

## СОДЕРЖАНИЕ

Содержание.....	1
Краткий исторический очерк развития техники передачи дискретных сообщений.....	2
Особенности систем дискретной связи.....	5
Структурная схема системы передачи дискретной информации.....	6
Структурные схемы передатчика и приемника. Алгоритм работы....	8
Список используемой литературы.....	12

## КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНЫХ СООБЩЕНИЙ

Потребность в общении, передаче сообщений на расстояние появилась и развивалась вместе с возникновением и эволюцией человеческого общества. Средства общения между людьми непрерывно совершенствовались, развивались от сигнальных костров, звуков барабана до оптического телеграфа К. Шаппа и И.П. Кулибина, усложняясь с повышением уровня знаний, развитием науки, техники и культуры.

В начале XIX в. с развитием знаний по электричеству и магнетизму делались попытки создать телеграф на их основе. Однако первые проекты электростатического, электрохимического, электромагнитного телеграфов в Испании (Ф. Сальва, 1800 г.), Германии (Т. Земмеринг, 1809 г.) и Франции (А.М. Ампер, 1824 г.) не имели широкого практического применения. И только талантливому русскому ученому, академику Российской академии наук П.Л. Шиллингу удалось «создать первый в мире пригодный для использования телеграфный аппарат. Электромагнитный телеграфный аппарат, отличающийся высокой эффективностью, простотой конструкции и надежностью, был продемонстрирован им 9 октября 1832 г.

Опыты по применению электричества для передачи сообщений на расстояние велись и за границей. Наиболее удачными оказались работы американца С. Морзе, который в 1837 г. разработал пишущий аппарат, применив оригинальный код, который впоследствии стал первым стандартом в области кодирования.

Дальнейшее развитие телеграфного дела в России связано с именем Б.С. Якоби, который в период с 1838 г. по 1852 г. разработал несколько оригинальных конструкций телеграфных аппаратов. В их числе и первый буквопечатающий аппарат, в котором были заложены основные принципы (равномерный код, распределители, синхронизация) телеграфного аппаратостроения.

На железных дорогах телеграфная связь как средство регулирования движения поездов появилась в 1845 г., а в 1852 г. начались регулярные передачи телеграмм между станциями Николаевской (ныне Октябрьской) железной дороги, где работали 74 телеграфных аппарата. К середине прошлого века телеграфная связь прочно завоевала позиции как средство общения на расстоянии и оставалась единственным видом электрической связи вплоть до изобретения в 1876 г. телефона А.Г. Беллом.

С середины XIX в. работы в области развития телеграфной связи были направлены на повышение скорости передачи и увеличение пропускной способности линий. Наряду с разработкой новых конструкций телеграфных аппаратов американцем Д. Юзом (1855 г., 130 знаков/мин) и англичанином Ч. Уитстоном (1856 г., автоматический передатчик) совершенствовались и схемы телеграфирования. В 1859 г. З.Я. Слонимский предложил метод одновременной встречной работы (дуплекс), что позволило в 2 раза увеличить пропускную способность линий. Французский специалист Ж.Э. Бодо в 1874 г. разработал многократный синхронный аппарат, положив начало применению временного разделения каналов (мультиплексирование). Русский инженер Г.Г. Игнатьев, в 1880 г разработал схему одновременного телеграфирования и телефонирования по одной паре проводов (фантомные цепи). Изобретение в 1895 г. радио А.С. Поповым открыло новую область применения телеграфа - радиотелеграф для связи с подвижными объектами.

В начале XX в. телеграфная связь в России была развита еще очень слабо. Телеграфную аппаратуру обслуживали иностранные специалисты, т.к. собственных инженерных кадров не было. Аппаратуру привозили из-за границы и частично изготавливали на заводах, принадлежащих иностранным компаниям. Малопроизводительные аппараты Морзе, Уитстона, буквопечатающие аппараты Бодо и Юза не позволяли передавать сообщения на большие расстояния. В 1914 г. на железных дорогах, при общей протяженности телеграфных линий 223 тыс. км, аппаратами Морзе было оборудовано 220 тыс. км, аппаратами Уитстона — 11 тыс. км, аппаратами Бодо - 1 тыс. км.

