема телекоммуникационной системы передачи с ЧРК на два канала

5.2. Рассчитайте верхние нижние боковые полосы частот, образующихся на выходе модулятора для каждого канала по формулам 1, 2 и 3.

$$F_{\text{нес } i} = f_{\text{нес}(i-1)} + 4 \text{ кГц} \quad (1)$$

$$F_{\text{НБП } i} = F_{\text{нес } i} - 0,3 \dots 3,4 \text{ кГц} \quad (2)$$

$$F_{\text{ВБП } i} = F_{\text{нес } i} + 0,3 \dots 3,4 \text{ кГц} \quad (2)$$

Например:

$$F_{\text{нес } 2} = 100$$

$$\text{кГц} \quad F_{\text{нес } 2}$$

$$2 = f_{\text{нес } 1} + 4 \text{ кГц}$$

ц

$$F_{\text{нес } 1} = f_{\text{нес } 2} - 4 \text{ кГц} = 100 - 4 = 96 \text{ кГц}$$

$$F_{\text{НБП } 1} = F_{\text{нес } 1} - 0,3 \dots 3,4 \text{ кГц} = 96 - 0,3 \dots 3,4 = 92,6 \dots 95,7$$

$$\text{кГц} \quad F_{\text{НБП } 2} = F_{\text{нес } 2} - 0,3 \dots 3,4 \text{ кГц} = 100 - 0,3 \dots 3,4 = 96,6 \dots$$

$$99,7 \text{ кГц}$$

5.3. Изобразите спектральную диаграмму группового линейного сигнала. Пример, рис.2. Спектральная диаграмма линейного группового сигнала телекоммуникационной системы передачи с ЧРК на три канала.

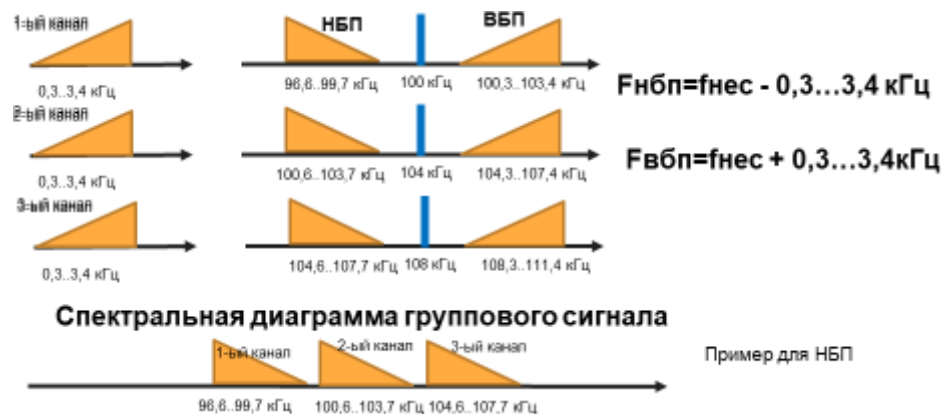


Рис.2. Спектральная диаграмма линейного группового сигнала телекоммуникационной системы передачи с ЧРК на три канала.

6. Содержание отчета

- Название работы
- Исходные данные
- Структурная схема телекоммуникационной системы передачи с ЧРК
- Расчет параметров п.5.2.
- Спектральная диаграмма линейного группового сигнала телекоммуникационной системы передачи с ЧРК

Практическая работа №5

Тема: Канал ТЧ, построенный по принципу ВРК - АИМ

1.Цель работы. Разобраться с вопросами дискретизации аналоговых сигналов в системе с ВРК, назначением АИМ и ВС.

2.Литература.Крухмалев В.В. и др., "Цифровые системы передачи", М., "Горячая линия - Телеком". 2007 год., стр.4 - 21.

3.Подготовка к работе.

3.1. Разобраться с принципом временного разделения каналов ,дискретизацией аналоговых сигналов, формированием сигналов АИМ.

3.2. Разобраться с определением частоты дискретизации.

3.3. Привести частотный спектр АИМ сигнала.

3.4. Подготовить бланк отчета (п.7)

4.Приборы.

4.1. Осциллограф С1-93.

4.2. Лабораторный макет.

5.Методические указания.

В лабораторном стенде смонтированы три канала с использованием принципа временного разделения. Исходным сигналом для всех трех каналов является синусоидальное напряжение. Сигналы первых двух каналов относительно друг друга смещены на 180 градусов, у третьего канала частота сигнала в 2 раза больше, чем у первого и второго.

На АИМ всех трех каналов подаются смещенные во времени относительно друг друга управляющие импульсные последовательности с частотой дискретизации от РКИ.

Управляющие импульсные последовательности вырабатываются генераторным оборудованием $f_g=16$ кГц. С целью упрощения макета на передающем и приемных концах используется одно и тоже ГО. АИМ и ВС макета выполнены по однотипной схеме простейшего ключа. Восстановление исходного аналогового сигнала на приемном конце

производится с помощью ФНЧ. Макет позволяет изучить основные принципы передачи непрерывных сигналов в системах с ВРК.

6. Порядок выполнения работы.

6.1. Зарисовать осциллограммы трех исходных сигналов. Определить частоты данных сигналов.

6.2. Снять осциллограммы импульсов дискретизации на выходе РКИ для всех сигналов. Определить частоту дискретизации.

6.3. Снять осциллограммы АИМ сигналов на выходе амплитудно-импульсных модуляторов каждого канала.

6.4. Зарисовать осциллограмму группового АИМ сигнала.

6.5. Наблюдать форму сигнала на выходе ВС в каждом канале. Определить их соответствие с осциллограммами п.3.

6.6. Наблюдать форму сигнала на выходе РКИ приема по каждому каналу.

Определить их соответствие с осциллограммами п.2.

6.7. Зарисовать осциллограммы восстановленных исходных сигналов на выходе ФНЧ по каждому каналу.

Примечание: Все осциллограммы снимаются в одном и том же диапазоне развертки и вычерчиваются одна под другой. Для наблюдения временных сдвигов между сигналами разных каналов используются оба канала осциллографа.

7. Содержание отчета.

7.1. Упрощенная структурная схема системы передачи с ВРК.

7.2. Снятые осциллограммы сигналов.

7.3. Выводы.

8. Контрольные вопросы.

8.1. Теорема Котельникова.

8.2. Состав канала систем с ВРК. Назначение элементов.

8.3. Условие выбора частоты дискретизации.

8.4. Спектральный состав сигнала АИМ.

8.5. Различие сигналов АИМ-1 и АИМ-2.

8.6. Схемы для формирования сигнала АИМ-2.

8.7. Как влияет частота дискретизации на восстановление сигнала?

Практическая работа №6

Тема: Формирование группового сигнала в системах передачи с ВРК – ИКМ

1. **Цель работы:** Изучить принцип формирования группового сигнала в системах передачи с ВРК – ИКМ

2. Литература:

1. Электронный учебник по дисциплине ЦСП.

2. Техническая документация.

3. Подготовка к работе. (При отсутствии оборудования Работа выполняется в MultySim)

3.1. Ознакомиться с составом блока ОВГ-21, назначением всех узлов.

3.2. Ознакомиться с назначением блока ФЛС-11.

3.3. Подготовить бланк отчета (см. п.7.).

4. Основное оборудование.

4.1. Блок ОВГ-21 в составе аппаратуры ИКМ-120-4/5.

4.2. Блок ФЛС-11.

4.3. Осциллограф С1-93.

5. Методические указания.

Блок ОВГ-21 предназначен для объединения четырех цифровых потоков со скоростью передачи 2048 кБит/с в один групповой вторичный цифровой поток со скоростью 8448 кБит/с на передаче и обратного преобразования на приеме и осуществления синхронного, асинхронного и комбинированного (когда часть входящих сигналов синхронна, а часть асинхронна) режима работы.

Блок ОВГ-21 содержит схемы контроля и сигнализации, предназначенные для автоматизированного контроля и локального обнаружения неисправностей с помощью унифицированного сервисного оборудования УСО-01.

Блок ОВГ-21 предназначен для установки в каркасах СКУ-01 и СКУ-03.

Электропитание блока ОВГ-21 осуществляется от источника постоянного тока напряжением 60 В с заземленным плюсом.

В состав ОВГ-21 входят следующие платы:

Плата ВС-21 предназначена для:

- преобразования многоканального квазитроичного сигнала (вход 8448 кБит/с), принятого их цифровой линии передачи в коде с ЧПИ или МЧПИ, в многоканальный цифровой сигнал;
- выделения из спектра принятого сигнала тактовой частоты 8448 кГц пр.;
- преобразования многоканального цифрового сигнала, поступающего от платы ЦО-21, в квазитроичный сигнал в коде МЧПИ или ЧПИ;
- приема внешнего хронизирующего в квазитроичном коде.

Плата ЦО-21 предназначена для:

- генерации сигнала тактовой частоты;
- формирования цифровых сигналов с определенной сеткой частот, управляющих последовательностью цифровых сигналов электросвязи в передающей части блока ОВГ-21;
- формирование вторичного группового цифрового сигнала электросвязи со скоростью передачи 8448 кБит/с;
- синтезирования хронизирующей частоты 2048 кГц.

Плата ЦО-22 предназначена для:

- поиска, поддержания и контроля состояния циклового синхронизма;
- формирования цифровых сигналов с определенной сеткой частот, управляющих процессом обработки цифровых и аналоговых сигналов в приемной части блока ОВГ-21;

Плата ЦО-22 обеспечивает поиск циклового синхронизма (при его потере); разделение принятого группового на четыре компонентных потока; прием сигнала "СИАС", приема сигнала "Извещение" об аварийном состоянии противоположной станции.

Плата ВС-12 предназначена для:

- преобразования многоканального двоичного сигнала (2048 кБит/с), поступающего от платы ЭП-21, в квазитроичный в кодах МЧПИ или ЧПИ;
- обратного преобразования многоканального квазитроичного сигнала, принятого из цифровой линии первичной цифровой системы передачи (ПЦСП) в кодах МЧПИ или ЧПИ (2048 кБит/с пр.), в двоичный многоканальный цифровой сигнал (2048 кБит/с);
- выделение из спектра принятого многоканального квазитроичного сигнала тактовой частоты приема (2048 кГц пр.);
- формирования квазитроичного хронизирующего сигнала в коде ЧПИ для синхронизации ПЦСП;
- контроля за пропаданием входного и выходного квазитроичного сигналов за исправностью платы ВС-12.

Плата ЭП-21 предназначена для:

- согласования скоростей передачи, поступающей в бинарной форме первичной группы (2048 кБит/с), и информации объединения (2112 кБит/с), в которой, кроме информации первичной группы, на специально отведенных временных позициях находятся команды согласования, команды отслеживания и информация о знаке предстоящего согласования;

-формирования по сигналу "опрос ЭП-21" информации о состоянии плат ЭП-21 и ЭП-22.

Плата ЭП-22 предназначена для:

- проведения в соответствии скоростей передачи, поступающей в бинарной форме информации объединения (2112 кБит/с) и выходного сигнала (2048 кБит/с) с одновременным

приемом команд отслеживания и согласования с устранением служебной информации, введенной на противоположной станции в передающей части ОВГ;

-формирования информации о состоянии платы ЭП-22.

Плата КС-21 предназначена для сбора и передачи информации о состоянии блока ОВГ-21 в унифицированное сервисное оборудование УСО-01.

Блок ОВГ-21 имеет следующие технические данные:

1. Конструктивные параметры.

Конструктивно блок ОВГ-21 представляет собой однорядный съемный каркас, который предназначен для установки и эксплуатации в составе каркаса СКУ-01 и СКУ-03.

В каркасе блока размещены съемные платы, подключаемые к кроссплате с помощью разъемов. Для правильной установки плат в каркасе на фиксирующей планке нанесены соответствующие наименования плат.

Подключение блока ОВГ-21 к внешним устройствам производится через разъемы, установленные на лицевой стороне каждой платы.

Габаритные размеры блока ОВГ-21: 595x238x223 мм, масса блока ОВГ-21 не более 10 кг.

2. Электропитание.

Напряжение внешнего источника питания минус 60В.

Напряжение внешнего источника питания системы контроля сигнализации ($5 \pm 0,25$)В.

Потребляемый системой контроля и сигнализации блока ОВГ-21 ток - не более 0,15 А.

3. Параметры стыка блока ОВГ-21 с блоком УСО-01.

Скорость передачи цифрового сигнала - 64 кБит/с.

Код в линии в направлении УСО-01 к ОВГ-21 - пятиуровневый.

Тактовая частота сигнала - 128 кГц.

Единицы цифрового сигнала передаются парой однополярных импульсов, нули - парой разнополярных импульсов, причем полярность соседних импульсов, относящихся к разным символам передаваемой полярности, противоположна.

Цикловая синхронизация осуществляется передачей импульса удвоенной амплитуды на второй позиции первого байта сообщения.

Код в линии в направлении ОВГ-21 и УСО-01 - трехуровневый (квазитроичный), с чередованием полярности импульсов.

Амплитуда импульсов на выходе блока ОВГ-21 - ($1 \pm 0,1$)В, на нагрузке $-(100 \pm 10)\Omega$, на входе - ($2 \pm 0,4$)В для импульса цикловой синхронизации и ($1 \pm 0,2$)В для остальных импульсов.

Входное сопротивление блока ОВГ-21 на частоте 64 кГц не менее 10 кОм.

Длительность импульсов на выходе блока ОВГ - 21 - ($15,6 \pm 1,6$)мкс, на входе - ($3,9 \pm 0,4$)мкс.

Система автоматического управления срабатывает и выдает во внешние устройства аварийные сигналы при следующих аварийных ситуациях:

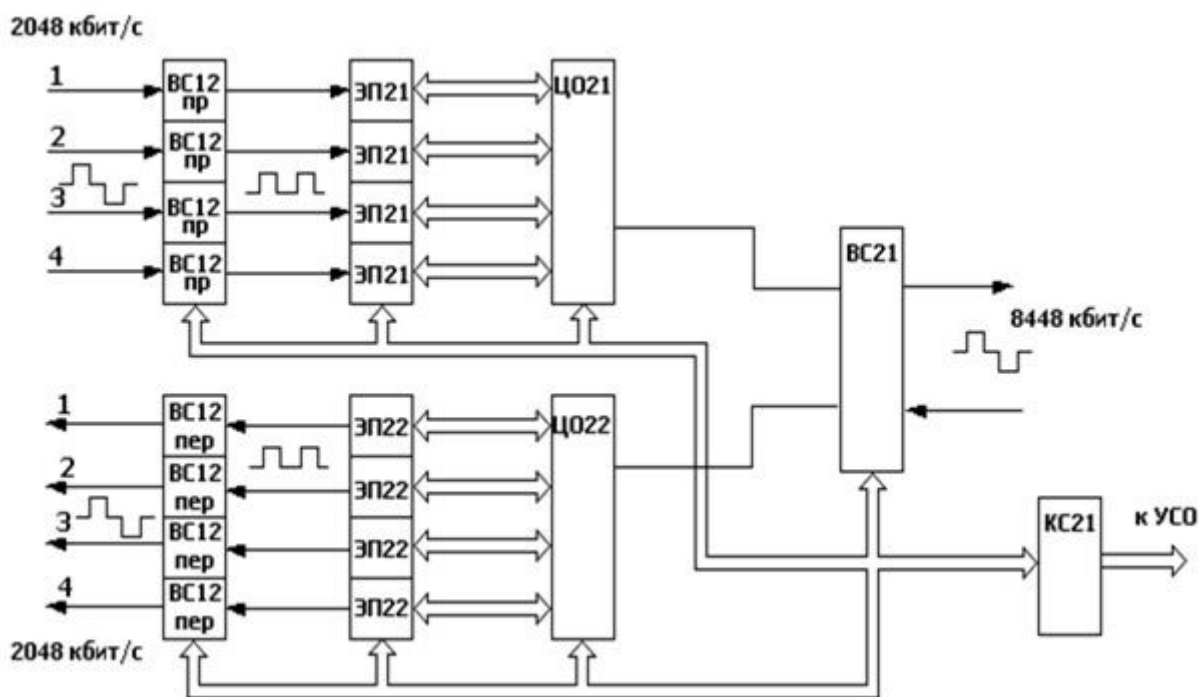
- отсутствие плат, входящих в ОВГ-21;
- отсутствие напряжения 60В;
- отсутствие вторичных напряжений;
- неисправность плат ВС-21, ЦО-21, ЦО-22;
- неисправность плат ВС-12, ЭП-21, ЭП-22;
- отсутствие входного сигнала 2048 кБит/с;
- отсутствие входного сигнала 8448 кБит/с;
- отсутствие выходного сигнала 2048 кБит/с;
- отсутствие выходного сигнала 8448 кБит/с;
- отсутствие хранимого сигнала 2048 кБит/с;
- отсутствие хранимого сигнала 8448 кБит/с;
- выход из синхронизма;
- прием сигнала "извещение";
- прием сигнала "ПАС";
- прием сигнала "СИАС";
- безаварийное состояние.

Передающая часть ОВГ-21.

В направлении передачи информационные сигналы проходят через следующие устройства (см. рис. 1).

Четыре первичных цифровых потока со скоростью передачи 2048 кБит/с с параметрами стыка, отвечающими требованиям G-703 МККТТ, поступают на вход четырех плат ВС-21 и ЭП-21.

В платах ВС-12 и ЭП-21 происходит преобразование квазитроичного сигнала в двоичный, синхронизация объединяемых цифровых потоков путем записи в запоминающее устройство входных сигналов с частотой 2048 кГц и считывания с частотой, кратной частоте следования группового вторичного цифрового сигнала (2112 кГц). В плате ЭП-21 также производится обнаружение и коррекция временных сдвигов, возникающих между импульсными последовательностями записи и считывания, передача команд согласования. Сигналы с четырех плат ЭП-21 поступают в плату ЦО-21, в которой происходит формирование группового сигнала в соответствии со структурой цикла. Сформированный групповой сигнал поступает в плату ВС-21, где происходит преобразование двоичного кода в биополярный ЧПИ- (МЧПИ-) код, далее групповой сигнал поступает на выход оборудования ОВГ-21.



Структурная схема ОВГ-21.

Приемная часть ОВГ-21.

Принимаемый сигнал с линии поступает на устройство приема ОВГ-21. В плате ВС-21 происходит преобразование биополярного кода в однополярный двоичный сигнал.

Генераторное оборудование приемной части ОВГ синхронизируется тактовой частотой, выделяемой фильтром из принимаемого сигнала и синфазуруется устройствами цикловой синхронизации.

Система цикловой синхронизации выполнена таким образом, что до момента установления нового состояния синхронизма система удерживается в прежнем состоянии, среднее время поиска синхронизма не более 0,8 мкс.

Под действием управляющих сигналов в плате ЦО-22 информация 8448 кБит/с разделяется на четыре потока со скоростью 2112 кБит/с. Эти потоки поступают на устройство ЭП-22, где осуществляется восстановление первоначальной скорости переданного цифрового потока путем записи информационного сигнала в запоминающее устройство и считывания с частотой 2048 кГц, вырабатываемой устройством фазовой автоподстройки частоты. Перезапись информационных битов осуществляется с учетом команд согласования. Первичные группы, сформированные в устройстве ЭП-22, поступают на передающую часть платы ВС-12, где происходит преобразование цифрового сигнала в квазитроичный линейный сигнал в коде ЧПИ или МЧПИ.

Управление работой функциональных узлов ОВГ-21 на передающей и приемной частях осуществляется генератором оборудованием.

Генераторное оборудование состоит из ЦО-21 и ЦО-22. Задающий генератор вырабатывает частоту 8448 кГц и работает в следующих режимах:

1. Автономный режим.
2. Синхронизация от приемного полукомплекта по тактовому сигналу.
3. Синхронизация от внешнего генератора.

Управляющие импульсные последовательности на передаче формируются в плате ЦО- 21 и на приеме - в плате ЦО-22.

Контроль за неисправностью ОВГ-21 осуществляется с помощью унифицированного сервисного оборудования через внешний стык на плате КС-21, которая следит за состоянием шин контроля.

