## Оглавление

Передача данных на железнодорожном транспорте 3

1. Способы обеспечения передачи данных. 3

2. Повторная передача информации. 4

3. Корректирующие коды 4

4. Системы с обратной связью 7

5. Аппаратура передачи данных 8

Список литературы 9

Передача данных на железнодорожном транспорте

1. Способы обеспечения передачи данных.

Передачей данных принято называть область электросвязи, обеспечивающая передачу информации между ЭВМ или между ЭВМ и удаленными абонентскими установками. Под термином «данные» понимается информация, представленная в формализованномвиде, предназначенная для обработки ее техническими средствами или уже обработанная ими. На железнодорожном транспорте для получения информации, требующей обработки посредством ЭВМ (например, различных учетно-отчетных и статистических данных, необходимых для планирования, контроля, оценки эффективности работы дорог и оперативного управления перевозочным процессом) используются средства передачи данных.

К скорости и верности передачи данных предъявляются требования, несколько отличные от требований, предъявляемых к телеграфным системам. Необходимы более высокие показатели скорости и верности передачи.

Скорость передачи данных достигает значений от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч импульсов в секунду. Удовлетворить такие требования возможно лишь применением электронных оконечных устройств, которые имеют преимущество перед электромеханическими, как по техническим, так и по эксплуатационным показателям.

Учитывая отсутствие в цифровых сообщениях внутренней смысловой избыточности. Вероятность ошибки при передаче данных должна быть не более р=10-6. Применяемые в настоящее время каналы для передачи дискретных сигналов не обеспечивают требуемую верность приема, поэтому для соблюдения установленных норм необходимо принимать ряд мер. Существующие методы повышения верности передачи можно разделить на три группы: организационно-технические (в том числе улучшение амплитудно- и фазочастотных характеристик каналов, увеличение переходного затухания между цепями, улучшение фильтрации в цепях питания), электротехнические (выбор наиболее помехоустойчивого вида модуляции, увеличение мощности сигнала по отношению к мощности помехи, замена стартстопных аппаратов синхронными и пр.), введение дополнительной избыточности (повторная передача информации, применение корректирующих кодов, применение систем с обратной связью).

Большинство причин снижения верности передачи связано со свойствами каналов, по которым осуществляется передача. Поэтому первую группу методов составляют меры организационно-технического характера, направленные на улучшение качественных показателей каналов связи. Они способствуют уменьшению действия помех, приводящих к искажениям элементов дискретных сигналов и появлению ошибок. Опыт показывает, что данные мероприятия позволяют уменьшить вероятность ошибки в среднем в 5 раз.

Вторую группу методов составляют меры электротехнического характера, направленные на увеличение помехоустойчивости передачи элементов дискретных сигналов, т. е. меры по улучшению способов образования и регистрации импульсов. Возможности этой группы методов практически довольно ограничены. Применение их позволяет уменьшить вероятность ошибки в 3—5 раз.

К третьей группе методов повышения верности передачи относятся методы обнаружения и исправления ошибок введением дополнительной избыточности в передаваемые сообщения. Они реализуются системами без обратной связи (повторная передача, корректирующие коды) и системами с обратной связью.

Наиболее действенными из перечисленных являются методы третьей группы, позволяющие повысить верность передачи теоретически в неограниченное число раз. Представляется целесообразным рассмотреть эти методы более подробно.

2. Повторная передача информации.

Метод повторной передачи информации заключается в том, что одна и та же информация передается несколько раз. Решение о принятом символе выносится методом голосования по большинству. Несмотря на то, что при передаче некоторых символов в отдельных случаях могут иметься ошибки, окончательное решение ошибочных символов не имеет, если все три раза кодовая комбинация принята правильно или когда она принята правильно два раза из трех. При трехкратном повторении информации верность повышается примерно в 5-10 раз по сравнению с однократной передачей. Существенным недостатком этого метода является уменьшение скорости доставки сообщения во столько раз, сколько используется, повторений. Это приводит к ограничению области применения данного метода.

3. Корректирующие коды

Другим способом введения дополнительной избыточности в передаваемую информацию является применение корректирующих кодов. С помощью корректирующих кодов можно обнаружить ошибку (определить факт ее наличия) или обнаружить и исправить ошибку (указать место ошибки в блоке контролируемой информации) в перданной информации. Как правило, каждая кодовая комбинация, подлежащая пересылке содержит информационные (k) и контрольные разряды (r).