Одним из основных направлений работ в области развития телеграфной техники в это время было создание удобных в эксплуатации, надежных и малогабаритных аппаратов с клавиатурой типа пишущей машинки. Первый стартстопный аппарат был разработан в Америке в 1915 г.

В России такой аппарат был создан профессором А.Ф. Шориным в 1929 г. Наиболее удачной конструкцией следует считать аппарат СТ-35, созданный коллективом авторов завода им. Кулакова в 1935 г. в Ленинграде.

Наряду с разработкой и совершенствованием оконечной аппаратуры, под руководством профессора В.Н. Листова велись работы по созданию аппаратуры частотного уплотнения линий связи. На ее основе, в 1937 г. на заводе "Красная заря" (бывший завод Эриксона) в Ленинграде были изготовлены первые отечественные системы тонального телеграфирования. Большой вклад в их создание внесли В.Н. Амарантов и А.А.Дубовик.

В начале 50-х годов XX в. начинается новый этап в развитии средств передачи дискретных сообщений. Наряду с дальнейшим совершенствованием телеграфной техники, появляется новый вид связи - передача данных. Область применения этого вида связи очень широка. Это - управление перевозочным процессом на железнодорожном и других видах транспорта, централизованный учет почтовых операций, банковское и биржевое дело, управление материально-техническим обеспечением. В последние годы сфера применения передачи данных (ПД) стремительно расширяется. На железнодорожном транспорте, системы ПД составляют техническую основу автоматизированной системы управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ), способствующей совершенствованию системы управления эксплуатационной работой, увеличению пропускной способности станций и участков, повышению производительности труда.

В общей системе электросвязи МПС телеграфная связь и передача данных занимают видное место, выступая как в роли технологической связи (приказы, распоряжения, справочные и информационные системы, обращение к базам данных), так и в роли оперативно-технологической связи (предупреждения, телеграммы о розыске грузов, наличии свободных мест в пассажирских поездах и др.).

Системы телеграфной связи, а в недалеком прошлом и системы передачи данных, были единственными, где для передачи информации использовались дискретные сигналы. Сегодня импульсно-кодовый метод передачи становится всеобщим, уникальным и применяется для передачи любых сообщений (текстовых, аудио-, видео- и пр.).

Вопросы кодирования, модуляции борьбы с помехами и ошибками, регистрация сигнала, синхронизация и фазирование остаются неизменными и основополагающими.

## ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ДИСКРЕТНОЙ СВЯЗИ

Классическими представителями систем передачи дискретных сообщений являются такие виды электрической связи как телеграф и передача данных.

Телеграфная связь - старейший вид электрической связи. Телеграф служит для передачи коротких буквенно-цифровых, смысловых документов между людьми. Передача данных появилась в начале 50-х годов XX в. в США, как связь между ЭВМ в системах управления военными объектами. Она имеет дело с передачей формализованных цифровых данных между вычислительными машинами.

Сущность передаваемых документов (смысловые - формализованные), а также различие в применении сообщений (человек - автомат) накладывают отпечаток на основные характеристики указанных систем связи. Прежде всего, это скорость передачи дискретных сигналов. Для телеграфной связи она выражается значениями 50, 100, 200 импульсов/с. Скорость ввода и вывода информации при этом составляет от 400 до 1600 знаков/мин, что соответствует физиологическим возможностям человека по восприятию информации. В системах передачи данных скорость передачи сигналов достигает значений в десятки и сотни тысяч импульсов в секунду, что приближается к скоростям ввода и вывода информации в ЭВМ.

Отличаются и требования к точности приема дискретных сообщений, определяемые допустимым значением вероятности ошибочного приема символов. В телеграфной связи допускается наличие трех ошибок на 100 тыс. принятых знаков. В большинстве случаев эти ошибки могут быть исправлены человеком благодаря смысловой избыточности языка. В передаче данных нормы по вероятности ошибочного приема знака значительно жестче и составляют от одной ошибки на 100 тыс. символов до одной ошибки на 100 млн. символов. Столь жесткие требования объясняются тем, что любая последовательность цифр, принимаемая ЭВМ, имеет смысл. Замена любой из них приводит к неверным результатам расчетов и, как следствие, к ошибочным решениям.