Система контроля и сигнализации предназначена для автоматического эксплуатационного контроля аппаратуры и формирования сигналов, обеспечивающих индикацию аварийных состояний ОВГ-21. В составе системы контроля и сигнализации входят устройства контроля, расположенные на платах ЭП-21, ВС-12, ВС-21, ЦО-21, ЦО- 22, КС-21.

Система контроля и сигнализации обеспечивает:

-Прием аварийного сигнала САС от вышестоящего оконечного оборудования (вторичный стык) и формирование приоритетного аварийного сигнала ПАС к нижестоящей (первичный стык) аппаратуре связи (например, к ИКМ-30-4).

- Прием приоритетного аварийного сигнала ПАС от нижестоящей аппаратуры и формирование сигнала САС к вышестоящей.

-Передачу информационного сигнала о состоянии ОВГ-21 в блок УСО-01 по отдельному цифровому стыку.

Система контроля ОВГ-21 регистрирует следующие аварийные состояния блока:

- пропадание питающего напряжения;
- авария вторичного источника питания;
- пропадание входного цифрового сигнала 2048 кБит/с и 8448 кБит/с;
- пропадание выходного цифрового сигнала 2048 кБит/с и 8448 кБит/с;
- пропадание сигнала хронизирующей частоты 2048 кБит/с и 8448 кБит/с от внешнего генератора;
- неисправность плат ЭП-21, ЭП-22, ЦО-21, ЦО-22, ВС-12, ВС-21;
- нарушение цикловой синхронизации;
- прием сигнала об аварийном состоянии оконечного оборудования противоположного конца системы связи;
- получение сигнала СИАС (единицы в информационном сигнале) от вышестоящего оборудования или ОВГ-21 противоположной станции;
- получение ПАС, САС по первичному или вторичному стыку;
- отсутствие какой-либо платы.

Система контроля производит следующие операции при возникновении аварийных состояний блока:

-при аварии групповых плат ВС-21, ЦО-22 в этих платах вырабатывается сигнал ПАС, передающийся на платы ЭП-22 (с первой по четвертую), платы ЭП-22 формируют сигнал СИАС по первичному стыку (в сторону ИКМ-30-4); а при всех аварийных состояниях в платах ВС-21 и ЦО-22 этими платами вырабатывается сигнал "извещение", передающийся на плату ЦО-21. Плата ЦО- 21 формирует обратный аварийный сигнал "извещение" на седьмой импульсной позиции в Г2, и этот сигнал передается на противоположный конец линии связи;

-при пропадании выходного информационного сигнала по первичному (вторичному стыку), платами ВС-12 (ВС-21) вырабатываются сигналы ПАС вых. (САС вых.), которые передаются по отдельным цепям на противоположные концы линии связи;

-сигнал САС от вышестоящего оборудования (или оборудования линейного тракта) принимается постоянным током по отдельной цепи платой ВС-12;

- сигнал ПАС от нижестоящего оборудования принимается по отдельной цепи, соответствующей платой ВС-12;

-при пропадании входного информационного сигнала по первичному стыку или аварии платы ВС-12, этой платой вырабатывается сигнал СИАС, поступающий на соответствующую плату ЭП-21, которая формирует единицы в первичном цифровом потоке, т.е. сигнал СИАС для

последующей передачи его в составе вторичного цифрового потока на вышестоящее оборудование.

Устройства контроля, располагающиеся на платах ВС-12, ВС-21, ЭП-21, ЭП-22, ЦО- 21, ЦО-22 и КС-21, связаны между собой двумя группами шин. К первой группе относятся упоминавшиеся выше шины "ПАС" и "извещение", а также связывающая все платы, кроме ВП-01, шина экстренной аварийной сигнализации "ЭАС". При возникновении какого-либо аварийного состояния устройства контроля плат формируют в шине "ЭАС" состояние логического "нуля". Сигнал из шины "ЭАС" поступает на плату КС-21, которая вырабатывает сигнал "авария ОВГ", передающийся постоянным током по отдельной цепи.

Вторая группа шин: "Х1", "Х2", "Х3" - используется для сбора информации о состоянии блока ОВГ-21 и формирования сигнала кУСО-01.

Плата КС-21 формирует поочередно индивидуальные сигналы опросов, поступающие на устройства контроля в платах ВС-21, ЦО-22, ЦО-21, ВС-12, ЭП-21. Устройства контроля плат ВС-21, ЦО-22, ЦО-21, ВС-12, ЭП-21 в соответствии с приходящими на них сигналами опросов формируют в шинах "Х1", "Х2", "Х3" коды состояний этих плат.

В случае возникновения аварийной ситуации в платах ЭП-22 они формируют сигналы "авар. ЭП-22", передающиеся на платы ЭП-21 соответствующих направлений, которые по приходящим на них опросам выставляют в шинах "Х1", "Х2", "Х3" информацию и о состоянии плат ЭП-22. Сигналы, сформированные в шинах "Х1", "Х2", "Х3" и "ЭАС", поступают на плату КС-21, где происходит обработка аварийной информации в УСО-01. Устройство контроля, формирующее в шинах "Х1", "Х2", "Х3" и "ЭАС" информацию о состоянии платы ВП-01, расположенной на плате КС-21.

Кроме того, в системе контроля и сигнализации блока ОВГ-21 существует шина "КНП" (контроль наличия платы), проходящая через все платы блока. В случае наличия в блоке всех плат в шине "КНП" формируется нулевой сигнал, при отсутствии какой-либо из плат в шине "КНП" формируется единичный сигнал. Состояние шины "КНП" анализируется в плате КС-21.

Блок ОВГ-21 связан с УСО-01 двусторонним каналом сбора аварийной информации. Канал сбора аварийной информации имеет два направления: от УСО-01 к ОВГ-21 - "запрос" и от ОВГ-21 к УСО-01 - "ответ". Пропускная способность канала в обоих направлениях - 64 кБит/с. Канал имеет параллельный доступ, т.е. к асимметричным парам "запрос" и "ответ" подключаются и другие блоки аппаратуры связи. Для питания системы контроля и сигнализации на блок ОВГ-21 подается сигнальное напряжение 5В от внешнего источника. Код в линии "запрос" - пятиуровневый, тактовая частота сигнала - 128 кГц, единицы передаются двумя импульсами одной полярности, нули - парой разнополярных импульсов. Полярность соседних импульсов, относящихся к разным символам передаваемой информации, противоположна. Начало каждого цикла отмечается передачей импульса удвоенной амплитуды на второй позиции первого байта сообщения. В каждом цикле передается адрес блока оборудования аппаратуры связи, к которому обращается УСО-01.

При получении запроса от УСО-01 блок ОВГ-21 с задержкой 109 мкс (7 периодов тактовой частоты 64 кГц) формирует сигнал в направлении "ответ". Временной спектр сигнала состоит из тактовых интервалов содержащих максимум 32 Бита информации о состоянии блока ОВГ-21.

Код в линии "ответ" - квазитроичный, тактовая частота сигнала 64 кГц. Единицы передаются импульсами длительностью в один период тактовой частоты 64 к Гц, полярности импульсов чередуются.

Блок ФЛС-11 предназначен для проверки блока ОВГ-21 при пусконаладочных работах.

Блок ФЛС-11 обеспечивает на передающей стороне генерацию псевдослучайного сигнала из двоичного кода в квазитроичный со следующими параметрами:

-амплитуда импульсов положительной и отрицательной полярностей на нагрузке 120 Ом равна $3В \pm 0,3В$.

-длительность импульсов обеих полярностей на уровне 0,5 амплитуды равна 244 ± 25 нС.

На приемной стороне блок обеспечивает обратное преобразование и анализ сигнала на наличие ошибок.

Таким образом, с помощью ФЛС-11 можно произвести проверку вероятности ошибки в блоках ВС-12, ОВГ-21 "по шлейфу".

6.Порядок выполнения работы:

Меры по технике безопасности:

- запрещается работать с оборудованием лицам, не прошедшим инструктаж по ТБ;
- замену предохранителя производить только при отключенном напряжении питания;
- коммутации ячеек блока производить только при отключенном напряжении питания (тумблером "ВКЛ" ячейки ВП-01).

-Подготовка к работе.

Сняв крышку в блоке ОВГ-21 тумблером "ВКЛ" ячейки ВП-01, установить в положение "ВКЛ". Убедитесь, что в ячейках ВС-12 мест 05, 11, 14 установлены заглушки, ВС-12 место 02 переходным шнуром соединен с комплектами ОПМ-12 и ОЛТ-24. Убедитесь о наличии питания других блоков системы. При включенных остальных блоках системы ИКМ-120-4/5 блочная сигнализация (02) не работает.

-Ознакомиться с составом и размещением ячеек блока ОВГ-21.

6.6.Завернуть "на себя" оборудование ОВГ-2, для чего переходным шнуром соединить гнездо "с ПЕР" с гнездом "с ПР" в ячейке РС задействованного комплекта блока ОЛТ-24.

6.7.Проверить блоком ФЛС-11 верность ошибки по каждому из первичных стыков ВС-12. Для этого соединить переходным шнуром с штырьковыми колодками блок

ФЛС-11 и поочередно каждый из ВС-12. Заглушка перед данной коммутацией снимается.

При завышенной ошибке на ФЛС высвечиваются светодиод "АВАРИЯ" и один из светодиодов 10^5 ; 10^4 ; 10^3 в зависимости от того, с какой точностью определяется коэффициент ошибки.

При выполнении данной операции ошибка может возникнуть за счет временных сдвигов, возникающих между импульсными последовательностями записи и считывания. Коррекция данных временных сдвигов производится в плате ЭП-21 вращением потенциометра регулировки частоты считывания.

Регулировку проводить диэлектрической отверткой до момента выключения сигнала "АВАРИЯ" в блоке ФЛС. При этом должна выключиться блочная и общестоечная сигнализация.

Примечание:

Рабочему месту ВС-12-02 соответствует рабочее место ЭП-22-03;

ВС-12-05 соответствует ЭП-22-06;

ВС-12-11 соответствует ЭП-22-12;

ВС-12-14 соответствует ЭП-22-15.

Результаты проверки ОВГ-21 снести в таблицу № 1.

Таблица № 1.

№ п/п	Место	Верность ошибки	Результат
ВС-12	02		
ВС-12	05		
ВС-12	11		
ВС-12	14		

7. Содержание отчета:

7.1. Наименование работы.

7.2. Цель работы.

7.3. Результаты проверки ОВГ-21 "на себя".

7.4. Структурная схема ОВГ-21.

7.5. Вывод по работе.

8. Контрольные вопросы:

8.1. Способы объединения ЦП.

8.2. Понятие синхронного и асинхронного объединения.

8.3. Согласование скоростей. Требования к командам согласования скоростей.

8.4. Характеристика оборудования ОВГ-21.

8.5. Назначение узлов комплекта ОВГ-21.

8.6. Назначение ФЛС-11.

8.7. Порядок проверки ОВГ-21 при пусконаладочных работах.

Практическая работа 7

Тема: Составление матриц маршрутов для каждого узла коммутации

Теоретический материал.

Построение матриц обеспечивает выбор основного направления и двух обходных при упорядочении соединительных трактов от рассматриваемого узла ко всем остальным узлам.

Для этого в каждом узле связи задаётся **таблица маршрутизации**, в которой номера строк соответствуют адресу получателя, а значения элементов столбцов — номерам узлов, в которые можно передать пакет, чтобы он дошёл до получателя. При этом элементы столбцов в матрице упорядочены по их предпочтительности: первый элемент описывает маршрут с наименьшими затратами, а последний — с наибольшими.

Для определения путей, кратчайших по расстоянию, в качестве исходной матрицы длин

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
4	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
6	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
7	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
8	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
9	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
10	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0

линий, которые соединяют узловые пункты сети, можно использовать матрицу весов. Для расчёта основного направления можно применить алгоритм Дейкстры.

1.1. Исходные данные, согласно варианту 01, приведены в таб. 1. 1 в которой первая и вторая строка содержат номера пунктов, соединённых линиями связи, а в третьей строке содержатся весовые характеристики этих линий ∞ (Заполняется студентом самостоятельно)

Таблица 1.1 – Исходные данные.

Н. В.	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	5	5	6	6	6
К. В.	2	4	5	7	8	3	4	6	7	6	6	8	7	8	9
Ве с	15	20	25	6	43	95	30	12	10	35	71	63	50	18	48

Исходная телекоммуникационная сеть содержит 10 пунктов и 19 линий, которые обеспечивают связь между пунктами в обоих направлениях.

1.2. Построить все формы модельного представления исходной телекоммуникационной сети и привести их, снабдив соответствующими комментариями.

а) Графовая модель.

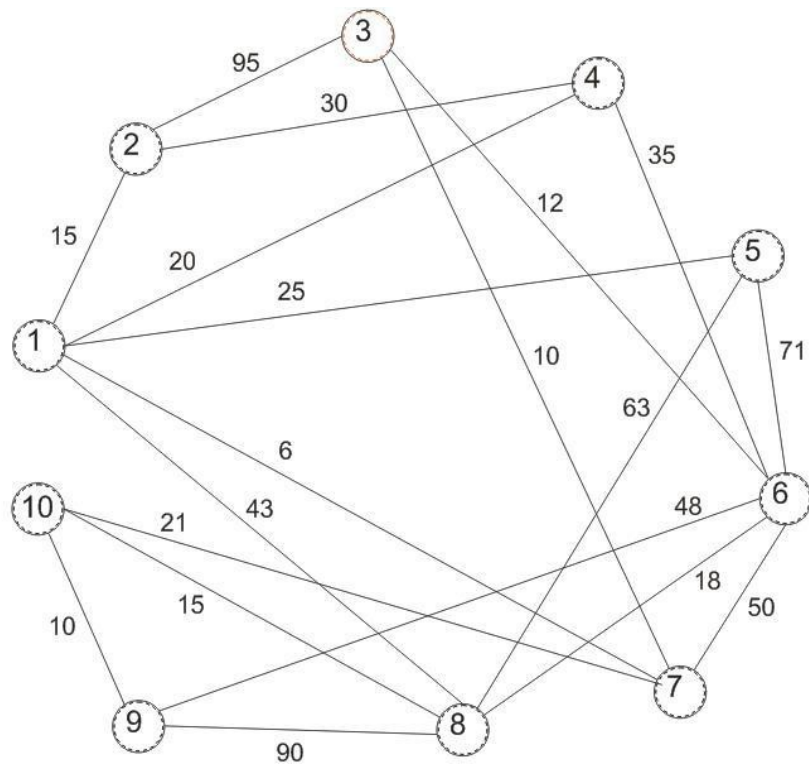


Рисунок 1.1 – Графовая модель представления телекоммуникационной сети.

б) Матрица смежности.

Один из наиболее распространенных дискретных представлений графа является матрица смежности. Эта матрица $A=[a_{i,j}]$, размером $(n \times n)$ элементов, которые могут принимать значения: $a_{i,j} = 1$, если в графе существует дуга между вершинами i и j ; $a_{i,j} = 0$, в противном случае.

Таблица 1.2 – Матрица смежности.

в) Матрица инцидентности.

Матрица инцидентности – это матрица отображающая отношение инцидентности ребер и вершин графа. Между вершинами и соединенными с ней дугами существует инцидентность. Эта матрица $B_{i,j}$ могут принимать значения $(0,1)$.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 – 2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1 – 4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1 – 5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1 – 7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1 – 8	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2 – 3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2 – 4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
3 – 6	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
3 – 7	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
4 – 6	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
5 – 6	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
5 – 8	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
6 – 7	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
6 – 8	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0

6 – 9	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
7 – 1 0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
8–9	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
8–10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
9–10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Таблица 1.3 – Матрица инцидентности

г) Матрица весов.

Взвешенный граф (сеть) может в дискретном виде быть представлен матрицей весов $W = [W_{i,j}]$, где $W_{i,j}$ – вес дуги(ребра) если она существует в графе. Веса несуществующих дуг (ребер) понимают равными бесконечности или 0 в зависимости от условий задачи, в которой они рассматриваются.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	∞	15	∞	20	25	∞	6	43	∞	∞
2	15	∞	95	30	∞	∞	∞	∞	∞	∞
3	∞	95	∞	∞	∞	12	10	∞	∞	∞
4	20	30	∞	∞	∞	35	∞	∞	∞	∞
5	25	∞	∞	∞	∞	71	∞	63	∞	∞
6	∞	∞	12	35	71	∞	50	18	48	∞
7	6	∞	10	∞	∞	50	∞	∞	∞	21
8	43	∞	∞	∞	63	18	∞	∞	90	15
9	∞	∞	∞	∞	∞	48	∞	90	∞	10
10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	21	15	10	∞

Таблица 1.4 – Матрица весов.

г) Список дуг (ребер)

Если граф является разрешенным (имеет малое количество дуг(ребер)), то возможность более компактно представление графа. Этот список может быть реализован двумя одномерными массивами размерностью m , в первом из которых записаны начальные вершины дуг(ребер), а во второй – конечные:

$R_1 = (1,1,1,1,1,2,2,3,3,4,5,5,6,6,6,7,8,8,9)$

$R_2 = (2,4,5,7,8,3,4,6,7,6,6,8,7,9,10,9,10,10)$

е) Структура смежностей.

При организации представления графа в виде дискретного массива с плавающими границами, т.е. в случае, когда необходимо предусмотреть возможность добавления или изменения вершины графа, целесообразно использовать структуру смежностей. Последняя представляет собой список смежностей вершины графа. Структура смежностей имеет вид:

- 1: 2,4,5,7,85: 1,6,89: 6,8,10
2: 1,3,46: 3,4,5,7,8,910: 7,8,9
3: 2,6,77: 1,3,6,10
4: 1,2,68: 1,5,6,9,10

Дать письменный ответ на следующие ключевые вопросы:

1. Какие задачи принадлежат к классу задач синтеза, и какие – к классу анализа?
2. Для чего используют модельное представление сети?
3. Перечислить формы модельного представления телекоммуникационной сети, как объекта синтеза и анализа. Охарактеризовать каждую из них
4. Что называют графом? Ориентированным графом? Не ориентированным графом?
5. В чем состоит отличительная особенность сетевой модели?

Ответы:

1. Задача синтеза состоит в виде оптимальной топологии сети, оптимального количества и места расположения узлов коммутации.

Задача анализа состоит в нахождении оптимальных путей передачи информации, определение совокупности путей заданной транзитивности, оценки пропускной способностью сети, вероятность установления соединения между узлами и т.д. Также к задаче анализа относится расчет характеристики параметров сети в целом, а также отдельных ее элементов (пропускной способности, качества обслуживания и т.п.).

2. Модельное представление сети используется для того, чтобы выявлять и обнаруживать наиболее существенные элементы и связи между ними, не отвлекаясь от деталей. Основное представление – граф.

3. В качестве математической модели телекоммуникационной сети используется граф. Граф может изображаться в геометрическом (точки соединения ребрами) и дискретном (матрицы) видах.

4. Графом называется некоторая совокупность точек и связывающих ребер. Граф, в котором задается направление дуг, называется ориентированным. В противном случае – неориентированным.

5. Отношение смежности отражает вершины, соединенные между собой ребром. Отношение инцидентности отражает связь между вершиной и соединенным с ней ребром.

6. Отличительной чертой сетевой модели является то, что каждой дуге (ребру) графа поставлено в соответствие некоторое числовое значение, называемое весом. Такой граф называется взвешенным. При необходимости веса могут быть приписаны также вершинам графа. Весовые характеристики могут выступать расстояния, пропускная способность, стоимость и т.д.

Практическая работа № 8

Тема: Первичные цифровые системы передачи

Цель работы: Целью выполнения лабораторной работы является изучение 30- канальной первичной цифровой системы передачи.

Теоретический материал

Объектом изучения является система типа ИКМ–30.

В процессе выполнения работы студент должен изучить принцип формирования цифрового канала системы, его основные параметры, усвоить принципы и способы преобразований сигналов в аппаратуре ЦСП, их дискретизации, квантования по уровню и кодирования, ознакомиться со структурными схемами аппаратуры и отдельных ее узлов, конструктивными особенностями оборудования аппаратуры.

Технические данные аппаратуры и состав оборудования.