Все множество комбинаций n-элементного кода разбивается на два непересекающихся подмножества: разрешеннных и запрещенных кодовых комбинаций. Передача ведется комбинациями разрешенного подмножества.. После получения итоговой комбинации производится ее анализ. Если принятая комбинация принадлежит подмножеству разрешенных комбинаций*,* то выносится решение, что ошибки нет, а если запрещенному, то выносится решение, что ошибка есть*.* Естественно, что ошибка обнаружена не будет, если одна разрешенная комбинация превратится в другую разрешенную.

При исправлении ошибок выполняется две операции. Сначала устанавливается факт наличия ошибки (описанным выше способом), а затем указывается место ошибочного разряда в контролируемом блоке. При двоичном кодировании этого достаточно, чтобы исправить ошибку, так как оно сводится к инверсии ошибочно принятого разряда. Принцип исправления ошибок состоит в следующем. С учетом статистики ошибок в канале связи подмножество принятых запрещенных комбинаций разбивается на n непересекающихся подмножеств*.* Каждое из этих подмножеств отождествляется с одной из разрешенных комбинаций. Если принятая комбинация принадлежит подмножеству 1*,* то выносится решение, что передавалась комбинация a1**;** подмножеству 2 – комбинация a2 и т.д.

Таким образом, обнаружение или исправление ошибок корректирующим кодом достигается за счет применения в нем кодовых комбинаций с большим количеством элементов *(п),* чем это требуется для передачи полезной информации *(k).* Величина вводимой при этом избыточности определяется коэффициентом избыточности

Среди основных кодов, используемых при передаче информации необходимо отметить следующие: код с проверкой на четность, корректирующий код с постоянным весом, циклические коды, итерированные коды.

Код с проверкой на четность. Этот код является одним из простейших с обнаружением ошибок, используемых для оценки правильности ввода/вывода информации в аппаратуре передачи данных. При построении комбинаций этого кода к исходным информационным разрядам добавляется один контрольный так, чтобы число единиц в получившейся кодовой комбинации стало четным. Код с проверкой на четность может обнаружить лишь ошибки нечетной кратности, так как они нарушают условие четности единиц в комбинациях.

Корректирующий код с постоянным весом. Код строится таким образом, что в разрешенное подмножество отбираются комбинации, имеющие одинаковое число единиц (постоянный вес). Например, комбинации 10101, 11100, 10110 и др.*,* могут составить элементы разрешенного подмножества. Таких комбинаций будет 10 и они могут использоваться для передачи цифровой информации. Любые ошибки, кроме двухкратных разного вида, будут обнаружены таким кодом, так как они нарушают установленное соотношение единиц и нулей в комбинации.

Циклические коды. Эти коды являются наиболее распространенными корректирующими кодами, применяемыми в настоящее время в аппаратуре передачи данных. Циклические коды наряду с возможностью обнаруживать и исправлять одиночные ошибки и пакеты ошибок обладают еще одним положительным свойством — простотой построения кодеров и декодеров. Это и определило их широкое применение на практике.

В теории циклического кодирования каждую n-элементную комбинацию принято записывать в виде некоторого полинома G *(х)* степени *(п –1).*

где *а —* цифры двоичной системы счисления, отображающие элементы кодовой комбинации; *х —* фиктивная переменная, заменяющая собой основание системы счисления.

Свойства циклического кода, а также вид кодера и декодера полностью определяются образующим многочленом *g (х)* степени *r*. Операции кодирования и декодирования в циклическом коде сводятся к умножению и делению полиномов по правилам двоичной алгебры. При построении избыточного кода полином неизбыточной кодовой комбинации сначала умножается на *xr,* а затем делится на образующий многочлен *g(x).* Кодовая комбинация циклического кода *F (х)* получается сложением полинома *Р (х)* с остатком от деления. Обнаружение ошибки происходит путем деления полинома *F**' (х),* соответствующего принятой кодовой комбинации, на образующий полином *g(x).* Признаком принадлежности кодовой комбинации разрешенному подмножеству является деление без остатка полинома *F**' (х)* на образующий полином *g (х).* При делении запрещенных кодовых комбинаций, образующихся при ошибочном приеме в результате действия помех, обязательно получится остаток, что и используется для обнаружения и исправления ошибок.

Кодер и декодер циклического кода строятся на основе регистров сдвига с логическими обратными связями (так называемые много-тактные линейные фильтры), с помощью которых осуществляются операции деления полиномов.

Итерированные коды. Эти коды получаются, если использовать комбинации двух и более кодов, т. е. операцию итерации. Они более совершенные. Итерированные коды получаются путем расположения информационных символов в виде таблицы, каждая строка которой кодируется по определенному правилу. Каждый столбец таблицы тоже кодируется по определенному правилу (в общем случае не обязательно по тому же, что и строка). В правом нижнем углу таблицы дается результат проверки контрольных символов (проверка по строкам и столбцам).