И все же, несмотря на функциональные различия и разные требования по скорости и точности передачи, и телеграф, и передача данных имеют много общего. Это и терминология, и единый импульсно-кодированный метод передачи, и методы защиты от ошибок, и некоторые технические решения. Вот почему все вопросы, связанные с теорией и техникой рассматриваются в едином курсе "Передача дискретной информации на железнодорожном транспорте" (ПДИ).

## СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Как и любая система связи, система ПДИ включает в себя в общем виде передатчик, канал связи и приемник (рис. 1). Передатчик обеспечивает преобразование сообщения-оригинала в сигнал, канал переносит этот сигнал из одной точки пространства в другую в помехоактивной среде, приемник выполняет обратное преобразование сигнала в сообщение-копию, выдавая его получателю сообщения.

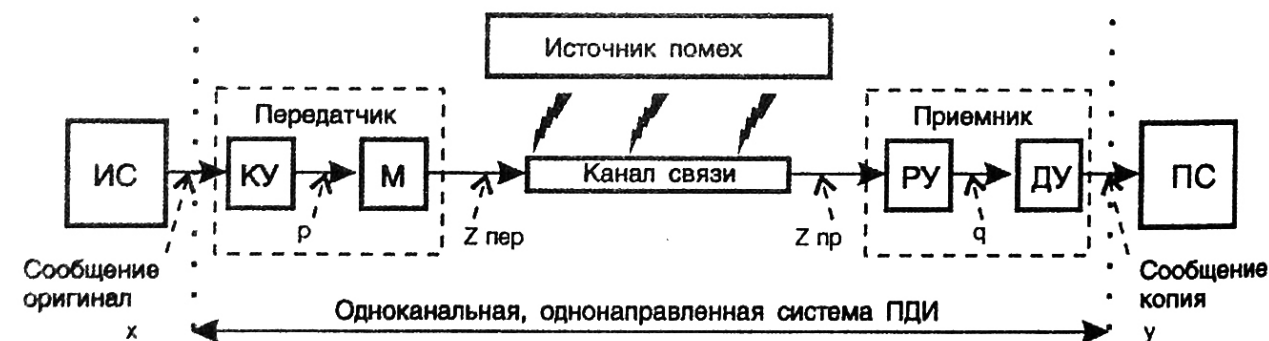


Рисунок 1

Характерной особенностью систем ПДИ является то, что преобразование сообщения в электрический сигнал и обратное преобразование выполняются в два этапа: вначале осуществляется кодирование кодирующим устройством КУ, а затем - дискретная модуляция модулятором М. На приеме вначале осуществляется регистрация регистрирующим устройством РУ, а затем декодирование декодирующим устройством ДУ. Таким образом, каждый элемент сообщения  $x$  сначала превращается в кодовую комбинацию  $p$ , а затем уже в электрический сигнал  $z_{пер}$ . Принятый электрический сигнал  $z$  превращается в кодовую комбинацию  $q$ , а затем - в элемент сообщения  $y$ . В системе ПДИ имеют место два взаимобратных процесса: кодирование-декодирование и дискретная модуляция-регистрация.

Принятый электрический сигнал  $z_{пр}$  отличается от переданного сигнала  $z_{пер}$  вследствие его ослабления при прохождении по среде передачи (провод, эфир, оптическое волокно), действия внешних и внутренних электромагнитных полей (помехи), запаздывания во времени. Это приводит к тому, что приемник не всегда может точно выполнить обратное преобразование электрического сигнала в сообщение и принятая кодовая комбинация  $q$  может отличаться от переданной  $p$ . Отсюда и сообщение-копия может отличаться от сообщения-оригинала.

Необходимо так спроектировать, построить и эксплуатировать систему ПДИ, чтобы эти различия были минимальными, т.е. следует

стремиться к выполнению условия  $(a-b) \rightarrow \min$

Полного соответствия принятого и переданного сообщений из-за наличия мешающих факторов, достичь не удастся.

Система ПДИ (см. рис. 1) обеспечивает передачу сообщений от одного источника одному получателю и лишь в одну сторону. Это одноканальная, однонаправленная система, которая позволяет вести между пользователями односторонний монолог. Реально система ПДИ может быть многоканальной, обеспечивающей передачу сообщений между многими источниками и получателями. Кроме того, от каждой системы связи требуется свойство двусторонней передачи для осуществления обмена сообщениями.