Первичная цифровая система передачи ИКМ–30с–4 предназначена для работы на сельских сетях по одночетверочным симметричным подвесным и подземным кабелям типа КСПП (КСППБ) с жилами $d = 0,9$ (1,2) мм по однокабельной схеме.

Система обеспечивает организацию:

- тридцати стандартных телефонных каналов (от 300 Гц до 3400 Гц) в качестве соединительных и абонентских линий;
- двух каналов передачи сигналов управления и взаимодействия (СУВ) постоянным током для каждого телефонного канала;
- одного двустороннего канала вещания вместо четырех телефонных каналов;
- передачи дискретной информации;
- выделения 12 каналов из линейного тракта;
- дистанционного обслуживания и контроля оборудования. В

системе используется временное разделение каналов [2].

Скорость передачи линейного сигнала (импульсов цифрового сигнала) 2048 кбит/с, что соответствует тактовой частоте 2048 кГц. Используемый код ЧПИ или МЧПИ. Амплитуда импульсов цифрового сигнала $\pm (3 \pm 0,3)$ В на сопротивлении нагрузки 120 Ом.

Дальность действия связи 220 км. Длина участка между обслуживаемыми пунктами ОРП–ОРП и ОП–ОРП 90 км (длина секции ДП 45 км) и 110 км (длина секции ДП 55 км) при использовании кабеля соответственно $d = 0,9$ и 1,2 мм. Длина регенерационного участка составляет 2 – 4 км. Затухание его на полутаковой частоте 1024 кГц не должно превышать 36 дБ. Максимальное число НРП между двумя питающими станциями 24.

Максимальное напряжение ДП 240 В, ток ДП 50 ± 5 мА.

Напряжение источника постоянного тока для питания аппаратуры от 54 В до 72 В. При организации связи на базе системы передачи ИКМ–30с–4 (рисунок 4) предусматриваются - центральная станция, оконечная станция, станция выделения каналов и необслуживаемые регенерационные пункты.

Аппаратура системы содержит:

- АЦО–11 - блок аналого-цифрового оборудования;
- ОКО–14 - блок оборудования канальных окончаний;
- ОЛТ–14 - блок оборудования линейного тракта;
- УСО–01 - блок унифицированного сервисного оборудования;
- ОРЦ–11 - блок оборудования разветвления;

НРП - Все перечисленные блоки размещаются на стоечных каркасах. Исключение составляет оборудование НРП. Оно располагается в металлическом шкафу– контейнере, который устанавливается на опорах воздушных линий связи или специальных опорах подземных линий связи.

При помощи цифрового оборудования (блок АЦО–11) формируется групповой цифровой сигнал, при передаче, и осуществляется образование канальных сигналов, при приеме. Оно может использоваться самостоятельно в качестве каналообразующего оборудования других систем передачи [2].

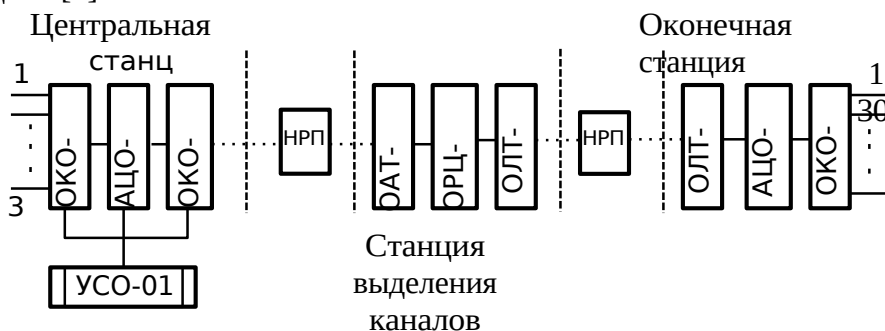


Рисунок 4 - Схема организации связи с применением аппаратуры ИКМ–30 с–4

В индивидуальную часть каждого канала входят передающий и приемный LC- фильтры нижних частот, амплитудно-импульсный модулятор, временной селектор, согласующие и усилительные каскады.

Основными узлами групповой части оборудования являются аналого- цифровой (АЦП) и цифро-аналоговый (ЦАП) преобразователи.

В групповую часть блока входят также устройства цифрового оборудования (ЦО) передачи и приема. К первым относятся:

- задающий генератор (2048000 ± 70 Гц);
- формирователи импульсных последовательностей, циклового синхросигнала и группового цифрового сигнала.

Ко вторым относятся:

- приемник циклового синхросигнала;
- схемы поиска, поддержания и контроля синхронизма;
- приемники необслуживаемый регенерационный пункт.
- формирователи импульсных последовательностей. В

оборудование внешнего стыка (ВС) блока входят:

- преобразователи кода приема и передачи;
- схемы выделения тактовой частоты;
- приемник сигнала.

Блок содержит устройства для контроля исправности и состояния оборудования (КС) [2].

Оборудование канальных окончаний (блок ОКО–14) обеспечивает использование каналов ТЧ в качестве межстанционных и абонентских линий. При помощи его каналы ТЧ могут работать как в двухпроводном (с остаточным затуханием 7 дБ), так и в четырехпроводном (с уровнями на входе и выходе –3,5 дБ). Помимо этого, оборудование позволяет организовать входы и выходы двух сигнальных каналов на каждый канал ТЧ. По сигнальным каналам передаются сигналы управления и взаимодействия (СУВ) между АТС. При помощи оборудования линейного тракта (блок ОЛТ–14) обеспечиваются передача и прием линейного цифрового сигнала, регенерация (восстановление) сигнала, сигнализация в случае повышения коэффициента ошибок принимаемого сигнала, дистанционное питание НРП, организация служебной связи, передача и прием сигналов дистанционного обслуживания, возможность измерения параметров кабеля.

Унифицированное сервисное оборудование (блок УСО–01) входит в состав системы обслуживания и контроля работы аппаратуры. Блок УСО–01 автоматически проверяет все блоки аппаратуры, посылая в каждый из них только один запрос (00). Один цикл обзора (от адреса 00 до адреса 99) составляет около 100 мс. Если при обзоре возникает аварийная ситуация, то в соответствующий блок посылаются серия запросов (01, 02, ... 0,14), после чего в УСО–01 поступает информация о конкретной неисправности.

При помощи оборудования цифрового разветвления — блок (ОРЦ–11) из линейного цифрового сигнала выделяются до 12 каналов ТЧ и относящиеся к ним сигнальные каналы.

- вспомогательных сигналов;

Линейный цифровой сигнал от центральной станции к оконечной проходит без изменения, и сигналы, необходимые для выделения, ответвляются из него на станции выделения параллельно.

Цифровой сигнал обратного направления очищается в соответствующих канальных интервалах и разрядах КИ16 и вместо них вводятся сигналы каналов станции выделения.

На станции выделения имеется задающий генератор, синхронизируемый от сигнала оконечной станции [2].

Оборудование для передачи в сторону центральной станции формирует полный цикл временного спектра цифрового сигнала, в том числе цикловый и сверхцикловый синхросигналы. Установка фазы генераторного оборудования станции производится

синхросигналами (цикловым и сверхцикловым), выделяемыми из линейного сигнала, приходящего от оконечной станции.

Посредством устройств необслуживаемых регенерационных пунктов НРП обеспечивается:

- восстановление линейного цифрового сигнала, передаваемого в обоих направлениях;
- прием дистанционного питания, управляющего сигнала телеконтроля;
- организация служебной связи;
- возможность измерений параметров кабеля и др.

Формирование цифрового сигнала.

Цифровой сигнал в первичной системе передачи ИКМ–30 формируется на основе импульсно-кодовой модуляции. Его образование можно разделить на три операции. Сначала первичный сигнал $C(t)$ дискретизируется (квантуется по времени), т.е. превращается в амплитудно-импульсно-модулированный сигнал (САИМ). Затем этот сигнал квантуется по амплитуде (уровню) и, наконец, квантовый сигнал (СКВ) кодируется при помощи равномерного двоичного кода. В итоге образуется цифровой, или ИКМ–сигнал (СКД), представляющий собой поток двоичных символов. Таким образом, весь процесс аналого-цифрового преобразования сигнала в ЦСП можно представить в следующем виде (рисунок 5) [2].

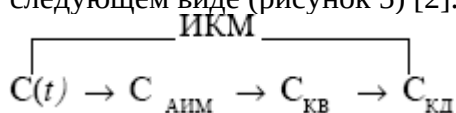


Рисунок 5 - Процесс аналого-цифрового преобразования

Дискретизация первичного сигнала.

Преобразование первичного сигнала в АИМ-сигнал необходимо, чтобы обеспечить возможность временного уплотнения группового тракта системы передачи.

Из рисунка 6 видно, что в образовавшиеся интервалы времени между ближайшими импульсами одного канала передаются импульсы других каналов системы. Процесс дискретизации первичного сигнала осуществляется при помощи амплитудно-импульсного модулятора — электронного реле, которое управляется посредством последовательности прямоугольных импульсов [2].

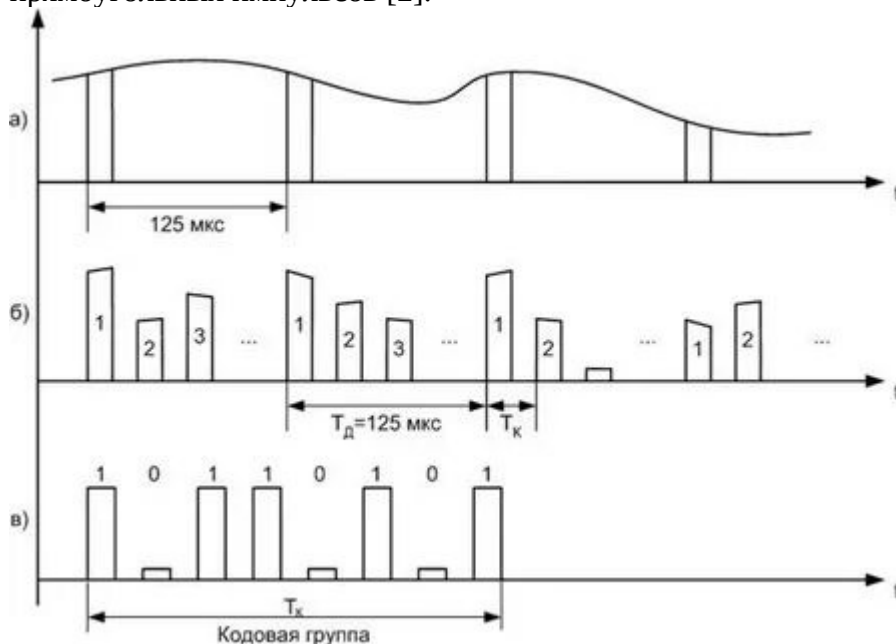
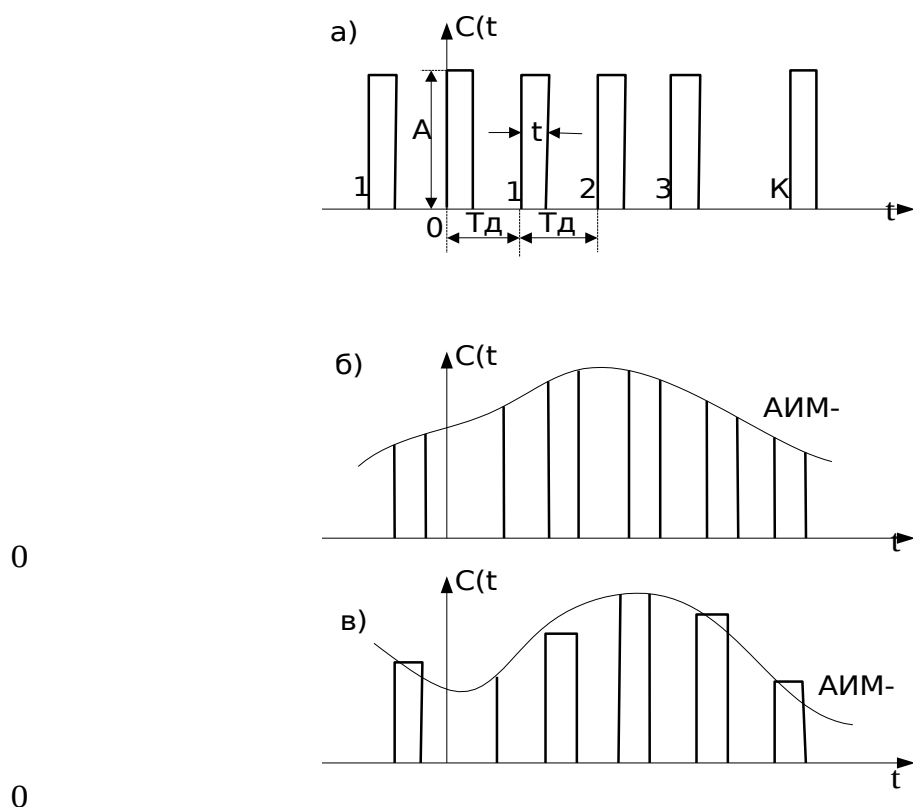


Рисунок 6 - Принцип временного разделения каналов в ЦСП Она характеризуется следующими параметрами:

- A - высота (амплитуда импульса);

- t_u - длительность (ширина импульса);
- T_d - период дискретизации или следования импульса;
- $t_k = kT_d$ - фаза или временное положение импульсов;
- $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ — тактовые точки на оси времени, или моменты появления импульсов;
- $f_d = 1/T_d$ — частота дискретизации, или частота следования импульсов;
- $S = T_d / t_u$ — скважность.

При воздействии первичным сигналом на последовательность импульсов в модуляторе образуется АИМ-сигнал, амплитуда которого изменяется по огибающей, соответствующей кривой изменения первичного сигнала. Различают два вида амплитудно-импульсной модуляции — первого и второго рода (АИМ-I и АИМ-II). При АИМ-I вершины импульсов изменяются в соответствии с огибающей кривой первичного сигнала, при АИМ-II огибающая — горизонтальная линия с ординатой, соответствующей значению сигнала в тактовой точке. Различия между ними хорошо видны на рисунке 7, б и в.



- а — последовательность управляющих импульсов;
 б — при АИМ-I;
 в — при АИМ-II.

Рисунок 7 - Формы дискретных сигналов

Структурная схема аппаратуры.

Упрощенная структурная схема оконечной станции ЦСП показана на рисунке 8. Рассмотрим работу станции и назначение ее отдельных узлов. Первичный (телефонный) сигнал от абонента через дифференциальную систему ДС, ограничитель амплитуд (на схеме не показан) поступает на вход фильтра нижних частот ФНЧ. При помощи этого фильтра спектр частот телефонного сигнала ограничивается сверху частотой 3,4 кГц. Далее этот сигнал поступает на индивидуальный модулятор АИМ – 1, представляющий собой электронный ключ «Кл». Работой ключа управляет каналная импульсная последовательность, подаваемая от генераторного оборудования передачи ГОпер. Импульсные последовательности каналов сдвинуты по времени друг относительно друга на величину канального интервала (рисунок 8) [12].

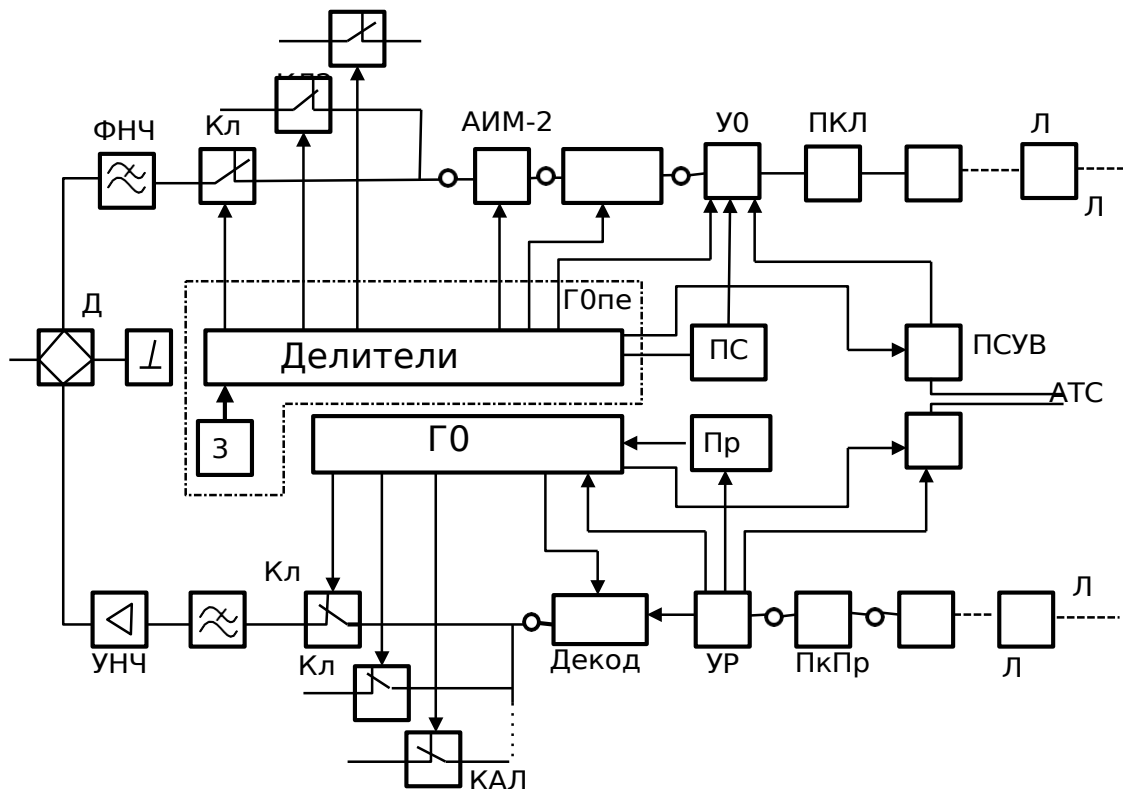


Рисунок 8 - Структурная схема оконечной станции ЦСП

Выходы электронных ключей всех каналов запараллелены и включены в общий групповой такт системы. Образовавшийся в нем групповой АИМ-I — сигнал поступает на групповой модулятор АИМ-II, при помощи которого верхушки импульсов сигнала делаются плоскими и горизонтальными. Кроме того, увеличивается ширина импульсов.

В аппаратуре ЦСП модулятор АИМ-II входит в состав кодера. Затем в кодере производится квантование и кодирование каждого импульса АИМ-II-сигнала. Одновременно с этим осуществляется сжатие динамического диапазона сигнала в соответствии с описанной выше характеристикой компрессии.

На выходе кодера возникает групповой цифровой АИМ-сигнал. Он представляет собой последовательность восьмиразрядных кодовых групп, состоящих из импульсов и пробелов. В этот сигнал через устройства объединения УО вводятся сигналы СУВ цикловой и сверхцикловой синхронизации.

Цифровые сигналы СУВ формируются в передатчике ПСУВ из сигналов управления и взаимодействия, поступающих от АТС. Сигналы цифровой синхронизации образуются в передатчике синхросигналов ПС. На выходе устройства УО возникает групповой однополярный сигнал. Передавать в линию однополярный сигнал нецелесообразно по ряду причин, например из-за невозможности включения в нее трансформаторов. Поэтому однополярный сигнал предварительно преобразуется в биполярный с чередованием полярности импульсов (код ЧПИ).

Преобразование однополярного сигнала в биполярный производится в преобразователе кода передачи ПКП. Полученный биполярный сигнал поступает в стационарный регенератор СтР, в котором приводятся в норму все его характеристики, и передается в линию.

В процессе распространения по линии цифровой сигнал искажается (меняются амплитуда и ширина, форма и временное положение импульсов). Для восстановления его характеристик служат линейные регенераторы ЛР.

Управление работой всех узлов передающей части аппаратуры осуществляется посредством импульсных последовательностей, вырабатываемых в генераторном

оборудовании передачи ГОпер.

На приемной станции после регенерации в станционном регенераторе СтР цифровой сигнал подвергается обратным относительно передающей станции преобразованиям [12].

В преобразователе кода приема ПКпр сигнал преобразуется из биполярного в однополярный и поступает в устройство разделения УР. В нем различные по назначению сигналы распределяются по своим цепям. Телефонные сигналы поступают в декодер, синхросигналы — в приемник синхросигналов ПрС, а сигналы управления и взаимодействия — в приемник ПрСУВ.