4. Системы с обратной связью

Характерной особенностью методов повторной передачи и использования корректирующих кодов является то, что вносимая избыточность остается постоянной для каждого конкретного случая в зависимости от выбранного кода или количества повторных передач. Избыточность рассчитывается лишь на какие-то вполне определенные условия прохождения сигналов, при которой обеспечивается достаточная степень уменьшения ошибок. Если этот расчет ориентировать на какое-либо среднее состояние канала, то в периоды поме-хоактквности (появление пакетов ошибок) число необнаруженных и неисправленных ошибок может значительно превысить допустимое значение. Если же ориентироваться на наихудшее состояние канала, то введенная избыточность будет не всегда оправдана, что приведет к снижению эффективности системы связи.

Наиболее рациональным и желательным следует признать случай, когда вводимая избыточность может изменяться в зависимости от интенсивности помех в канале. Такая возможность появляется тогда, когда передатчик получает сведения о качестве приема сигналов по обратному каналу. Системы, использующие обратный канал для этих целей, получили название систем с обратной связью. В зависимости от вида сигналов, передаваемых по обратному каналу, различают системы с информационной обратной связью и системы с решающей обратной связью (РОС).

В системах с информационной обратной связью по обратному каналу связи передаются те же блоки информации, что и по прямому каналу связи, а решение о необходимости повторения ранее переданного блока принимается в передатчике. Эти системы из-за необходимости применения обратного канала с такой же пропускной способностью, что и прямой канал,а также из-за сравнительно низкой скорости передачи полезной информации нашли ограниченное применение.

В системах с решающей обратной связью по каналу обратной связи передаются лишь сигналы решения, поэтому его пропускная способность может быть взята меньше, чем для прямого канала связи. Решение о повторной передаче блока принимает приемник.

Системы с информационной и решающей обратной связью строятся с ограниченным числом повторений, после чего включается аварийная сигнализация, требующая вмешательства обслуживающего персонала.

Вне зависимости от вида в системах с обратной связью вносимая избыточность меняется за счет изменения числа повторных передач, которое определяется условиями прохождения сигналов, т.е. системы с обратной связью являются адаптивными системами, в которых темп передачи приводится в соответствие с фактическим состоянием канала связи.

Из рассмотренных методов повышения верности передачи наибольшее распространение находят системы с обратной связью и корректирующие коды в режиме обнаружения или исправления ошибок. Режим исправления ошибок с применением корректирующих кодов используется редко, лишь в случаях, когда организация обратного канала затруднена или требования к допустимой задержке в передаче при длинных связях слишком жесткие. В подавляющем большинстве случаев существующие и проектируемые системы передачи данных строятся на основе кодов с обнаружением ошибок и применением обратной связи для повторной передачи тех комбинаций, ошибки в которых обнаружены. В некоторых случаях оказывается целесообразным исправление ошибок малой кратности в сочетании с обнаружением ошибок большой кратности. Для обнаружения ошибок в основном используются циклические и итеративные (матричные) коды из-за простоты аппаратурной и программной реализация кодеров и декодеров.

5. Аппаратура передачи данных

Аппаратура передачи данных (АПД) служит для передачи информации от удаленных источников к информационно-вычислительным центрам и обратно.

Оконечное оборудование сети передачи данных выполняет более сложные функции, чем аналогичное оборудование телеграфной сети. Помимо функций организации канала передачи данных, синхронизации, преобразования сообщения в электрический сигнал и обратно, возникают дополнительные функции по защите сообщения от ошибок, управления цепями стыков между АПД и ЭВМ, управления устройствами ввода и вывода, диагностический контроль и др.

Основными элементами АПД являются приемопередатчик *(ПП)*, устройство защиты от ошибок *(УЗО),* устройство преобразования сигналов *(УПС),* автоматическое вызывное устройство *(АВУ).* Кроме того, для АПД характерно наличие нескольких типов устройств ввода и вывода информации.

На сети передачи данных железнодорожного транспорта используется низко- (50-200 бит/с) и среднескоростная (1200, 2400 бит/с) аппаратура передачи данных.

Передача данных с низкими скоростями осуществляется по коммутируемым и некоммутируемым телеграфным каналам. Передача данных со средними скоростями ведется по телефонным коммутируемым и некоммутируемым каналам аппаратурой «Аккорд-1200», ТАП-3С, ТАП-34 и др.

Список литературы

1. Волков В.М., Головин Э.С., Кудряшов В.А. Электрическая связь и радио на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 1991.

2. Волков В.М., Кудряшов В.А. Проводная связь на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 1986.

3. Каллер М.Я., Фомин А.Ф. Теоретические основы транспортной связи, М., 1989.