Для этого с обеих сторон системы ПДИ должны быть передатчик и приемник. Обмен сообщениями надо осуществлять либо по двум разнонаправленным каналам (симплекс, рис. 2.а), либо по одному каналу поочередно в противоположных направлениях (полудуплекс, диалоговый режим работы, рис. 2.б), либо вести одновременную встречную передачу (дуплекс, двусторонний монолог, рис. 2.в). Последний вариант возможен лишь в системах ПДИ, так как в них взаимодействуют между собой автоматы: шифровальная машинка на передаче и пишущая машинка на приеме.

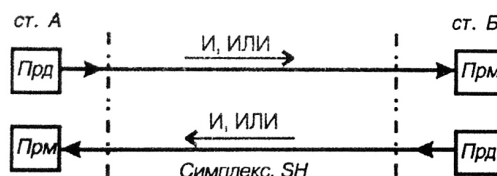


Рисунок 2.а



Рисунок 2.б

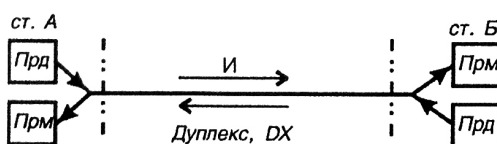


Рисунок 2.в

## СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ ПЕРЕДАТЧИКА И ПРИЕМНИКА. АЛГОРИТМ ИХ РАБОТЫ.

Оконечные приемно-передающие устройства документальной электросвязи представляют собой комплекс устройств, обеспечивающих ввод информации, преобразование его элементов в дискретный электрический сигнал и обратное преобразование. Это различного типа телеграфные аппараты, аппаратура передачи данных, электронные комплексы на основе ПЭВМ, автоматические датчики, плоттеры, графопостроители, принтеры.

Вне зависимости от их типа и конструкции оконечные устройства имеют общие принципы и алгоритм работы, характеристики помехоустойчивости и показатели надежности. Рассмотрим общий принцип построения приемопередатчиков и некоторые их характеристики.

Выполнение отдельных функций передающей и приемной частями любого оконечного устройства можно проследить на примере рассмотрения структурных схем передатчика и приемника при взаимодействии их через канал связи (рис. 3).

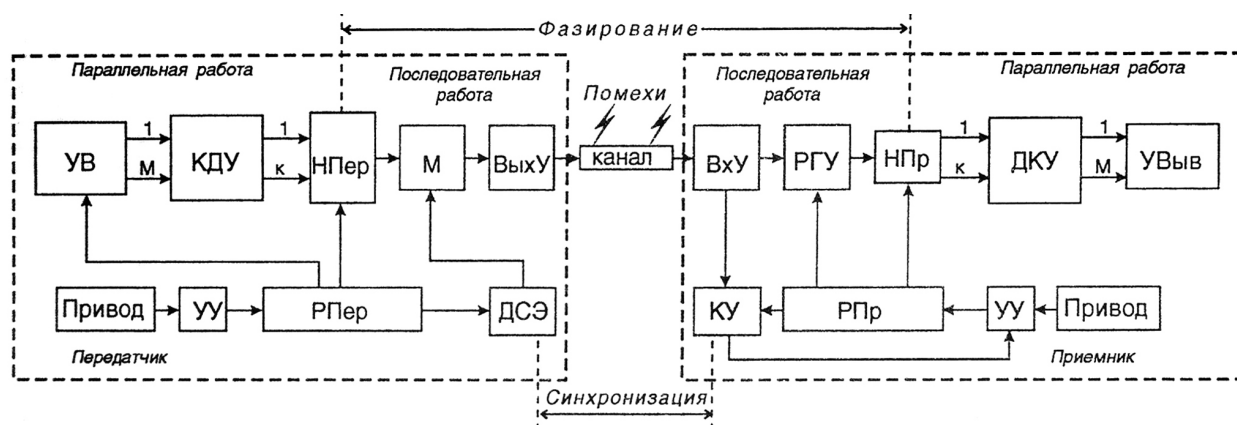


Рисунок 3

Передатчик служит для преобразования передаваемого символа (графического или функционального) в двоичные электрические сигналы в виде импульсов тока, сгруппированных в кодовые комбинации. В процессе преобразования выполняются следующие операции:

в в о д и н ф о р м а ц и и с клавиатуры или автоматического считывающего устройства (трансмиссер, фотосчитыватель). Устройство ввода УВ вырабатывает на одном из своих М выходов сигнал, соответствующий тому или иному передаваемому символу, который поступает на вход кодирующего устройства. КДУ формирует к информационных элементов, которые одновременно (параллельно) поступают в накопитель передачи НПер;



хранение (накопление) кодовой комбинации в накопителе передачи до окончания полного цикла ее передачи в канал связи;

последовательное считывание элементов комбинации и включение в ее состав служебных элементов. Эту операцию выполняет распределитель передачи РПер, считывая информационные элементы из накопителя и в нужный момент управляя датчиком служебных элементов ДСЭ. Энергию для работы он получает от привода, а режим работы (непрерывный, синхронный или прерывистый, стартстопный) обеспечивается управляющим устройством УУ;

модуляция и передача электрических импульсов в канал связи. Модулятором М определяются вид переносчика и его изменяемый информационный параметр, а выходное устройство ВыхУ обеспечивает гальваническую развязку передатчика от линии и формирует нужную амплитуду сигнала.

Схема алгоритма работы передатчика приведена на рис. 4.

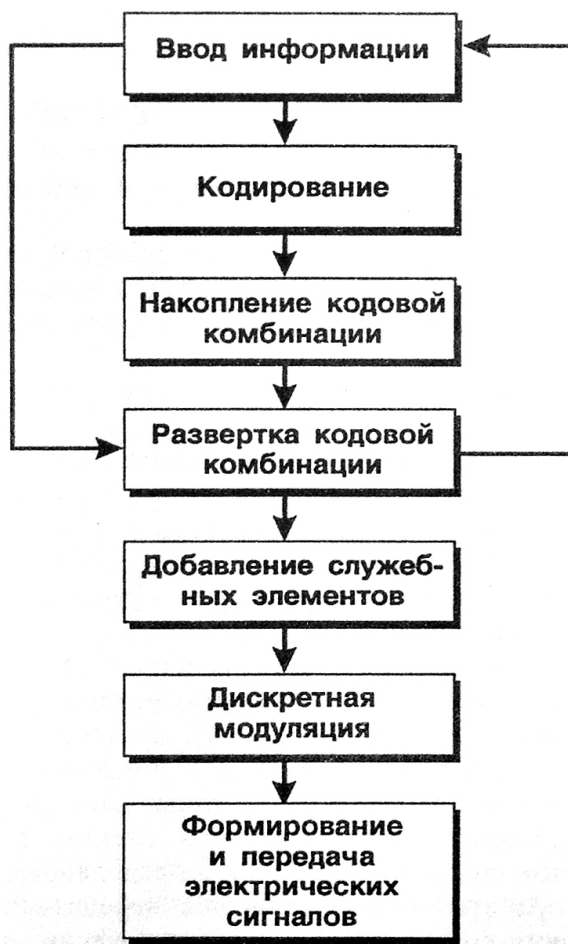


Рисунок 4

Сигнал пуска распределителя от устройства ввода выдается лишь в передатчиках с прерывистым режимом работы распределителя (старт-стопные аппараты). В синхронных передатчиках распределитель работает непрерывно и независимо от наличия или отсутствия ввода информации. В любом случае ввод очередного символа должен блокироваться на время передачи кодовой комбинации. В передатчике происходит развертка кодовой комбинации во времени, т.е. преобразование параллельной работы в последовательную. Каждый элемент комбинации модулируется, формируется линейный сигнал, который отправляется в канал связи. Приемник выполняет функции, обратные функциям передатчика (см. рис. 3). Принятый электрический сигнал преобразуется в символ сообщения с последующим нанесением его на технический носитель. При этом выполняются следующие операции:

прием электрических сигналов и преобразование их в вид, удобный для последующей обработки. Входным устройством ВхУ обеспечивается гальваническая развязка линии и приемника и осуществляется выделение служебных элементов;

регистрация информационных элементов в РГУ, т.е. в определение значащей позиции каждого из них. Эта операция выполняется в строгой последовательности, определяемой распределителем приема РПр;

накопление элементов и сборка из них кодовых комбинаций в НПр;

декодирование полностью принятой кодовой комбинации. После фиксации всех информационных элементов по команде от распределителя принятая комбинация параллельно сбрасывается на декодирующее устройство ДКУ (декодер), где и отождествляется с одним из М принимаемых символов. В приемнике происходит преобразование последовательной работы в параллельную;

нанесение символов на технический носитель. Устройство вывода информации УВыв обеспечивает отпечатывание символа на носителе (лента, рулон бумаги), нанесение его на магнитную ленту или в виде отверстий на перфоленту (перфокарту).