Равенство скоростей обработки сигналов на приемной и передающей станциях поддерживается при помощи сигнала тактовой частоты. Сигналы тактовой частоты выделяются из цифрового потока, поступающего на приемную станцию, и подаются в генераторное оборудование приема ГОпр, обеспечивая его синхронную работу относительно ГОпер (своего задающего генератора ГОпр не имеет).

Правильное распределение сигналов (синфазность) по телефонным каналам и каналам СУВ обеспечивается посредством синхросигналов в цикловой и сверхцикловой синхронизации.

Телефонный цифровой сигнал поступает в декодер, в котором последовательность кодовых групп преобразуется в последовательность импульсов (отсчетов), восстанавливаются групповой АИМ–II–сигнал, а также его динамический диапазон. С выхода АИМ–II–сигнал подается на общий вход канальных временных селекторов, при помощи которых из него выделяются импульсы — отсчеты канальных сигналов.

Из последовательности импульсов, поступающих на фильтр нижних частот ФНЧ2 канала, в нем восстанавливается первичный (телефонный) сигнал. Последний усиливается усилителем нижних частот УНЧ и, пройдя через дифференциальную систему ДС, поступает к абоненту.

Сигналы СУВ из цифрового сигнала поступают в приемник ПрСУВ, где они преобразуются, а затем передаются на АТС [12].

Кодер и декодер. В кодере отсчеты передаваемого сигнала преобразуются в соответствующие двоичные кодовые группы.

Практическая работа № 9

Тема: Исследование принципа работы канала с врк

1. Цель работы.

в результате выполнения и изучения лабораторной работы студент должен знать:

- назначение, состав и принцип работы оборудования первичной ЦСП ИКМ-30

Таким образом, студент во время проведения занятия и самостоятельной работы по теме занятия должен:

- изучить основные характеристики ЦСП ИКМ-30;
- разобраться с конструкцией и составом оборудования ЦСП ИКМ-30;
- изучить принцип работы ЦСП ИКМ-30 по структурной схеме

2. Краткие сведения из теории.

Цифровая система передачи ИКМ-30 предназначена для организации соединительных линий между городскими АТС или между АТС и МТС. Она позволяет организовать до 30-ти каналов ТЧ по парам низкочастотного симметричного кабеля типа Т или ТПП. Предусмотрена возможность организации канала звукового вещания (вместо 4-х каналов ТЧ) и от 1 до 9 каналов передачи дискретной информации.

В состав ЦСП ИКМ-30 входит оборудование оконечного пункта и оборудование линейного тракта. Основным оборудованием оконечного пункта является стойка САЦО-30 (стойка аналого-цифрового оборудования на 30 каналов ТЧ), которая состоит из индивидуального, группового и генераторного оборудования. Индивидуальное оборудование содержит устройства, каждое из которых обрабатывает сигналы, соответствующие только одному каналу ТЧ, а устройства группового оборудования обрабатывает сигналы всех 30 каналов.

Генераторное оборудование обеспечивает формирование управляющих сигналов для работы индивидуального и группового оборудования. Размещение блоков в комплекте САЦО-30 показано на рисунке 1.

В индивидуальном оборудовании осуществляется согласование входа и выхода каждого канала аппаратуры ИКМ-30 с оборудованием АТС, дискретизация аналоговых сигналов в передающей части оборудования АЦО и восстановление исходного сигнала из последовательности отчетов в приемной части оборудования АЦО. В групповом оборудовании осуществляется аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов ТЧ (соответственно передающей и приемной частях оборудования АЦО).

Основные параметры ИКМ-30 следующие:

- тактовая частота цифрового сигнала в линии – 2048кГц,
 - частота дискретизации – 8кГц,
 - кодирование восьмиразрядное, нелинейное (характеристика компандированная квазилогарифметическая типа $A=87,6/13$),
 - цифровой код в линии передачи- квазитроичный с чередованием полярностей импульсов(ЧПИ)
 - среднее время восстановления синхронизма по циклам и сверхциклам не превышает 2мс.
- Цифровой сигнал в линии состоит из последовательности передаваемых сверхциклов длительностью 2мс.

Структура построения сверхцикла и цикла показана на рисунке 2. Сверхцикл объединяет 16 циклов, длительностью каждого из них 125мкс. Нумерация циклов начинается с нулевого: Ц0, Ц1, ... , Ц16. Цикл разбит на 32 канальных интервала (КИ) по 8 тактовых интервалов каждый (Р1-Р8) в соответствии с разрядностью используемого кода.

Канальные интервалы в цикле нумеруются, начиная с нулевого: КИ0, КИ1, ..., КИ31.

Параметры стыка линейного тракта:

- Амплитуда импульсов на выходе передающей части между АЦО и оконечным оборудованием линейного тракта $3 \pm 0,3В$ на нагрузке 120 Ом
- Длительность импульса (на уровне 0,5 амплитуды) 0,24 мкс
- Тактовая частота линейного сигнала 2048кГц
- Относительная нестабильность тактовой частоты линейного сигнала $\pm 3 * 10^{-5}$
- Вид кода линейного сигнала – биполярный
- Входное сопротивление приемной части АЦО и входное сопротивление регенератора 120 Ом
- Затухание соединительного кабеля между АЦО и оконечным оборудованием линейного тракта на частоте 1024 кГц должно быть не более 6дБ

Электрические параметры телефонных каналов:

- Остаточное затухание каналов при двухпроводном окончании устанавливается равным 1,8, 3,5 и 7дБ
- Остаточное затухание при четырехпроводном окончании канала 0дБ
- при измерительных уровнях на входе и выходе канала 3,5дБ, 1,3дБ при измерительных уровнях на входе канала -13дБ и на выходе +4,3.
 - Номинальное значение входного и выходного сопротивления канала 600 Ом
 - Кодирование сигналов восьмиразрядное неравномерное и осуществляется по логарифмическому закону ($A=87,6$), аппроксимированному 13 сегментами с отношением наклонов соседних сегментов равным 2
 - Защищенность от внятных переходных влияний между каналами и одной системы на ближнем и дальнем конце не менее 65дБ
 - Вместо 1, 9, 16 и 24 телефонных каналов может быть организован канал вещания второго класса.

2.1. Структурная схема оборудования АЦО-30.

Схема представлена на рис.3.

Сигнал ТЧ 0,3 – 3,4 кГц и соответствующие два сигнала управления и взаимодействия СУВ1 и СУВ2 поступают на вход согласующего устройства СУ. Сигнал ТЧ транслируется согласующим устройством в передатчик. Сигналы управления и взаимодействия преобразуются в импульсные последовательности с тактовой частотой 50Гц каждая, синхронизированные с линейным сигналом. Процессом преобразования в передатчике управляют импульсные последовательности, формируемые в генераторном оборудовании ГО делителями частоты (ДЧ). В свою очередь ДЧ управляются последовательностью импульсов с частотой 2048кГц, вырабатываемой задающим генератором (ГЗ).

Сигналы ТЧ в передатчике ограничиваются по частоте фильтром нижних частот ФНЧ (300-3400Гц) и с помощью АИМ амплитудно-импульсных модуляторов преобразуются в последовательность отсчетов (сигнал АИМ-1), т.е. дискретизируются. При этом модулируемые импульсные последовательности вырабатываемые в ГО, имеют частоту 8кГц равную частоте дискретизации и сдвинуты по времени друг относительно друга на величину, равную одному каналному интервалу. Выходы всех 30-ти передатчиков соединяются в одной точке, в которой образуется групповой АИМ - 1 сигнал,

соответствующий 30каналам ТЧ, разделенным один относительно другого по времени.

Кодер, на вход которого поступает групповой АИМ-1, преобразует последовательность АИМ-1 в АИМ-2 т.е. квантует эту последовательность по уровню и затем кодирует ее в 8-разрядный симметричный двоичный код (ИКМ).

Групповой ИКМ сигнал с выхода кодера и импульсные последовательности СУВ объединяются в формирователе линейного сигнала (ФЛС). В ФЛС, кроме того, вводятся: сигналы дискретной информации, преобразованные в блоке ДИпер, сигналы цикловой и сверхцикловой синхронизации, сформированные в блоке формирователя синхросигнала (ФС) и определяющие временное положение в цикле передачи каналов ТЧ и каналов передачи СУВ. С выхода ФЛС объединенный ИКМ сигнал с частотой 2048 кГц поступает в преобразователь кода передачи (ПКпер.), который преобразует однополярный двоичный сигнал в сигнал с чередованием полярностей импульсов (квазитроичный или код ЧПИ), удобный для передачи по линейному тракту.

В приемной части оборудования АЦО осуществляются обратные преобразования – групповой сигнал из кода с чередованием полярностей импульсов в ПКпр преобразуется в однополярный двоичный сигнал, который затем декодируется декодером. В устройстве разделения УР групповой сигнал разделяется между соответствующими приемниками, в которых восстанавливается исходная форма переданных сигналов: телефонных – в приемниках ПР, сигналов управления и взаимодействия – в ОУ. Сигналов дискретной информации – в ДИпр. Процессом декодирования и разделения группового сигнала управляет генераторное оборудование ГО приема начальная фаза работы которого устанавливается устройством цикловой синхронизации ЦС в соответствии с ГО передачи

Начало сверхцикла определяется по циклу, в 1 канальном интервале на позиции тактовых интервалов Р1-Р4 вводится синхрогруппа 00001 используемая для сверхцикловой синхронизации. На тактовых интервалах Р5, Р7 и Р8 упомянутого канального интервала передается балластный сигнал 101. Интервал Р6 предназначен для передачи сигнала аварии о потере сверхцикловой синхронизации (А). Четыре тактовых интервала 16-го канального интервала остальных 15 циклов (Р1, Р2, Р5, Р6) используются для передачи сигналов управления и взаимодействия (СУВ) между

АТС. Причем в 16-ом канальном интервале первого цикла организуются сигнальные каналы (СК) первого и семнадцатого каналов ТЧ, в 16-м канальном интервале второго цикла организуется СК второго и восемнадцатого каналов и т.д. Четыре тактовых интервала (РЗ, Р4, Р7 и Р8) данного канального интервала заняты передачей балластного сигнала вида 0101.

Начало цикла определяется синхрогруппой 0011011, которая передается в нулевом канальном интервале четных циклов. Частота следования синхросигнала 4кГц. Первый тактовый интервал Р1 нулевого канала во всех циклах используется для передачи

дискретной информации. Символ РЗ нулевого канального интервала нечетных циклов служит для передачи сигнала аварии о потере синхронизации (А), символ Р6 – для передачи сигнала «контроль остаточного затухания» (ОЗ). в тактовом интервале Р2 постоянно передается символ 1. интервалы Р4, Р5, Р7 и Р8 КИО в нечетных циклах не заняты. Канальные интервалы КИ1-КИ-5 и КИ17-КИ31 используются для организации 30 каналов ТЧ ТК1-ТК15, ТК17-ТК-31.

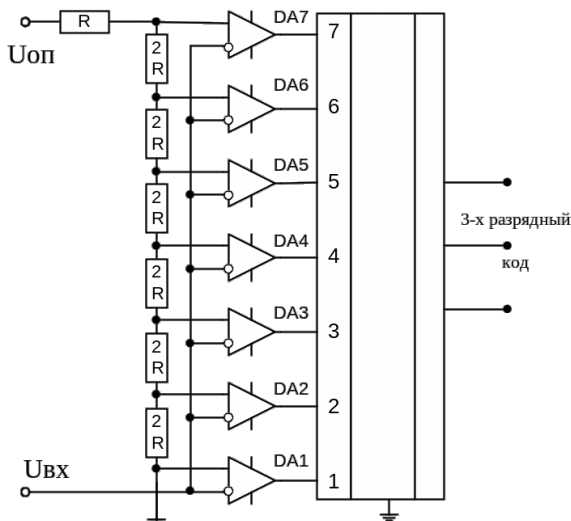
В состав ИКМ входят оконечная станция ОП , промежуточные необслуживаемые регенеративные станции НРП , контрольно-измерительные устройства.

Оконечная станция состоит из двух стоек: стойки аналого-цифрового оборудования (САЦО) и стойки оборудования линейного тракта (СОЛТ). На САЦО размещается аналого- цифровое оборудование четырех 30-ти канальных систем и панель обслуживания ПО-1. Размещение блоков одной системы АЦО-30 показано на рис. 2.

В состав каждой 30-ти канальной системы входят: устройства электропитания, блоки приемопередатчиков (ПП), (один блок на два канала); блок формирования линейного сигнала (ФЛС); блок задающего генератора (ГЗ); делителей частоты (ДЧ) разрядный, канальный, цикловой; блоки кодирующего (код А, код Ц) и декодирующего устройства; (декод); блоки приемника синхросигнала (Прсинхр) и преобразователя кода приема (ПКпр); блоки контроля и сигнализация (КС); блок дискретной информации (ДИ). Кроме того, на стойке размещается 30 согласующих устройств (СУ), обеспечивающих согласование каналов аппаратуры ИКМ – 30 с оборудованием АТС.

На СОЛТ размещаются блоки контроля и питания регенераторов, оборудование дистанционного питания, блоки станционных регенераторов на 30 цифровых трактов (900 каналов Т4), устройство служебной связи и панель обслуживания ПО-2. к каждой СОЛТ может быть подключено до 7 САЦО.

Во втором варианте на оконечной станции небольшой емкости (до 90 каналов ТЧ) устанавливается стойка оконечного оборудования (СОО), на второй размещается аналого-цифровое оборудование и оборудование линейного тракта трех 30 канальных систем, а также панели служебной связи и обслуживания (ПО-1 и ПО-2).



Структурная схема АЦП

3. Содержание отчета.

1. Название и цель работы.
2. Назначение и основные технические данные САЦО-30.
3. Состав оборудования САЦО-30.

4. Контрольные вопросы.

1. Назначение САЦО-30.
2. Тип линейного кода, используемого в первичной ЦСП.
3. С какой частотой передается по линии цифровой код в первичной ЦСП?
4. Какое устройство в оборудовании САЦО-30 производит дискретизацию и как.
5. Что делает кодер?
6. Назначение блока ФЛС.
7. Сколько канальных интервалов входит в один цикл передачи САЦО-30?
8. Какую роль в оборудовании САЦО-30 играет ГО.
9. Что кроме стойки САЦО-30 входит в состав оборудования первичной ЦСП.

Практическая работа № 10

Тема: Нелинейные кодеры взвешивающего типа

Цель практического занятия: иметь представление о линейном и нелинейном кодировании. Знать недостатки линейного кодирования и преимущества нелинейного. Уметь выполнять операцию нелинейного кодирования по заданному значению сигнала и определять ошибки квантования.

1. Краткие сведения из теории.

Квантование сигнала предназначено для преобразования сигнала в коде АИМ в цифровой сигнал - 8-разрядную кодовую комбинацию двоичных символов.

1.1. Квантование сигнала с линейной шкалой характеристики.

Квантование сигнала с линейной шкалой характеристики не позволяет получить высокое качество передачи сигнала с малой амплитудой, поскольку шаги квантования одинаковы для больших и малых значений и, соответственно, для малых значений велика ошибка квантования.



Кодеры и декодеры с равномерным шагом квантования имеют реальную характеристику квантования, показанную на рис. 3.11. На этой характеристике можно отметить ее неравномерность в начале координат, точнее, первые ступеньки в положительной и отрицательной областях характеристики. Это приводит к отклонению реальной характеристики от идеальной, представляющей собой прямую линию, проходящую через

начало координат. Обработка сигнала с такой характеристикой квантования вызывает его дополнительные искажения. Для уменьшения этих искажений при декодировании значение амплитуды отсчета положительной и отрицательной полярностей увеличиваются дополнительно на половину шага квантования. Для этого в реальных декодерах используются дополнительные эталонные токи со значениями 0,5 и -0,5. Это равносильно смещению характеристики в положительной области вверх, а в отрицательной области вниз на половину шага квантования.

Квантование сигнала с нелинейной шкалой характеристики.

Квантование сигнала с линейной шкалой характеристики не позволяет получить высокое качество передачи сигнала с малой амплитудой. Поэтому в системах ИКМ—ВРК квантование с линейной шкалой практически не применяется.

Необходимое качество передачи сигналов достигается при выполнении квантования с неравномерной шкалой. В системах ИКМ—ВРК вместо плавной амплитудной характеристики, которую имеют аналоговые компрессоры, применяются сегментные характеристики. Они представляют собой кусочно-ломаную аппроксимацию плавных характеристик, при которой изменение крутизны происходит дискретными ступенями. Наибольшее распространение получила сегментная характеристика компрессирования типа А-87,6/13, где аппроксимация логарифмической характеристики производится по так называемому А-закону, соответствующему выражениям:

$$\frac{I_{\text{вых}}}{I_{\text{max}}} \begin{cases} \frac{A |I_{\text{вх}} I_{\text{max}}|}{1 + \ln A} & \text{при } |I_{\text{вх}}/I_{\text{max}}| \leq 1/A; \\ \frac{1 + \ln(A |I_{\text{вх}}/I_{\text{max}}|)}{1 + \ln A} & \text{при } 1/A \leq |I_{\text{вх}}/I_{\text{max}}| \leq 1. \end{cases}$$

Здесь A - коэффициент компрессии, равный 87,6, а сама характеристика строится из 13 сегментов. Такая характеристика показана на рис. 3.12. Она содержит в положительной области сегменты $C_1, C_2, C_3, \dots, C_8$, находящиеся между точками (узлами) $0-1, 1-2, 2-3, \dots, 7-8$.

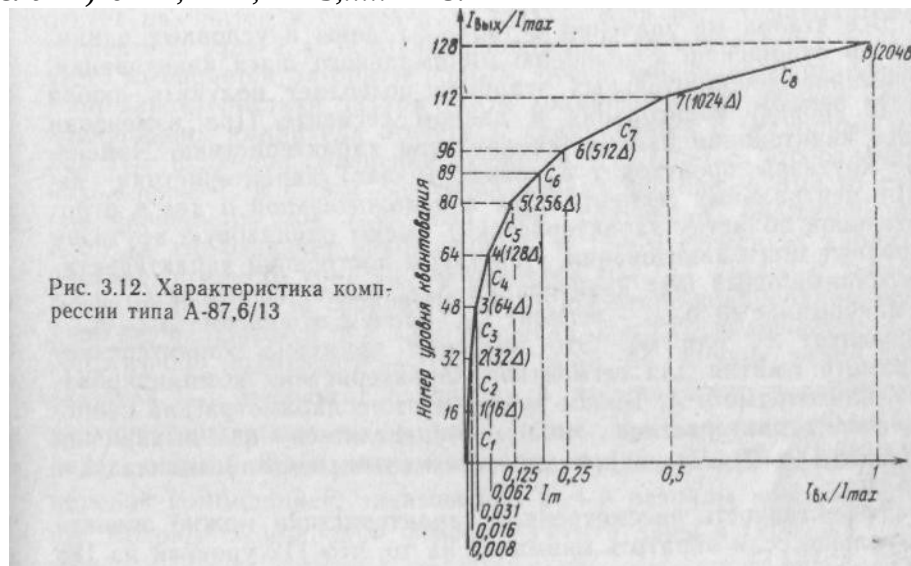


Рис. 3.12. Характеристика компрессии типа А-87,6/13

Аналогичным образом строится характеристика для отрицательной области значений входного сигнала. Четыре центральных сегмента (два в положительной и два в отрицательной областях) объединяются в один нейтральный сегмент, поэтому общее число сегментов на двухполярной характеристике равно 13.

Каждый из 16 сегментов характеристики содержит по 16 шагов (уровней) квантования, а общее число уровней равно 256, из них 128 положительных и 128 отрицательных и дополнительных эталонов, шагов квантования даны в табл.3.1.