Схема алгоритма работы приемника приведены на рис. 5.

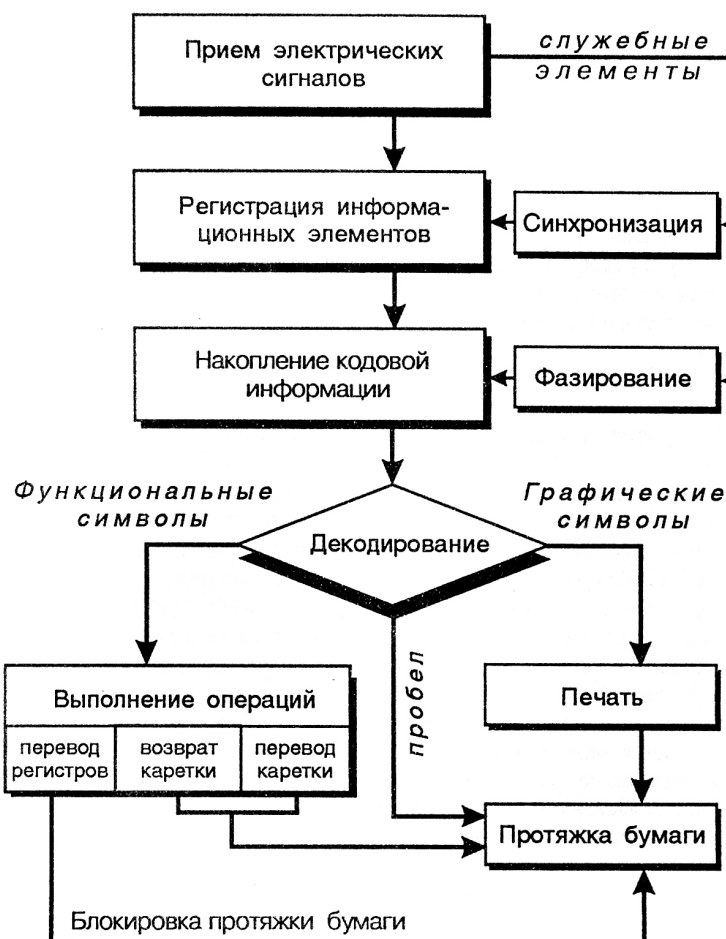


Рисунок 5

Правильные регистрация и нумерация элементов принятой комбинации возможны лишь при наличии определенных фазовых соотношений между работой распределителей передатчика и приемника. Установление таких соотношений и их поддержание во времени осуществляются коррекционным устройством КУ, выполняющим операции синхронизации и фазирования. Необходимую для этого информацию коррекционное устройство получает из принимаемой кодовой последовательности в служебных элементах, посылаемых ДСЭ передатчика.

Часть расшифрованных комбинаций является непечатаемой (регистровые, возврат каретки, перевод строки, запрос автоответчика) и служат для выполнения различных операций. Печатаемые символы наносятся на технический носитель, и после отпечатывания каждого знака осуществляется протяжение бумаги. Орган печати переводится к началу очередной строки при поступлении комбинаций "возврат каретки" (ВК) и "перевод строки" (ПС). Прием комбинации "пробел" вызывает протяжку бумаги на один шаг без печати. При поступлении регистровых

комбинаций (ЛАТ, ЦИФ, РУС) протяжка бумаги не осуществляется.

Наряду с рассмотренными узлами оконечного аппарата в его состав входят вспомогательные устройства, которые создают дополнительные сервисные услуги для оператора и улучшают качественные показатели аппарата.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудряшов В. А., Семенюта. Н. Ф. «Передача дискретной информации на железнодорожном транспорте» - М.: «Вариант». 1999.
2. Кудряшов В. А. «Передача дискретных сообщений: Учебное пособие» - Спб.:ПГУПС, 2001.