Все эталонные значения в табл. 3.1 даны в условных единицах по отношению к значению минимального шага квантования. Сочетание дополнительных эталонов позволяет получить любой из 16 уровней квантования в данном сегменте. При изменении шага квантования изменяется крутизна характеристики. Изменение крутизны происходит в точках (узлах) характеристики. Четыре центральных сегмента (два в положительной и два в отрицательной областях характеристики) имеют одинаковую крутизну и равные шаги квантования. При таком построении характеристики минимальный шаг квантования \min имеют сегменты С1 и С2, а максимальный \max -сегмент С8, причем отношение \max / \min составляет 26, или 64. Это значение примерно характеризует параметр сжатия для сегментной характеристики компандирования, или параметр А. Точное значение этого параметра для непрерывной характеристики типа А определяется из выражения $A/(1+1nA)=2nc-1/nc$ и при числе сегментов $nc = 8$ значение $A = 87,6$.

Эффективность рассмотренной характеристики можно оценить визуально, если обратить внимание на то, что 112 уровней из 128 используются для квантования сигналов, амплитуда которых не превышает половины максимальной, 64 уровня - для квантования сигналов, амплитуда которых не

превышает 6,2% максимальной.

Таблица 3.1

Номер сегмента	Кодовая комбинация номера сегмента	Эталонные сигналы					Шаг квантования	Эталонные сигналы коррекции
		основ-ной	дополнительные					
1	000	—	8	4	2	1	1	0,5
2	001	16	8	4	2	1	1	0,5
3	010	32	16	8	4	2	2	1
4	011	64	32	16	8	4	4	2
5	100	128	64	32	16	8	8	4
6	101	256	128	64	32	16	16	8
7	110	512	256	128	64	32	32	16
8	111	1024	512	256	128	64	64	32

Рассмотрим особенности этапов кодирования и декодирования сигналов при нелинейной характеристике квантования. В случае сегментной характеристики компрессии типа А-87,6/13 для кодирования абсолютных величин отсчетов необходимо 11 эталонов с условными весами, равными $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, \dots, 2^{10}$ усл. ед., или 1, 2, 4, ..., 1024 усл. ед. При линейном кодировании такая характеристика эквивалентна характеристике квантования с 2048 уровнями. Для кодирования 2048 положительных и 2048 отрицательных уровней потребуется 12-разрядная кодовая группа. При нелинейном кодировании для обеспечения такой же защищенности Акв 25 дБ потребуются 128 положительных и 128 отрицательных уровней, а кодовая группа - 8-разрядная.

1.2. Описание процесса квантования сигнала с нелинейной шкалой характеристики.

Кодирование осуществляется за восемь тактов и включает три основных этапа: 1 - определение и кодирование полярности входного сигнала; 2 - определение и кодирование номера сегмента узла, в котором заключен кодируемый отсчет; 3 - определение и кодирование номера уровня квантования сегмента, в зоне которого заключена амплитуда

кодируемого отсчета. Первый этап кодирования осуществляется за 1-й такт, второй этап — за 2...4-й такты, третий этап — за 5...8-й такты кодирования.

Работа кодера на первом этапе кодирования при определении и кодировании полярности отсчета не отличается от работы линейного кодера.

На втором этапе определяется и кодируется узел характеристики, определяющей начало сегмента, в котором находится амплитуда кодируемого отсчета, например узла 0, если отсчет находится в сегменте 1; узла 1, если отсчет находится в сегменте 2; узла 2, если отсчет находится в сегменте 3. и т. д. Для этого выбирается алгоритм работы, обеспечивающий определение узла характеристики за три такта кодирования. В первом такте кодирования амплитуда отсчета I_C сравнивается с эталонным током $I_{эт4}$. Если при сравнении окажется, что $I_C > I_{эт4}$, это означает нахождение I_C в 5...8-м сегментах характеристики, и вместо тока $I_{эт4}$ включается ток $I_{эт6}$. Если при сравнении окажется, что $I_C < I_{эт4}$, это означает нахождение I_C в 1...4-м сегментах характеристики, и вместо тока $I_{эт4}$ включается ток $I_{эт6}$. Далее в зависимости от результата сравнения на втором этапе кодирования, если $I_C > I_{эт6}$, включается ток $I_{эт7}$, или если $I_C < I_{эт6}$, включается $I_{эт5}$. Аналогично подбираются эталоны, если на втором этапе был включен $I_{эт2}$. Результат сравнения в третьем такте кодирования позволяет окончательно выбрать номер узла характеристики, определяющий начало сегмента. Результат представляется двоичной кодовой комбинацией, занимающей 2...4-й

разряды кодовой группы. Кодовые комбинации номера сегмента даны в табл. 3.1.

На третьем этапе определяется и кодируется номер уровня квантования внутри выбранного сегмента, в зоне которого находится амплитуда кодируемого отсчета. Необходимо напомнить, что число шагов квантования внутри сегмента равно 16, шаг квантования равномерный, равен Δ и для каждого сегмента свой. Третий этап осуществляется за четыре такта методом линейного кодирования. При кодировании в дополнение к основному эталону, определяющему начало сегмента, подключаются дополнительные эталоны с весами 8Δ , 4Δ , 2Δ , Δ . (см. табл. 3.1). В результате сравнения определяется номер уровня квантования, в зоне которого находится амплитуда отсчета.

Итак, в результате выполнения указанных операций получается 8-разрядная кодовая комбинация двоичных символов, 1-й разряд, который указывает полярность кодируемого отсчета; 2...4-й разряды - номер сегмента узла характеристики компрессии; 5...8-й разряды — номер шага квантования внутри этого сегмента, в зоне которого заключена амплитуда кодируемого отсчета.

Например, кодовая комбинация двоичных символов 11011010 означает, что кодированию подлежит отсчет положительной полярности, амплитуда которого находится в сегменте 6 и заключена в зоне 10-го уровня квантования этого сегмента. На характеристике компрессии это соответствует сигналу с амплитудой в зоне 90-го уровня квантования.

ЗАДАНИЕ.

1. Рассмотрите сегментную характеристику компандирования типа А-87,6/13. Кратко поясните три этапа кодирования.
2. Выполните операцию нелинейного кодирования по заданному значению сигнала. Укажите значение ошибки квантования.

Исходные данные приведены в табл.

Варианты	1	2	3	4	5
Амплитуда	+1	-	+2	-	+62
АИМ сигнала, усл. ед.	01	96, 8	1,4	57, 2	,3

Варианты	6	7	8	9	10
Амплитуда	-	+1	-	+1	-
АИМ	46	7,3	20	30	196
сигнала, усл.	0		3		,6
ед.					

Примечания:

1. Порядок выполнения задания показать в таблице 4 для своего варианта.

Таблица 4

	Опред. полярности	Выбор основного эталонного тока $I_{осн. эт.}$			Вкл. $I_{осн. эт.}$	Дополнительные эталонные токи $I_{доп. эт.}$				
		1	2	3		4	5	6	7	8
Разряды кодирования					-					
$I_{эт}$										
$I_{вкл} - \Sigma I_{эт}$					-					
Состояние выхода компаратора										
Запись решения в ЦР					-					
Шаг квантования										
Ошибка квантования, ϵ кв										
	1-й этап	2-й этап				3-й этап				

2. Пример выполнения задания показан в таблице 5 для значения -810 у.

Практическая работа №11

Тема: Нелинейные декодеры взвешивающего типа

Цель практического занятия: иметь представление о линейном и нелинейном декодировании. Знать недостатки линейного декодирования и преимущества нелинейного. Уметь выполнять операцию нелинейного декодирования по заданному значению кодовой группы и определять назначение эталона коррекции.

Краткие сведения из теории.

Квантование сигнала предназначено для преобразования сигнала в код АИМ в цифровой сигнал - 8-разрядную кодовую комбинацию двоичных символов. Декодирование – для обратного преобразования.

Декодирование с линейной шкалой характеристики.

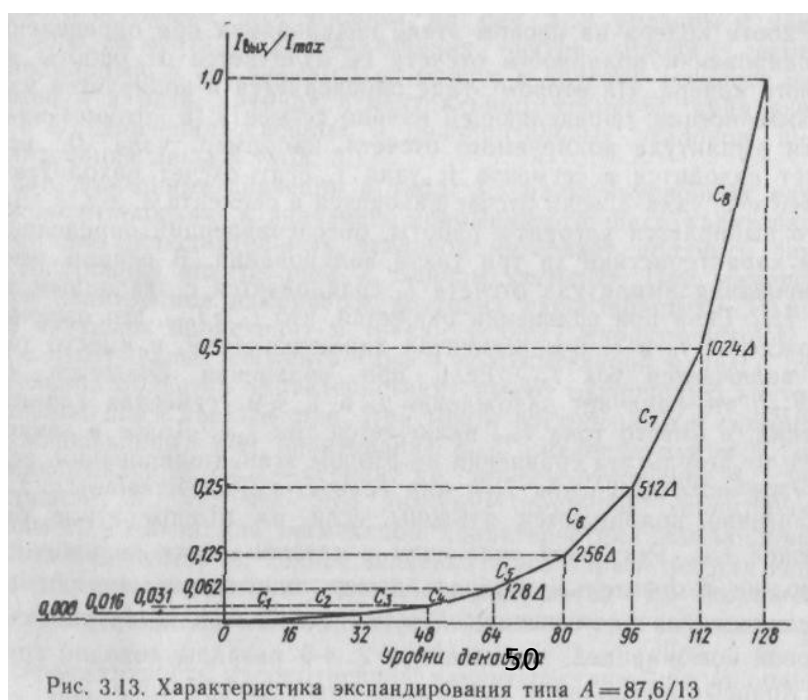
Декодирование с линейной шкалой характеристики не позволяет получить высокое качество передачи сигнала с малой амплитудой, поскольку шаги квантования одинаковы для больших и малых значений и, соответственно, для малых значений велика ошибка квантования.



Декодеры с равномерным шагом квантования имеют реальную характеристику квантования, показанную на рис. 3.11. На этой характеристике можно отметить ее неравномерность в начале координат, точнее, первые ступеньки в положительной и отрицательной областях характеристики. Это приводит к отклонению реальной характеристики от идеальной, представляющей собой прямую линию, проходящую через начало координат. Обработка сигнала с такой характеристикой квантования вызывает его дополнительные искажения. Для уменьшения этих искажений при декодировании значение амплитуды отсчета положительной и отрицательной полярностей увеличиваются дополнительно на половину шага квантования. Для этого в реальных декодерах используются дополнительные эталонные токи со значениями $0,5$ и $-0,5$. Это равносильно смещению характеристики в положительной области вверх, а в отрицательной области вниз на половину шага квантования.

2. Декодирование с нелинейной шкалой характеристики

При декодировании осуществляется обратное цифро-аналоговое преобразование. Характеристика экспандирования нелинейного декодера должна быть обратной характеристике компрессии нелинейного кодера (рис. 3.13).



Входным сигналом декодера является 8-разрядная кодовая группа, определяющая полярность и величину отсчета (номер сегмента и уровень его квантования). В соответствии с принятой кодовой комбинацией выбирается основной эталон, определяющий начало сегмента и соответствующие дополнительные эталоны, суммарный ток которых определяет величину декодируемого АИМ сигнала. Например, при декодировании комбинации двоичных символов 11011010 будут включены источник эталонных токов положительной полярности и эталонные токи с весами, равными основному эталону узла 6, который равен 256 усл. ед. и второму и четвертому дополнительным эталонам сегмента 6, что будет равно $256+128+32=416$ усл. ед.

Учитывая особенности построения нелинейной характеристики квантования декодера, для уменьшения искажений при декодировании используется еще один, 12-й эталон. Значение этого эталона для каждого сегмента свое и равно половине шага квантования в этом сегменте. Эталоны коррекции приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Номер сегмента	Кодовая комбинация номера сегмента	Эталонные сигналы					Шаг квантования	Эталонные сигналы коррекции
		основ-ной	дополнительные					
1	000	—	8	4	2	1	1	0,5
2	001	16	8	4	2	1	1	0,5
3	010	32	16	8	4	2	2	1
4	011	64	32	16	8	4	4	2
5	100	128	64	32	16	8	8	4
6	101	256	128	64	32	16	16	8
7	110	512	256	128	64	32	32	16
8	111	1024	512	256	128	64	64	32

Последовательность цифроаналогового преобразования:

- 1-й этап - по символу, записанному в 1-м разряде, выбирается полярность ГЭТ: Если записана «1», то выбирается положительная полярность, если «0», то отрицательная.
- 2-й этап - по кодовой комбинации, записанной в 2,3,4 разрядах, выбирается основной эталонный ток.
- 3-й этап - из четырех дополнительных эталонных токов выбранного основного эталонного тока выбираются те, в чьих разрядах записаны «единицы».
- 4-й этап - в конце добавляется эталон коррекции, равный половине шага квантования данного сегмента.

2. ЗАДАНИЕ.

1. Рассмотрите сегментную характеристику экспандирования типа $A=87,6/13$.
2. Кратко поясните три этапа декодирования, назначение всех узлов характеристики экспандирования типа $A=87,6/13$.
3. Укажите назначение эталона коррекции.
4. Выполните операцию нелинейного декодирования по заданному значению кодовой комбинацией.
5. Запишите полученное значение
6. Укажите значение полученного эталона коррекции. Исходные данные приведены в табл.6

Практическая работа №12
Тема: Приемник цикловой синхронизации

1. Цель работы: разобраться с синхронизацией в цифровых сетях PDH. Изучить принцип работы неадаптивного приемника циклового синхросигнала

1. Литература:

2.1 Попов Г.Н. Телекоммуникационные системы передачи. Часть 1, 2-ое изд. – Новосибирск: Веди. 2006.

2.2 Неудачина О.И. Электронный учебник по ТМ и О ЦСП- Улан-Удэ: «БФ СибГУТИ», 2014.

2.3 Крухмалев В.В. Цифровые системы передачи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н., Моченов А.Д.— Электрон. текстовые данные. — М.: Горячая линия - Телеком, 2012.— 376 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12065>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю.

2.4 Ю.В. Скалин и др. Цифровые системы передачи. Радио и связь. М. 1988.

2.5 http://www.unitest.com/pdf/sinhro_det.pdf.

2.6 http://studopedia.ru/6_147044_neadaptivnie-priemniki-sinhrosignala.html.

3. Подготовка к работе:

3.1 Повторить построение тактовой синхронизации в оборудовании сетей PDH.

3.2. Разобраться с работой неадаптивного приемника циклового синхросигнала во всех режимах.

3.3. Подготовить бланк отчета.

4. Основное оборудование.

Макет неадаптивного приемника циклового синхросигнала, питание которого осуществляется от сети переменного тока $U=220$ В.

В макете реализован трехразрядный неадаптивного приемника циклового синхросигнала. Синхросигнал передается кодовой комбинацией 111.

Назначение сигнальных диодов и кнопок управления макета:

Светодиоды «ИКМ» - отражают кодовую комбинацию ИКМ сигнала, повторяющегося циклично. Временное положение синхрогруппы соответствует 1,2,3 разрядам. Нумерация диодов – обратная порядку следования символов в кодовой комбинации.

Светодиоды «РС» - отражают запись символов группового ИКМ сигнала в разряды регистра сдвига.

Светодиод «СС» - соответствует проводящему состоянию схемы И1

Светодиоды «Н.ВЫХ» - отражают последовательность заполнения разрядов накопителя по выходу из синхронизма. Последний выполнен четырехразрядным.

Светодиоды «Н.ВХ» - отражают последовательность заполнения разрядов накопителя по входу в синхронизм. Последний выполнен трехразрядным. После полного заполнения разрядов накопителя по входу в синхронизм высвечивается светодиод на выходе Н.ВХ, отражающий сигнал «сброс» для трех разрядов накопителя по выходу из синхронизма.

Светодиоды «ГО» - отражают моменты подачи импульсов от генераторного оборудования.

Светодиоды «КИ» - отражают моменты контрольного импульса от генераторного оборудования, что соответствует моменту определения опознавателем синхрогруппы в групповом ИКМ сигнале.

Кнопка «СТОП-ПУСК» - нажимая и отпуская кнопку, можно поэтапно проследить работу приемника синхросигнала. При постоянно нажатой кнопке работа прослеживается в автоматическом режиме.

Кнопка «СБРОС» - приводит схему макета в исходное состояние. При этом должен светиться только восьмой светодиод ГО.

Кнопки «УСТ.0 УСТ.1» - для набора заданной преподавателем восьмиразрядной кодовой комбинации группового ИКМ сигнала.

Для схемы НЕТ анализатора справедлива следующая таблица истинности:

X1	X2	Y
1	0	1
0	1	1
0	0	1
1	1	0

5 Методические указания.

5.1 Необходимость синхронизации

Основные положения.

Синхронизация — это средство поддержания работы всего цифрового оборудования в сети связи на одной средней скорости. Для цифровой передачи информация преобразуется в дискретные импульсы. При передаче этих импульсов через линии и узлы связи цифровой сети все ее компоненты должны синхронизироваться. Синхронизация должна существовать на трех уровнях: битовая синхронизация (тактовая), синхронизация на уровне канальных интервалов (time slot) (цикловая) и кадровая синхронизация (сверхцикловая).

Битовая синхронизация заключается в том, что передающий и принимающий концы линии передачи работают на одной тактовой частоте, поэтому биты считываются правильно. Для достижения битовой синхронизации приемник может получать свои тактовые импульсы с входящей линии. Битовая синхронизация включает такие проблемы как джиттер линии передачи и плотность единиц. Эти проблемы поднимаются при предъявлении требований к синхронизации и системам передачи.

Синхронизация канального интервала (time slot) соединяет приемник и передатчик таким образом, чтобы канальные интервалы могли быть идентифицированы для извлечения данных. Это достигается путем использования фиксированного формата кадра для разделения байтов. Основными проблемами синхронизации на уровне канального интервала являются время изменения кадра и обнаружение потери кадра.

Кадровая синхронизация вызвана необходимостью согласования по фазе передатчика и приемника таким образом, чтобы можно было идентифицировать начало кадра. Кадром (сверхциклом) в сигнале DS1 или E1 является группа битов, состоящая из двадцати четырех (ANSI) или тридцати (ENSI) байтов (канальных интервалов) соответственно, и одного импульса кадровой синхронизации. Время кадра равно 125 микросекундам. Канальные интервалы соответствуют пользователям конкретных (телефонных) каналов связи.

Тактовый генератор сети, расположенный в узле источника, управляет частотой передачи через этот узел битов, кадров и канальных интервалов. Вторичный генератор сети, расположенный в принимающем узле, предназначен для управления скоростью считывания информации. Целью тактовой сетевой синхронизации является согласованная работа первичного генератора и приемника с тем, чтобы принимающий узел мог правильно интерпретировать цифровой сигнал. Различия в синхронизации узлов, находящихся в одной сети, может привести к пропуску или к повторному считыванию принимающим узлом посланной на него информации. Это явление называется проскальзыванием.

Например, если оборудование, передающее информацию, работает на частоте, большей, чем частота принимающего оборудования, то приемник не может отслеживать поток информации. В этом случае приемник будет периодически пропускать часть передаваемой ему информации. Потеря информации называется проскальзыванием удаления или отрицательным проскальзыванием.

В случае, если приемник работает на частоте, превышающей частоту передатчика, приемник будет дублировать информацию, продолжая работать на своей частоте и все еще осуществляя связь с передатчиком. Это дублирование информации называется проскальзыванием повторения или положительным проскальзыванием.

Основной целью сетевой синхронизации является ограничение возникновения управляемых проскальзываний. Существуют две основных причины возникновения проскальзываний. Первая причина - отсутствие частоты синхронизации из-за потери связи между генераторами, приводящее к различию тактовых частот. Вторая причина - фазовые сдвиги либо в линиях связи такие, как джиттер и вандер, либо между первичным и ведомым генераторами. Джиттер это быстрое (>10 Гц) изменение фазы сигнала («дрожание фазы»). Вандер — это медленное (<10 Гц) изменение фазы сигнала («дрейф фазы»). Основной же причиной возникновения проскальзываний в сетях связи являются фазовые сдвиги между частотами первичного генератора и приемника,

Для управления проскальзываниями в потоках DS1 и E1 используются специальные буферы (рис.1). Данные записываются в буфер принимающего оборудования с частотой первичного генератора, а считываются из буфера тактовой частотой принимающего оборудования.

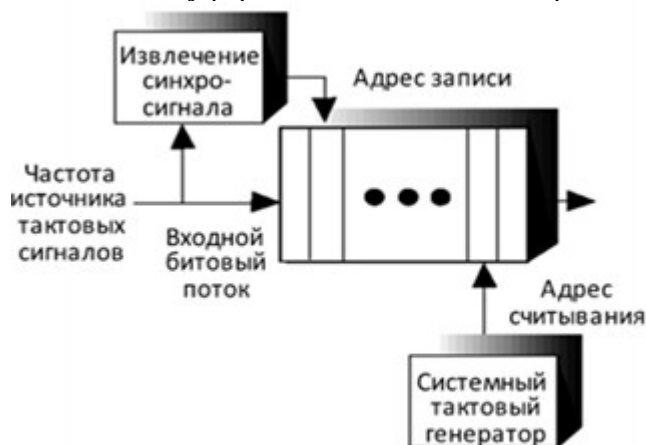


Рисунок 1. Буфер проскальзывания

На практике могут применяться различные размеры буферов. Обычно буфер содержит более одного кадра. В этом случае принимающее оборудование при проскальзывании будет пропускать или повторять целый кадр. Это называется управляемым проскальзыванием.

Влияние одного или более проскальзываний на качество предоставляемых услуг в цифровых сетях связи зависит от типа этих услуг. Рассмотрим влияние одиночных проскальзываний на различные виды услуг.

При предоставлении услуг телефонной (голосовой) связи проскальзывания могут вызвать случайные звуковые щелчки. Эти щелчки не всегда слышны и не приводят к серьезным искажениям речи. Поэтому услуги телефонной связи не критичны к проскальзываниям. Частота появления проскальзываний до нескольких проскальзываний в минуту считается допустимой.

При передаче факсимильных сообщений, одиночные проскальзывания приводят к искажению или пропаданию строк в принятом факсимильном сообщении. Проскальзывание может вызвать пропадание до 8 сканированных линий. Это соответствует пропуску 0,08 дюйма вертикального пространства. На стандартной отпечатанной странице проскальзывание выглядит как отсутствие верхней или нижней половины отпечатанной строки. Длительное появление проскальзываний приведет к необходимости повторной передачи страниц, подвергшихся их влиянию. Повторная передача не может быть автоматизирована и осуществляется пользователем вручную.

Влияние проскальзываний на передачу данных при помощи модемов проявляется в виде длинных пакетов ошибок. Продолжительность такого пакета ошибок зависит от скорости передачи данных и типа модема находится в диапазоне от 10 миллисекунд до 1,5 секунд. В период появления этих ошибок оконечное приемное устройство, подключенное к модему, принимает искаженные данные. В результате пользователь должен осуществить повторную передачу данных.

При возникновении проскальзываний во время сеанса видеотелефонной связи происходит пропадание изображения. Абонентов просят повторно установить связь для восстановления изображения.

Влияние проскальзываний на передачу цифровых данных зависит от используемого протокола. В протоколах, не предусматривающих возможности повторной передачи, возможны пропуски, повторения или искажения данных.

Возможна потеря кадровой синхронизации, вызывающая искажения множества кадров при возобновлении поступления импульсов кадровой синхронизации. Протоколы с повторной передачей имеют возможность обнаружить проскальзывания и инициировать повторную передачу. Для инициализации и выполнения такой ретрансляции обычно требуется одна секунда. Поэтому проскальзывания будут влиять на пропускную способность, обычно приводя к потере секунды времени передачи.

При цифровой передаче изображений (например, видеоконференция) проскальзывание обычно вызывает искажение части изображения или его «замораживание» на время до 6 секунд. Серьезность и длительность искажений зависит от применяемого оборудования кодирования и компрессии. Наиболее значительные искажения возникают при использовании низкоскоростного декодирующего оборудования.

Наибольшее влияние проскальзывания оказывают при предоставлении услуг по передаче шифрованных данных. Проскальзывание приводит к потере ключа кодирования. Потеря ключа приводит к недоступности переданных данных до повторной передачи ключа и повторного осуществления связи. Поэтому вся связь останавливается. Что более важно, необходимость в ретрансляции ключа значительно влияет на безопасность. Для многих приложений, связанных проблемами безопасности, число проскальзываний, превышающее 1 в день, считается неприемлемым.

5.2 Неадаптивный приемника синхросигнала

Структурная схема неадаптивного приемника синхросигнала показана на рис. 2. Групповой ИКМ сигнал поступает на вход опознавателя, содержащего регистр сдвига РС и схему совпадения I_1 . Анализатор содержит схемы (элементы) НЕТ и I_2 . Появление импульса на выходе схемы I_2 означает совпадение по времени синхросигнала и контрольного импульса от $ГО_{прм}$. Появление импульса на выходе схемы НЕТ означает отсутствие синхросигнала в момент появления контрольного импульса от $ГО_{прм}$.

Решающее устройство (РУ) содержит накопитель по выходу из синхронизма, накопитель по входу в синхронизм и схему I_2 . Накопители по входу в синхронизм и выходу из синхронизма выполнены по схеме счетчика со сбросом. Накопитель по выходу из синхронизма необходим для исключения ложного выхода из синхронизма, когда в групповом ИКМ сигнале произошло изменение структуры синхросигнала. Обычно накопитель по выходу из синхронизма содержит четыре-шесть разрядов (на рис.2 накопитель содержит четыре разряда). Это обеспечивает помехозащищенность приемника синхросигнала от искажений синхрогруппы в групповом ИКМ сигнале по каким-либо причинам.

Накопитель по входу в синхронизм обеспечивает защиту приемника синхросигнала от ложного синхронизма в режиме поиска синхрогруппы, когда на вход опознавателя поступают случайные комбинации группового цифрового сигнала, совпадающие с синхросигналом. Обычно накопитель по входу в синхронизм содержит два-три разряда (на рис. 2 накопитель содержит три разряда).

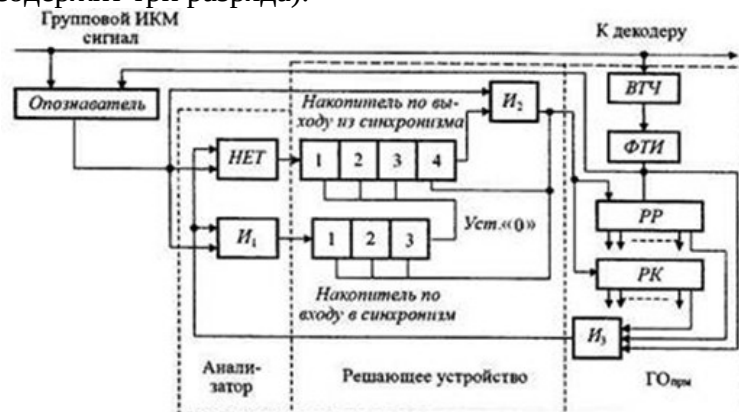


Рисунок 2. Структурная схема неадаптивного приемника синхросигнала
Управление работой ГО_{прм} производится схемой И₂, которая в режиме поиска синхронизма при поступлении синхросигнала установит в начальное положение разрядный РР и каналный РК распределители, определяя тем самым начало их работы. На выходе схемы. Из формируется контрольный импульс синхронизма от ГО_{прм}. Появление этого импульса по времени должно произойти в определенный разрядный интервал определенного канального интервала в соответствии с тактовой частотой. Для этого используется схема И₃ с тремя входами.

Если система передачи находится в состоянии синхронизма, то сигнал с выхода опознавателя совпадает по времени с сигналом от ГО_{прм} (выход схемы И₁). При этом на выходе схемы НЕТ, соединенной с накопителем по выходу из синхронизма, сигнал отсутствует, а на выходе схемы И₁, соединенной с накопителем по входу в синхронизм, формируется сигнал, соответствующий моменту опознавания синхрогруппы. В результате накопитель по входу в синхронизм оказывается заполненным, а накопитель по выходу из синхронизма - разряженным до нулевого состояния. Ложные синхрогруппы, формируемые в групповом ИКМ сигнале, вследствие случайного сочетания 1 и 0 не совпадают по времени с сигналом на выходе ГО_{прм}, а, следовательно, и не участвуют в процессе накопления.

При кратковременных искажениях (один - три цикла подряд для данной схемы) синхросигнала, возникающих либо при сбоях синхронизации в цифровых потоках более высокого порядка, либо под действием помех, сигнал с выхода ГО_{прм} проходит через схему НЕТ на вход накопителя по выходу из синхронизма, который не успеет заполниться. Сбоя синхронизации при этом не происходит, и первый же сигнал, с выхода накопителя по входу в синхронизм осуществляет сброс накопителя по выходу синхронизма в нулевое состояние. Таким образом, кратковременные искажения синхросигнала не нарушают работу ГО_{прм}.

При длительном нарушении синхронизма (синхросигнал отсутствует четыре цикла подряд для схемы рис.2) накопитель по выходу из синхронизма будет полностью заполнен и на его выходе появится 1, что является сигналом к поиску синхронизма. Теперь первый же импульс от опознавателя при появлении синхросигнала пройдет через схему И₂ и установит 0 в последнем разряде накопителя по выходу из синхронизма и во всех разрядах накопителя по входу в синхронизм, а также установит в начальное положение РР и РК генераторного оборудования приема. Следующее опознавание синхросигнала будет произведено ровно через цикл. Если синхросигнал выделен, верно, то через цикл произойдет совпадение очередного синхросигнала и контрольного сигнала от ГО_{прм}. В этом случае в накопитель по входу в синхронизм поступает 1. Когда это произойдет три раза подряд (для схемы рис. 2), накопитель по входу в синхронизм заполнится и установит 0 в первых трех разрядах накопителя по выходу из синхронизма (в четвертом разряде 0 уже установлен сигналом со схемы И₂). Трехкратное совпадение синхросигнала и контрольного сигнала от схемы И₁ ГО_{прм} подтверждает установление синхронного режима работы, передающей и приемной станций.

Возможно, но маловероятно, что в режиме поиска будет выделена опознавателем случайная кодовая группа, совпадающая с синхросигналом. В этом случае сигнал от опознавателя пройдет схему И₂ и также установит в начальное состояние РР и РК. Следующее опознавание синхросигнала произойдет через цикл. Так как кодовые группы ИКМ сигнала носят случайный характер, то через цикл синхросигнал не будет выделен. В накопитель по выходу из синхронизма поступит 1, а он уже заполнен, и опять начнется поиск синхросигнала. Процесс будет повторяться, пока не будет выделен истинный синхросигнал. Рассмотрим причины, вызывающие сбой цикловой синхронизации.

Основными из них являются выход из синхронизма по тактовой частоте, что приводит к изменению длительности цикла, так как в цикле появятся или пропадут один или несколько тактовых интервалов, и искажение символов синхросигнала в результате воздействия помех. Главным источником последнего является оборудование линейного тракта. На временных диаграммах (рисунок 3) показано возникновение сбоев синхронизации, вызванных различными причинами для цифрового потока Е1. На временной диаграмме 1 условно

показан групповой сигнал, содержащий несколько циклов. Каждый цикл содержит 256 информационных и служебных символов. Синхросигнал, например, имеет кодовую группу вида 111. На временных диаграммах рисунка 2 показаны импульсы от опознавателя и контрольные импульсы от ГО_{прм}.

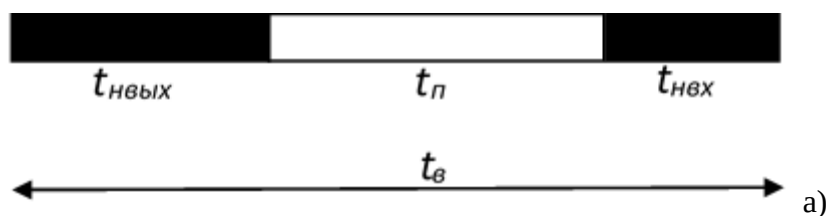


Рисун

ок 3. Временные диаграммы возникновения сбоев синхронизации

Из приведенных примеров можно сделать вывод, что в первом случае защиту приемника синхронизации от сбоя обеспечивает накопитель по выходу из синхронизма, тогда как во втором случае желательно начинать поиск синхросигнала по первому его пропаданию. В этом случае накопитель по выходу из синхронизма будет увеличивать время восстановления синхронизма, которое является одним из основных параметров системы цикловой синхронизации ЦСП.

При использовании ЦСП для организации соединительных линий между АТС время восстановления синхронизма ограничивается несколькими миллисекундами. При передаче телефонных сообщений абонент практически не заметит перерыва связи в несколько десятков миллисекунд, однако при сбое синхронизации нарушается работа каналов передачи СУВ, что может привести к разъединению абонентов



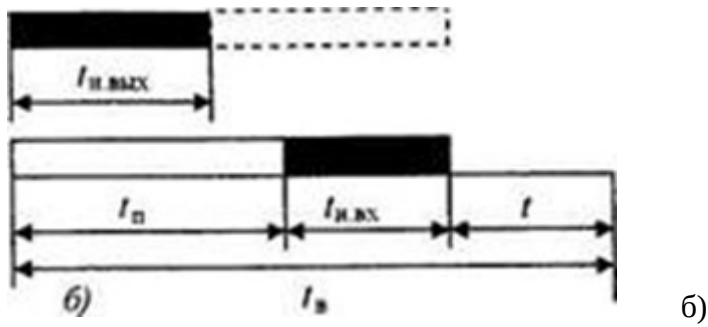


Рисунок 4. Диаграммы работы приемника синхросигнала

Допустимое время пропадания каналов передачи СУВ, которое не отражается на работе приборов АТС и определяет допустимое время восстановления синхронизма, обычно составляет около 2 мс. Для ЦСП более высокого порядка это время очень ограничено.

Диаграмма восстановления синхронизма $t_{н}$ неадаптивного приемника синхросигнала показана на рис.4а. Полное время восстановления синхронизма состоит из времени накопления по выходу из синхронизма $t_{н.вых} >$ времени поиска синхросигнала $t_{н}$ и времени накопления по входу в синхронизм $t_{н.вх}$.

Недостатки такого способа построения приемника циклового синхросигнала определяются прежде всего тем, что значения емкости накопителей по входу и выходу из синхронизма фиксированы, а поиск синхронизма при его сбое начинается только после времени накопления по выходу из синхронизма. При увеличении вероятности ошибок в линейном тракте, а, следовательно, и в групповом ИКМ сигнале время удержания синхронизма, определяемое емкостью накопителя по выходу из синхронизма, оказывается меньше требуемого значения, а при уменьшении вероятности ошибки имеет место запас по времени удержания синхронизма $t_{н}$, следовательно, необоснованное время восстановления синхронизма, определяемое емкостью накопителя по входу в синхронизм. Поскольку значение вероятности ошибки в линейном тракте ЦСП никогда не может быть точно установлено заранее, в неадаптивных приемниках синхросигнала практически никогда не могут быть получены оптимальные параметры времени восстановления синхронизма.

Указанный недостаток становится особо важным, когда передача группового ИКМ сигнала осуществляется не по отдельной, а по нескольким ЦСП, которые к тому же могут работать не только по кабельным, но и радиорелейным и спутниковым линиям передачи. При этом, если передача по кабельным линиям осуществляется обычно с достаточно низкой вероятностью ошибок (не более 10), то на радиорелейных и спутниковых линиях, характеризующихся наличием замираний, возможно временное повышение вероятности ошибок свыше 10^{-3} . Поэтому при организации составных трактов ЦСП с использованием линий передачи с высокой и низкой вероятностями ошибок емкость накопительных устройств приемника синхросигнала должна соответствовать режиму работы с высокой вероятностью ошибок. Очевидно, это требование не может быть реализовано при фиксированных значениях емкости накопителей. Кроме того, для неадаптивного приемника синхросигнала характерно сравнительно большое время восстановления синхронизма из-за того, что процессы накопления и поиска синхросигнала осуществляются последовательно (рис.4а).

Отмеченные недостатки практически устраняются при использовании адаптивных приемников циклового синхросигнала, в которых процессы накопления по выходу из синхронизма и поиска синхросигнала осуществляется параллельно. Временной график работы такого приемника показан на рис. 4б.

6. Порядок выполнения работы

6.1 Рассмотреть работу приемника в режиме синхронизма. Производим обнуление накопителей по входу и выходу из синхронизма. Кнопкой «СБРОС» приводим схему макета в исходное состояние, набираем кнопками «УСТ.0» и «УСТ.1» заданную кодовую комбинацию.

Далее нажимая и отпуская кнопку «СТОП-ПУСК» поэтапно прослеживаем работу опознавателя, анализатора и решающего устройства. Учитывая, что светящийся светодиод соответствует наличию единичного импульса, построить временные диаграммы для заданной кодовой комбинации (см. рис.5).

6.2 Исследовать работу приемника в режиме сбоя синхронизма. Производим обнуление накопителей по входу и выходу из синхронизма. Кнопкой «СБРОС» приводим схему макета в исходное состояние.

Набираем кнопками «УСТ.0» и «УСТ.1» заданную кодовую комбинацию. Далее, нажимая и отпуская кнопку «СТОП-ПУСК» поэтапно прослеживаем работу опознавателя, анализатора и решающего устройства. Порядок работы наглядно иллюстрируется временными диаграммами, изображенными на рисунке 6, согласно которым построить временные диаграммы для заданной кодовой комбинации.

6.3 Проследить режим вхождения в синхронизм после сбоя. Для этого заполнить полностью накопитель по выходу из синхронизма и кнопкой «СБРОС» произвести сброс схемы макета в исходное состояние. Набрать кнопками «УСТ.0» и «УСТ.1» комбинацию такую, в которой в первых трех разрядах будет содержаться синхрогруппа 111. После обнаружения опознавателем первой синхрогруппы, ИЗ придет в проводящее состояние и обнулит последний разряд накопителя по выходу. Накопитель по входу полностью заполнится за три такта опробования и обнулит разряды накопителя по выходу из синхронизма.

7. Содержание отчета

7.1 Схема неадаптивного приемника синхросигнала.

7.2 Временные диаграммы, построенные по пп. 6.1; 6.2.

7.3 Выводы.

8. Контрольные вопросы

8.1 Виды сетевой синхронизации.

8.2 Основная цель сетевой синхронизации.

8.3 Понятие проскальзований, Виды проскальзований.

8.4 Что такое джиттер и вандер?

8.5 Для чего используются буферы?

8.6 Влияние проскальзований на качество передачи информации.

8.7 В чем заключаются цикловая и сверхцикловая синхронизации передающей и приемной станций ЦСП?

8.8 Требования к системе цикловой синхронизации.

8.9 Работа приемника ЦСС в различных режимах.

8.10 Какой синхроприемник называется адаптивным?

Практическая работа №13

Тема: Регенераторы цифровой линии передачи

1. Цель работы. Разобраться с вопросами регенерации в цифровых системах передачи

2. Литература.

Крухмалев В.В. и др., "Цифровые системы передачи", М., "Горячая линия - Телеком".2007 год., стр. 256 - 280

3. Подготовка к работе.

3.1. Разобраться с принципом регенерации цифровых сигналов.

3.2. Начертить схему регенератора (стр.96, рис.4.14. Л 2.2.).

3.3. Подготовить бланк отчета (п.7.).

4. Приборы.

4.1.

Макет регенератора ЦЛТ.

4.2.

Осциллограф С1-93.

5. Методические указания.

В лабораторном стенде смонтирован регенератор ЦЛТ, содержащий непосредственно регенератор биполярного сигнала Р., формирователь стробирующих последовательностей ФСП, вырабатывающий две последовательности прямоугольных импульсов, смещенных во времени относительно друг друга, которые управляют работой решающего устройства регенератора РУ.

Источником исходного сигнала является генератор прямоугольных импульсов со скважностью 2. Далее имитирован участок цепи, который вносит искажения формы прямоугольных импульсов, зашумление линейного цифрового сигнала достигается включением генератора шума, сигнал которого смешивается с искаженным ИКМ сигналом. В макете смонтирован АРУ, которая позволяет поддерживать постоянный уровень сигнала на выходе КУС. АРУ может быть включена или выключена. При выключенной АРУ можно наблюдать потерю сигнала на выходе КУС при максимальном затухании линии. Узел формирователя выходных ФВИ окончательно восстанавливает амплитуду и форму линейного сигнала.

Макет позволяет исследовать работу всех узлов регенератора, снять осциллограммы во всех контрольных точках.

6. Порядок выполнения работы.

6.1. Кнопками УСТ "1" и "0" набрать 8-ми разрядную кодовую комбинацию, заданную преподавателем.

6.2. Зарисовать повторяющуюся кодовую комбинацию на выходе ОП, пользуясь осциллографом.

6.3. Тумблер устройства АРУ в положении "ВКЛ". Зарисовать осциллограммы:

-на выходе линии ($a = VAR$);

-на выходе КУС;

-на обоих выходах устройства разделения УР (пользоваться обоими каналами осциллографа);

-на выходах ФСП осциллограммы двух хронизирующих последовательностей. Меняя диапазон развертки, убедиться в наличии временного сдвига между стробирующими последовательностями;

-на выходах РУ 1 и РУ2;

-осциллограммы восстановленных сигналов на выходах ФВИ;

-биполярного сигнала ЦСП на выходе линейного трансформатора.

Примечание. При снятии осциллограмм пользоваться обоими каналами осциллографа, единым диапазоном развертки. Примеры временных диаграмм работы узлов регенератора приведены на рис. 4.15. стр. 97. Л. 2.2.

7. Содержание отчета.

7.1. Структурная схема регенератора.

7.2. Осциллограммы в контрольных точках, построенные одна под другой в одном диапазоне развертки.

7.3. Выводы.

1. Контрольные вопросы.

8.1. Какие причины вызывают искажения цифрового сигнала 1-го и 2-го рода?

8.2. Поясните принципы работы регенератора.

8.3. Как влияет на структуру регенератора число уровней цифрового кода? .

8.4. Каким образом в регенераторах осуществляется тактовая синхронизация?

8.5. Укажите причины, приводящие к появлению ошибок на выходе регенератора и к фазному дрожанию цифрового сигнала.

- 8.6. От чего зависит величина коэффициента ошибок регенератора?
 8.7. От чего зависит величина фазовых дрожаний в линейном тракте?

Практическое занятие №14 Формирование линейных кодов ВОСП

Цель практического занятия:

Иметь представление о требованиях, предъявляемых к кодам и методам их выполнения применяемых в различных транспортных сетях. Уметь выполнять операции построения блочных кодов по заданному значению кодовой группы.

2. Краткие сведения из теории.

Блочные коды предназначены для преобразования сигнала в вид, позволяющий получить дополнительные возможности при передаче сигнала на противоположный конец.

3. Требования к блочным кодам

Требования к кодам приведены в таблице:

<i>Требование к кодам</i>	<i>Требования к кабелю и сигналу</i>
Увеличение длины участка регенерации	1. Уменьшение затухания кабеля. 2. Спектр сигнала должен быть смещён в низкочастотную область и ограничен сверху и снизу
Увеличение помехозащищённости фотоприёмника	Спектр сигнала должен быть узким
Возможность обнаружения ошибок без перерыва связи	Сигнал должен иметь избыточность
Устойчивость выделения тактовой частоты	1. Наличие в сигнале большого числа переходов «1» - «0» и «0» - «1». 2. Отсутствие длительной серии «0».
Удобство передачи сигнала по оптическому кабелю.	Использование сигналов с двумя уровнями.

4. Сравнение спектров кодов.

Сравнение кодов по спектрам приведено на рисунке: «Спектральные диаграммы кодов»

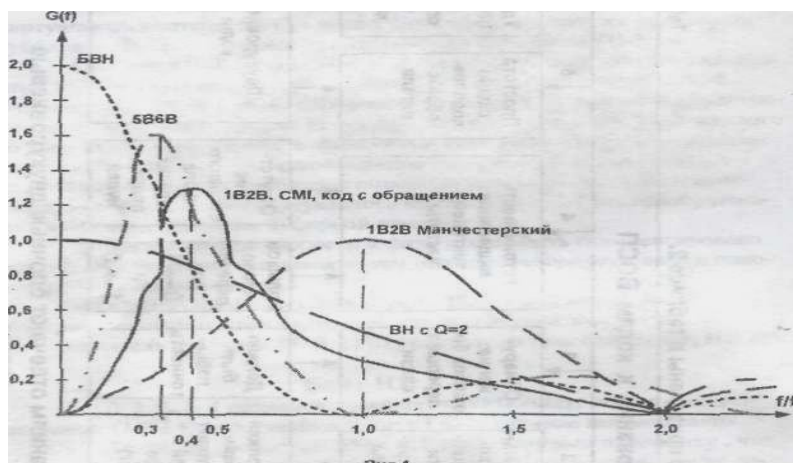


Рис. 1 Спектральные диаграммы кодов

Самый узкий спектр у кода 5B6B (максимум энергии сигнала находится на 1/3 тактовой частоты). У кода 1B2B СМІ спектр тоже узкий (максимум энергии сигнала находится на 1/4 тактовой частоты), но немного шире, чем у кода 5B6B. Спектр сигнала кодов 5B6B и 1B2B СМІ смещен в Н.Ч. область. У кода БВН спектр в два раза шире, чем у кодов 5B6B и 1B2B СМІ. Максимум энергии сигнала находятся на 1/2 тактовой частоты. Спектр сигнала кода также смещен в Н.Ч. область. У кода 1B2B «Манчестерского» спектр широкий. Максимум энергии сигнала находится на тактовой частоте. Спектр сигнала кода достигает удвоенной тактовой частоты.

5. Достоинства и недостатки блочных кодов.

Достоинства и недостатки блочных кодов приведены в таблице.

<i>Тип кода</i>	<i>Достоинства</i>	<i>Недостатки</i>
1B2B «Манчестерский»	<ol style="list-style-type: none"> Наличие избыточности позволяет контролировать ошибки без перерыва связи. Устойчивое выделение тактовой частоты из-за наличия в сигнале большого числа переходов «1»-«0» и «0» - «1» и отсутствия длительной серии «0». Относительно простая схема кодопреобразователя. 	<ol style="list-style-type: none"> Спектр широкий т.к. максимум энергии сигнала находится на тактовой частоте. Длина участка регенерации меньше, чем у других кодов. Меньше помехозащищённость фотоприёмника.
1B2B СМІ	<ol style="list-style-type: none"> Увеличена длина участка регенерации, т.к. спектр сигнала смещён в низкочастотную область и узкий. Наличие избыточности позволяет контролировать ошибки без перерыва связи. Относительно простая схема кодопреобразователя. 	<ol style="list-style-type: none"> Устойчивость выделения тактовой частоты меньше, т.к. меньше числа переходов «1»-«0» и «0» - «1».
5B6B	<ol style="list-style-type: none"> Увеличена длина участка регенерации, т.к. спектр сигнала смещён в низкочастотную область и узкий. Наличие избыточности позволяет контролировать ошибки без перерыва связи. Относительно простая схема кодопреобразователя. Больше помехозащищённость фотоприёмника, т.к. спектр узкий.. 	<ol style="list-style-type: none"> Устойчивость выделения тактовой частоты меньше, т.к. меньше числа переходов «1»-«0» и «0» - «1».

6. Формирование блочных кодов.

Манчестерский код 1B2B

Манчестерский код 1B2B формируется следующим образом:

Импульс «1» заменяется блоком СИМВОЛОВ «10»; пробел («0») заменяется блоком символов «01». То есть, блок из одного символа «1» или «0» (1В) заменяется блоком из двух символов (2В), благодаря этому в код вводится избыточность. Поэтому есть возможность контролировать ошибки без перерыва связи. Замена в линейном сигнале «1» на «0» или «0» на «1» в блоках (2В) комбинацией «11» или «00», фиксируется как ошибка

Код с обращением 1В2В

Код с обращением 1В2В формируется следующим образом:

Пробел («0») заменяется блоком «10»; импульс «1» заменяется попеременно блоками «11» и «00». То есть, блок из одного символа «1» или «0» (1В) заменяется блоком из двух символов (2В), благодаря этому в код вводится избыточность. Поэтому есть возможность контролировать ошибки без перерыва связи. Замена в линейном сигнале «1» на «0» или «0» на «1» приведет к нарушению алгоритма передачи импульсов в цифровом потоке.

Увеличение избыточности в кодах 1В2В ведёт к увеличению тактовой частоты линейного сигнала в два раза и увеличению дисперсии.

Коды 1В2В применяются для передачи сигналов на небольшие расстояния (местные и локальные сети).

Для передачи сигналов на большие расстояния применяют блочные коды с меньшей избыточностью типа 5В6В.

В этом случае тактовая частота линейного сигнала увеличивается примерно на 20% относительно исходной.

Код 5В6В

Код 5В6В используется в отечественных транспортных сетях и формируется путем замены блока из пяти символов (5В) блоком из шести символов (6В). Поэтому сначала уменьшается длительность символов блока 5В с тем, чтобы за тот же интервал времени передать шесть символов блока 6В.

Порядок замены: если в 5В нечётное число единиц, 6-й символ «1», если чётное – 6-й символ «0».

ЗАДАНИЕ.

1. Приведите шесть требований к кодам ВОСП и их спектральные диаграммы.
2. Поясните формирование, а также достоинства и недостатки заданного в таблице кода (графа «Тип кода»).
3. Постройте заданную в таблице цифровую последовательность в кодах:
 - ✓ Двухуровневом блочном 1В2В манчестерским.
 - ✓ Двухуровневом блочном 1В2В СМІ с обращением.
 - ✓ Двухуровневом блочном 5В6В.

Номер варианта	Цифровая последовательность														Тип кода	
1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1В2В СМІ
2	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1В2В манчестерский

Практическая работа № 15

Тема: Преобразователь кода передачи

1. Цель работы

в результате выполнения заданий по практическому занятию студент должен: знать:

- Принцип работы преобразователя кода передачи
- Структурную схему преобразователя кода передачи

Таким образом, студент во время проведения занятия и самостоятельной работы по теме

занятия должен:

- закрепить теоретические знания

2. Краткие сведения из теории Линейные коды

По цифровому линейному тракту должны передаваться сигналы, обеспечивающие минимальные уровни помех внутри сигнала и переходных помех между соседними парами. Уровень и мешающее действие указанных помех зависит как от ширины и формы энергетического спектра сигнала, так и от ширины и формы амплитудно-частотной характеристики тракта передачи.

Вопрос выбора цифрового сигнала, обеспечивающего необходимую помехозащищенность, сводится к подбору сигнала, спектр которого удовлетворяет определенным требованиям:

- Энергетический спектр линейного цифрового сигнала (ЛЦС) должен быть сосредоточен в относительно узкой полосе частот и содержать незначительные низко- и высокочастотные составляющие.
- Спектр ЛЦС должен содержать тактовую частоту с простой реализацией ее выделения
- Структура ЛЦС должна обеспечивать возможность контроля качества передачи информации по линейному тракту.
- Устройства, обеспечивающие преобразование линейного кода должны иметь простую аппаратную реализацию.
- Применение ЛЦС не должно приводить к снижению качества связи

Для передачи между внутренними блоками оборудования ЦСП, а также для внутри станций, используется так называемый код с возвратом к нулю RZ (Return to Zero). В данном коде для передачи логических «1» используются полутактовые токовые послышки со скважностью 2, а для передачи «0» - бестоковые тактовые интервалы, рисунок 5.12.2.

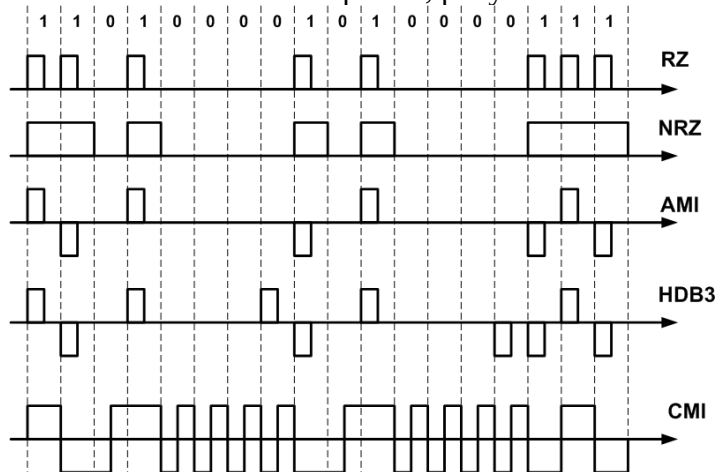


Рис. 1 – Линейные коды ЦСП

В ЦСП наиболее часто применяются следующие основные типы линейных кодов:

- Код без возврата к нулю (NRZ)
- Код с чередующейся полярностью импульсов (ЧПИ или AMI)
- Код с высокой плотностью следования единиц (КВПЗ или HDB3)
- Код с инверсией единиц (CMI)

Код NRZ (*NonReturn to Zero*) представляет исходную двоичную последовательность, у которой длительность передачи битовых «1» равна длительности битового интервала.

Достоинство: спектр NRZ в два раза уже спектра кода RZ, который наиболее часто применяется для передачи сигналов между узлами ЦСП, рисунок 5.12.3

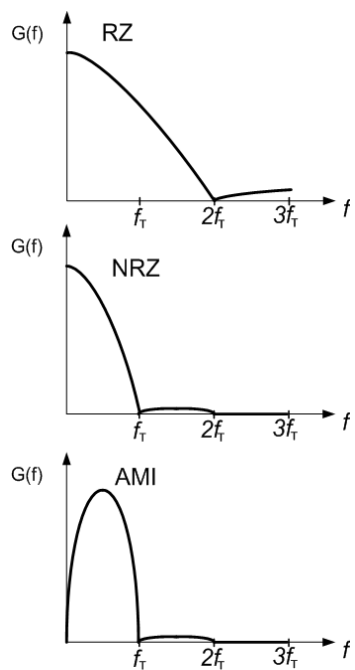


Рис. 2 – Энергетические спектры линейных кодов ЦСП

Недостатки: имеет постоянную составляющую, поэтому не пригоден для передачи по электрическим кабелям и применяется для передачи сигналов по ВОЛП; в спектре отсутствует тактовая частота; возможны сбои тактовой синхронизации при длинных сериях «0» и «1» в сигнале.

Код ЧПИ или АМІ (*AlternateMarkInversion*) является троичным биполярным кодом, в котором логическим «0» соответствуют бестоковые битовые интервалы, а для передачи логических «1» поочередно применяются токовые импульсы разной полярности.

Достоинствами данного кода являются: отсутствие постоянной составляющей, узкий спектр и возможность контроля качества передачи, за счет контроля чередования полярности.

Недостатки: отсутствие тактовой частоты в спектре, возможность сбоев тактовой синхронизации при длинных сериях логических нулей в сигнале.

В коде НДВЗ (*High-DensityBipolar*), который также называют модифицированным ЧПИ (МЧПИ) не допускается длинных серий нулей (не более 3) за счет ввода в код специальных комбинаций.

Если число нулей между двумя импульсами двоичного кода превышает 3, то каждые четыре нуля заменяются комбинацией, выбранной по закону:

- **0000 → 000V** – если после предыдущего символа V появилось нечетное число символовV

- **0000 → V00V** – если после предыдущего символа V появилось четное число символовV, Где V – обозначает символ, полярность которого повторяет полярность предыдущего символа; 0 – обозначает символ, полярность которого противоположна полярности предыдущего импульса.

Двойная подстановка дает возможность сбалансировать число символов «+1» и «-1» в коде МЧПИ и исключить появление постоянной составляющей в линейном сигнале, упрощает требования к устройствам тактовой синхронизации. Однако, усложняется построение преобразователя кода на передаче и приеме.

Энергетический спектр кода незначительно отличается от спектра кода ЧПИ.

В коде с инверсией единиц СМІ (*CodedMarkInversion*) логические «1» передаются путем чередования токовых тактовых посылок с изменением полярности, а логические «0» - чередованием полутактовых посылок разной полярности на тактовом интервале. Достоинствами данного кода является высокая стабильность выделения тактовой частоты и возможность обнаружения ошибок в линейном тракте за счет контроля чередования полярности. Недостатки - требуется высокое быстродействие кодирующих устройств.

Поскольку коды АМІ, НДВЗ и СМІ являются биполярными, то они не пригодны для передачи сигналов по ВОЛП, а применяются для работы по электрическим кабелям.

Характеристики наиболее часто используемых линейных кодов ЦСП с ИКМ, работающими по электрическим кабелям, описываются в рекомендации G.703. Основные данные по ним приведены в таблице 5.12.1.

Таблица 1 – Нормы на электрические параметры некоторых ЛЦС типовых ЦСП

Система	Тип кода	Тип кабеля	Волновое сопротивление, Ом	Номинальное пиковое напряжение	Длительность импульса, нс
ИКМ-30	АМІ	СК	120	3	244
ИКМ-	НДВЗ	КК	75	2,37	59
ИКМ-	НДВЗ	КК	75	1	14,55
ИКМ-	СМІ	КК	75	1	3,59

Скремблирование

Скремблирование (от *scramble* - перемешивание) заключается в преобразовании исходного двоичного сигнала в сигнал, близкий к случайному с равной вероятностью появления логических «0» и «1».

Скремблирование позволяет:

- повысить надежность выделения тактовой частоты из двоичного сигнала, за счет снижения вероятности появления длинных серий логических «0» и «1»
 - получить более стабильную характеристику энергетического спектра сигнала, сосредоточенную в заданной области частот;
 - улучшить качество связи за счет снижения корреляционных связей в исходном сигнале.
- На передающей стороне скремблирование производится при помощи специального устройства — скремблера, а на приеме исходный сигнал восстанавливается дескремблером. Скремблер и дескремблер являются частью ОЛТ-ОП.

Скремблер проводит сложение исходного сигнала с псевдослучайным двоичным сигналом по модулю 2, рисунок 4. Дескремблер выделяет исходную последовательность путем повторного сложения принятого сигнала с такой же ПСП



ПСП вырабатывается при помощи генераторов на передаче и приеме, которые для правильного восстановления сигнала должны быть синхронизированы.

Применяют два типа скремблеров и дескремблеров:

- самосинхронизирующиеся;
- с установкой(адаптивные);

Самосинхронизируемые (СС) скремблеры содержат генераторы ПСП, основанные на регистрах сдвига, управляемых выходным сигналом, рисунок 5.12.5. В этом случае не требуется специальной установки состояний генераторов ПСП скремблера и дескремблера, поскольку скремблированный сигнал управляет работой генераторов ПСП. При потере синхронизации восстановление синхронизма происходит за число тактов, равное числу ячеек регистра сдвига.

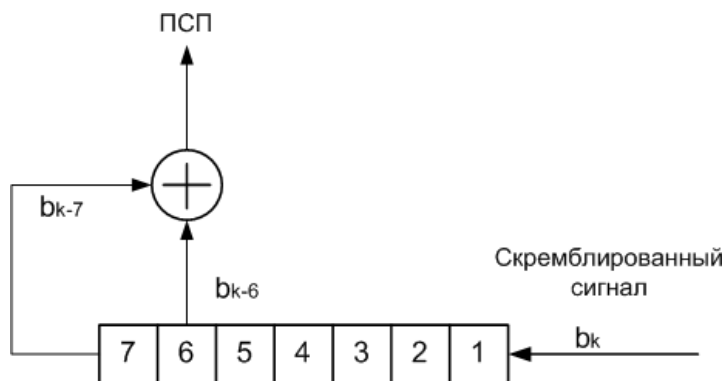


Рис.5 – Схема самосинхронизирующегося генератора ПСП

Недостатки СС скремблеров:

- размножение ошибок: ошибочный прием одного символа может привести к нескольким ошибкам в восстановленном сигнале;

- возможность появления периодических последовательностей в скремблированном сигнале.

В адаптивных скремблерах генератор ПСП не управляется скремблированным сигналом, рисунок 5.12.6. Это устраняет недостатки СС скремблеров, однако требует предварительной установки генераторов ПСП на передаче и приеме в одинаковое состояние. В качестве сигнала установки генераторов применяется сигнал цикловой синхронизации.

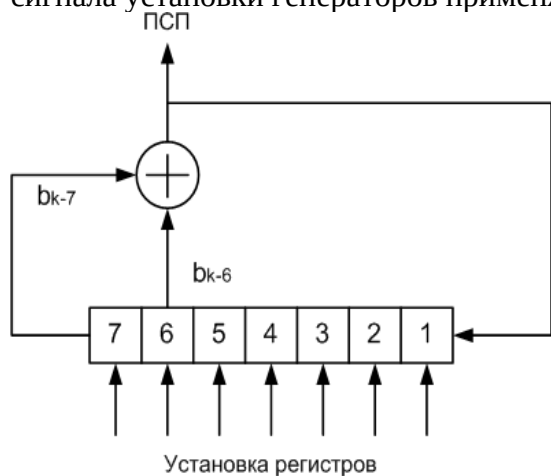


Рис.6 – Схема генератора ПСП с предустановкой

Формирователь линейного сигнала плата 2

Преобразование однополярного группового ИКМ - сигнала в квазитроичный осуществляется простой логической операцией, заключающейся в том, что последовательности однополярных импульсов делятся на две (последовательность четных и нечетных импульсов) и объединяются в биполярную последовательность таким образом, чтобы на выходе ПК.пер соблюдалось правило чередования полярности. Структурная схема преобразователя кода передачи приведена на **рисунке 20**. Групповой ИКМ - сигнал, поступающий с платы 1 блока ФЛС, подается на счетный вход триггера Т1. Триггер регулярно изменяет свое состояние на противоположное при поступлении на вход очередного импульса.

С прямого и инверсного выходов триггера Т1 импульсные последовательности поступают на входы схем совпадения И1, И2, на другие входы которых поступают импульсные последовательности: строб-1и строб 1, задержанный в линии задержки ЛЗ, с помощью которых формируются узкие импульсы, а также импульсные последовательности с элемента памяти RS триггера Т2, разрешающего поочередную работу элементов И1, И2.

Сформированные узкие импульсы с выходов И1 и И2 поступают на входы формирователей импульсов, на другие входы которых подаются узкие импульсы с ФИ. В качестве формирователей используются RS -триггеры Т3 и Т4. Импульсные последовательности с прямых выходов триггеров Т3, Т4 поступают на входы буферных усилителей БУ1, БУ2 соответственно, а с инверсных выходов триггеров Т3, Т4 поступают на входы RS - триггера Т2, который управляет работой схем И1, И2.

Буферные усилители предназначены для устранения влияния отражений на работу триггеров Т3, Т4. Униполярные импульсы, поступающие на вход трансформатора Тр от БУ1 и КУ2, объединяются в нем в квазитроичный биполярный код.

При пропадании ИКМ – сигнала на передаче единичный сигнал с выхода триггера Т3 или Т4, один из которых или оба в любом случае устанавливаются в это состояние сигналом с ФИ, подается на схему ИЛИ, на выходе которой появляется высокий положительный потенциал. Емкость С заряжается до потенциала, равного "логической 1". Тогда сигнал, снимаемый с выхода схемы ИЛИ, включает аварийную сигнализацию в блоке КС.

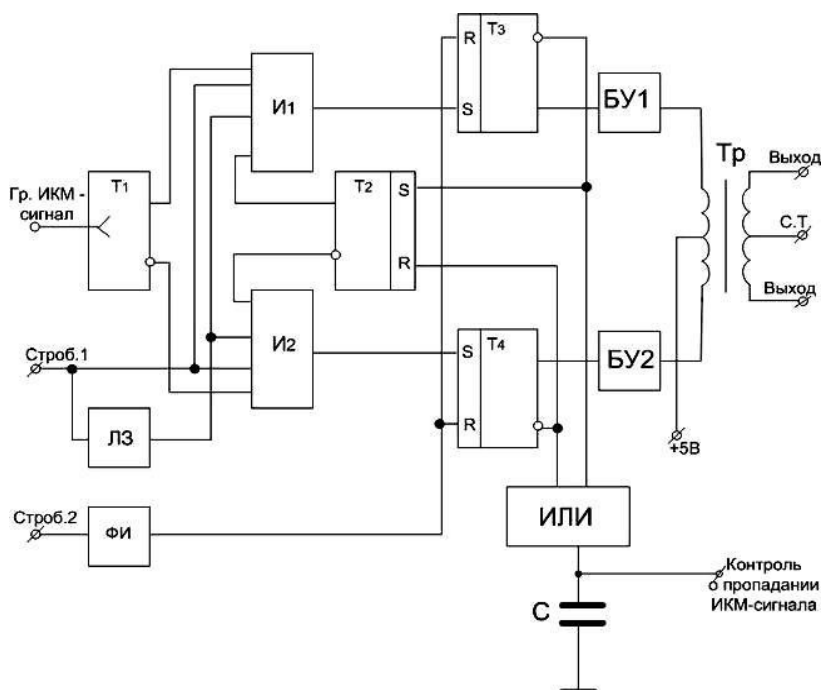


Рис.7. Структурная схема преобразователя кода передачи.

Выводы по разделу

Рассмотрен состав и назначение оборудования линейного тракта кабельных ЦСП. Рассмотрен вопрос формирования линейных цифровых сигналов для различного типа линейных кодов.

Рассмотрены принципы скремблирования цифровых сигналов, а также устройство скремблеров и дескремблеров.

Контрольные опросы

Какие требования предъявляют к линейным кодам?

1. Назовите преимущества и недостатки кода NRZ.
2. Какие виды вставок используются в коде HDB3 и в каких случаях они применяются?
3. Что дает использование скремблирования цифрового сигнала в линейном тракте?
4. В чем достоинства и недостатки самосинхронизирующихся скремблеров и дескремблеров?

Практическая работа №16

Тема: Преобразователь кода приема

1. Цель работы: в результате выполнения заданий по практическому занятию студент должен:

знать:

- Принцип работы преобразователя кода приема
- Структурную схему преобразователя кода приема

Таким образом, студент во время проведения занятия и самостоятельной работы по теме занятия должен:

- закрепить теоретические знания

2. Краткие сведения из теории

Линейные коды

По цифровому линейному тракту должны передаваться сигналы, обеспечивающие минимальные уровни помех внутри сигнала и переходных помех между соседними парами. Уровень и мешающее действие указанных помех зависит как от ширины и формы энергетического спектра сигнала, так и от ширины и формы амплитудно-частотной

характеристики тракта передачи.

Вопрос выбора цифрового сигнала, обеспечивающего необходимую помехозащищенность, сводится к подбору сигнала, спектр которого удовлетворяет определенным требованиям:

- Энергетический спектр линейного цифрового сигнала (ЛЦС) должен быть сосредоточен в относительно узкой полосе частот и содержать незначительные низко и высокочастотные составляющие.
- Спектр ЛЦС должен содержать тактовую частоту с простой реализацией ее выделения
- Структура ЛЦС должна обеспечивать возможность контроля качества передачи информации по линейному тракту.
- Устройства, обеспечивающие преобразование линейного кода должны иметь простую аппаратную реализацию.
- Применение ЛЦС не должно приводить к снижению качества связи

Для передачи между внутренними блоками оборудования ЦСП, а также для внутри станций, используется так называемый код с возвратом к нулю RZ (ReturntoZero). В данном коде для передачи логических «1» используются полутактовые токовые посылки со скважностью 2, а для передачи «0» - бестоковые тактовые интервалы, рисунок 5.12.2.

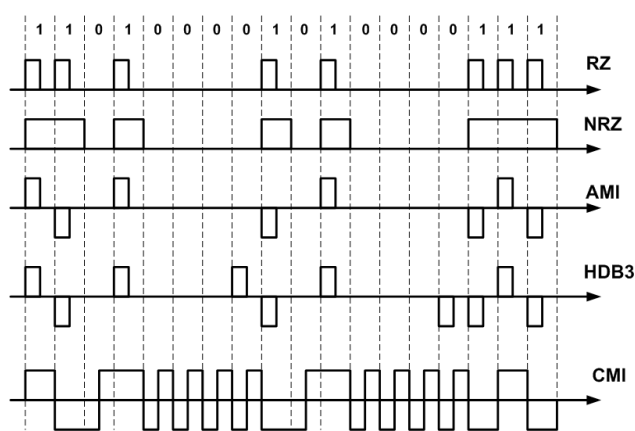


Рис.1 – Линейные коды ЦСП

В ЦСП наиболее часто применяются следующие основные типы линейных кодов:

- Код без возврата к нулю(NRZ)
- Код с чередующейся полярностью импульсов (ЧПИ или AMI)
- Код с высокой плотностью следования единиц (КВПЗ или HDB3)
- Код с инверсией единиц(CMI)

Код NRZ (*NonReturntoZero*) представляет исходную двоичную последовательность, у которой длительность передачи битовых «1» равна длительности битового интервала.

Достоинство: спектр NRZ в два раза уже спектра кода RZ, который наиболее часто применяется для передачи сигналов между узлами ЦСП, рисунок 1

Преобразователь кода приема.

Структурная схема ПК.пр приведена на рисунке

Биполярный сигнал поступает через симметрирующий трансформатор на вход предварительного усилителя, который обеспечивает нормальную работу ПК.пр при изменении входного сигнала на 6 дБ.

Постоянство амплитуды и формы импульсов на выходе усилителя обеспечивается системой АРУ.

С выхода усилителя через трансформатор импульсы сигнала подаются на схему АРУ, на формирователь ИКМ – сигнала и на ВТЧ (выделитель тактовой частоты).

Формирователь ИКМ - сигнала состоит из двухполупериодного выпрямителя, пороговых устройств, RS - триггеров и схемы ИЛИ2.

Выпрямитель служит для преобразования квазитроичной последовательности в

униполярную, содержащую в своем спектре составляющую тактовой частоты, которая выделяется колебательным контуром ВТЧ и используется для формирования стробирующих импульсов.

Стробирующие импульсы определяют моменты опробования входного сигнала и длительность выходных импульсов.

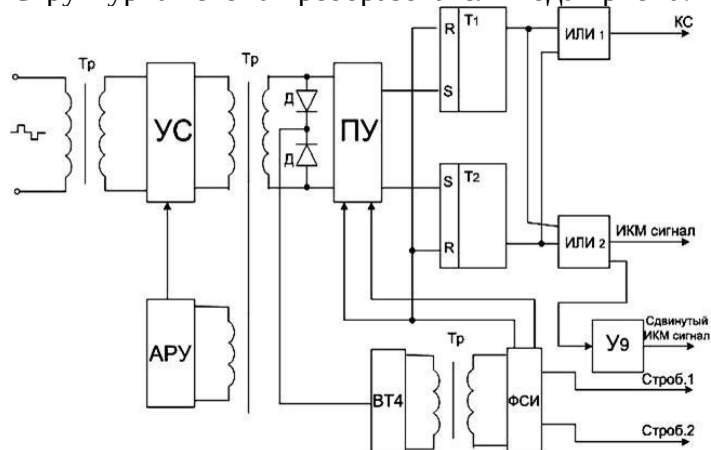
Пороговые устройства осуществляют селекцию сигнала по уровню и запускают RS триггеры, формирующие стандартные импульсы.

С выходов триггеров импульсы подаются на схемы ИЛИ1 и ИЛИ2. ИЛИ1 – служит для контроля пропадания ИКМ – сигнала.

ИЛИ2 – формирует ИКМ – сигнал.

Цепочка инверторов, реализованная на микросхеме У9, сдвигает ИКМ – сигнал для нормальной работы декодера.

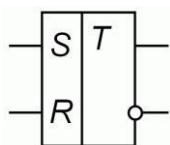
Структурная схема преобразователя кода приема.



RS-триггер

Триггер – простейшее устройство, представляющее собой цифровой автомат. Он имеет два состояния устойчивости. Одному из этих состояний присваивается значение «1», а другому - «0». Состояние триггера, а также значение двоичной информации, которая в нем

хранится, определяется выходными сигналами: прямым и инверсным. В том случае, когда на прямом выходе установится потенциал, который соответствует логической единице, состояние триггера называется единичным (при этом потенциал на инверсном выходе равен нулю). Если же на прямом выходе нет потенциала, то состояние триггера называется нулевым.

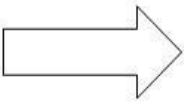


Классифицируют триггеры по следующим признакам:

- По способу записываемой информации (асинхронные и синхронные).
- По способу управлением информацией (статистические, динамические, одноступенчатые, многоступенчатые).
- По способу реализации логических связей (JK-триггер, RS-триггеры, T-триггер, D-триггер и других типов).

Асинхронный RS-триггер конструктивно имеет два прямых (R и S) входа. Это устройство функционирует согласно таблице переходов.

R	S	Q _t	Q _{t+1}
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	-
1	1	1	-



Q _{t+1}		
R	S	Q _t
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	-

Запрещенной для такого триггера является комбинация сигналов на входах устройства, вызывающая состояние неопределенности. Эта комбинация может быть выражена требованием $R_t S_t = 0$. При минимизации карты Карно выводится закон функционирования триггера, который называют характеристическим уравнением: $Q(t+1) = S_t \vee R'_t Q_t$. При этом $R_t S_t$ будет равно нулю.

Синхронный RS-триггер. Такое устройство конструктивно имеет три прямых входа S, R, и C. Отличие триггера синхронного типа от асинхронного заключается в наличии входа синхронизации (C). Он необходим по следующим причинам: ведь на входы устройства (логического элемента) сигналы поступают не всегда одновременно. Это связано с тем, что они проходят через различные типы и количество узлов, которые обладают разной задержкой. Это явление называют «состязанием». В результате таких «состязаний» полученные значения сигналов будут накладываться на предыдущие значения других сигналов. Все это приводит к ложному срабатыванию устройства.

Это явление можно устранить подачей на вход устройства сигналов временного стробирования. А именно: на вход логического элемента, кроме непосредственно информационных сигналов, подаются ключевые синхронизирующие импульсы, к этому моменту информационные входные сигналы успеют зафиксироваться на входах. Главное условие правильности работы срабатывания логических каскадов в RS-триггере и управляемых ими логических схем – недопустимость одновременного действия сигнала R_t или S_t , переключающего устройство, и съема информации с выхода $Q(t+1)$ триггера. В связи с этим в потенциальных сериях элементов содержатся только синхронные. RS-триггер синхронного типа представлен характеристическим уравнением: $Q(t+1) = S_t C_t \vee R'_t Q_t \vee Q_t C'_t$.

Выводы по разделу

Рассмотрен вопрос формирования линейных цифровых сигналов для различного типа линейных кодов.

Рассмотрено для чего служат RS-триггеры, и их структурная схема. Рассмотрена структурная схема ПКпр.

Форма отчета.

Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Для чего служит преобразователь кода приёма?
2. В каком оборудовании применяется преобразователь кода приёма?
3. Пояснить назначение и общий принцип работы каждого блока ПКпр.
4. Для чего служит АРУ ПКпр?
5. Из каких узлов состоит блок формирователя ИКМ и каков принцип работы формирователя ИКМ?

Практическая работа №17

Тема: «Составление схем сетей связи с подвижными объектами по заданным условиям»

Постановка задачи

Рассмотрим базовый сценарий (см. рисунок 1), который предусматривает передвижение одного или нескольких объектов по территории предприятия вдоль заданной траектории между точками А и В. На расстоянии от области, в которой может находиться подвижный объект, расположен центр управления сетью.

Цель работы

Целью работы является организация надёжного беспроводного канала связи между центром управления и подвижными объектами для организации различных информационных сервисов, таких как сбор телеметрических данных, видеонаблюдение, телефония и т.д.

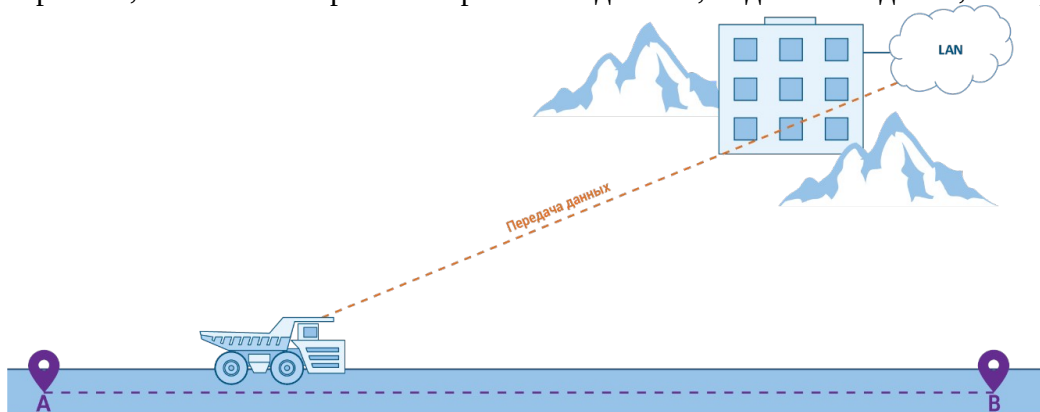


Рисунок 1 - Базовый сценарий организации связи с подвижными объектами

Для достижения поставленной цели должны быть решены две категории задач:

1. Создание сети:

- Построение опорной радиосети. Покрытие опорной радиосети должно соответствовать области нахождения объекта.
- Построение узла агрегации. Узел агрегации предназначен для объединения устройств опорной радиосети и является шлюзом между радиосетью и сетью предприятия.
- Построение магистрального канала связи между узлом агрегации и центром управления.

2. Обеспечение отказоустойчивости и роуминга:

- Обеспечение отказоустойчивости каналов связи на уровне доступа.
- Обеспечение бесшовного абонентского роуминга в рамках опорной радиосети.
- Обеспечение отказоустойчивости магистрального канала связи между узлом агрегации и центром управления.
- Предусмотреть возможность внедрения политики качества обслуживания.

Решение

Создание сети

Решение задач создания сети, описанных выше, представлено на рисунке 2. Решение удобно разделить на четыре компонента:

- Опорная сеть предприятия.
- Узел агрегации.
- Опорная радиосеть.
- Область нахождения объекта.

Опорная радиосеть состоит из нескольких базовых станций (БС), объединённых проводной инфраструктурой. Каждая БС может состоять из одного или нескольких секторов, совокупность диаграмм направленности антенн которых формирует зону действия радиосети. В качестве АС и секторов БС могут использоваться устройства семейств InfiMAN

2x2, InfiMAN Evolution. Следует иметь в виду, что для объединения нескольких БС могут использоваться беспроводные каналы связи или смешанная инфраструктура.

Объединение базовых станций выполняется в узле агрегации, в котором устанавливается коммутатор InfiMUX. Использование InfiMUX, как будет показано ниже, позволяет упростить конфигурацию устройств Инфинет за счёт объединения всех БС в единую MINT-область.

Между узлом агрегации и центром управления сетью организован магистральный канал связи. Выбор каналов образующих устройств определяется объёмом передаваемого трафика (см. Производительность устройств Инфинет) и позволяет достичь следующих значений пропускной способности:

- Устройства семейства InfiLINK 2x2: до 280 Мбит/с.
- Устройства семейства InfiLINK Evolution: до 670 Мбит/с.
- Устройства семейств Vector 5 и Vector 6: до 650 Мбит/с.
- Устройства семейства Vector 70 : до 480 Мбит/с.
- Устройства семейства InfiLINK XG: до 500 Мбит/с.
- Устройства семейства InfiLINK XG 1000: до 1000 Мбит/с.

На каждом подвижном объекте устанавливается одна абонентская станция (АС), в конфигурацию которой добавляются радиопрофили для каждого из секторов БС. Принцип работы заключается в возможности переключения АС между БС по ходу движения объекта. Поскольку секторы БС обеспечивают покрытие всей области, в которой может находиться АС, то АС в любой момент времени находится в зоне действия одной из БС. Как только радиопараметры текущего подключения ухудшатся, АС разорвёт радиоканал и выполнит подключение к другому сектору. Так Схема организации сети подвижной связи между объектами, при перемещении объекта из точки А в точку В на рисунке 2, АС последовательно подключается к одному из секторов БС1, БС2, БС3 и БС4.

Следует иметь в виду, что АС не может быть одновременно подключена к двум БС, т.к. в устройстве используется один радиомодуль, поэтому переключение АС между БС сопровождается кратковременным разрывом связи. К одному сектору БС может быть одновременно подключены несколько АС.

Отчет должен содержать

1. Схема организации подвижной связи между объектами.
2. Дать описание принципа работы узла агрегации.
3. Написать Вывод.