

УДК 621.396.24

ПЕРЕДАЧА СООБЩЕНИЙ ПО КВ-РАДИОКАНАЛУ ПРИ СЛУЧАЙНОМ ХАРАКТЕРЕ МОМЕНТОВ ПОСТУПЛЕНИЯ ДАННЫХ

В.В. Егоров, ведущий научный сотрудник ОАО «РИМП», к.т.н.; rimr500@mail.ru

А.Е. Тимофеев, научный сотрудник ОАО «РИМП»

Ключевые слова: система передачи данных, КВ-радиоканал, помехозащищенное кодирование, скорость передачи данных.

Введение. При использовании удаленных пунктов сбора информации (далее источник сообщений – ИС) возникает задача передачи данных (ПД) в режиме реального времени в центр обработки информации (приемник сообщений – ПС), который может находиться на удалении от 100 до 3000 км. Использование КВ-радиоканала при отсутствии проводной и радиорелейной связи – наиболее естественное решение поставленной задачи. При этом нестационарность КВ-радиоканала требует для обеспечения высокой достоверности приема информации использования мощных помехозащищенных кодов, обладающих максимальной исправляющей способностью. Вместе с тем необходимо решить проблему согласования скорости ПД в канале с меняющейся в процессе сеанса связи интенсивностью поступления информационных пакетов от ИС.

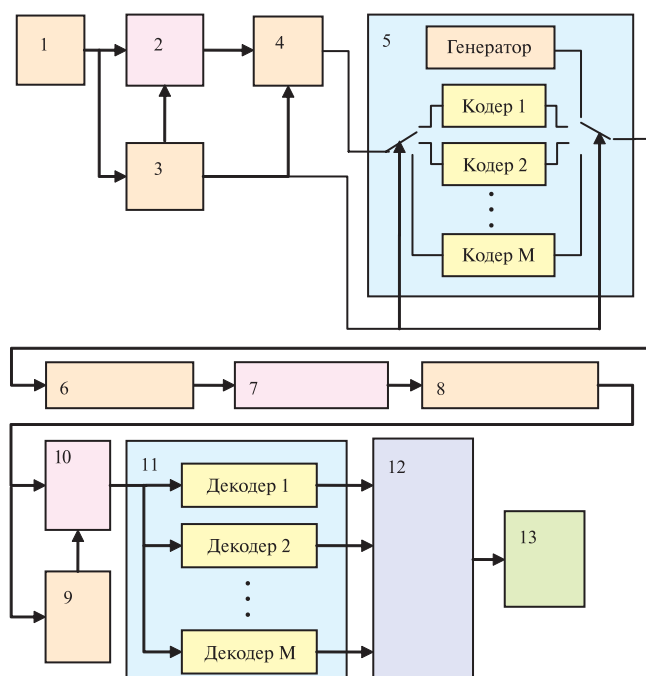
В некоторых системах ПД используется подход, состоящий в оперативном изменении технической скорости ПД в канале связи в соответствии с изменяющейся интенсивностью поступления данных от ИС. Это требует наличия канала обратной связи и введения информационной избыточности для обмена служебными командами.

Другой возможный подход заключается в том, что пакеты данных передаются по радиоканалу в случайные моменты времени по мере их поступления от ИС. В промежутках между сообщениями передача информации по каналу связи не осуществляется. В этом случае для приема каждого сообщения необходимо заново решать задачи обнаружения сигнала, установления тактовой синхронизации, отвечающей за определение временных границ элементарных посылок, и задачу установления цикловой синхронизации, служащей для определения начала содержательной части в сообщении. Для этого перед каждым сообщением передаются синхропоследовательности. Если данные от источника сообщений поступают блоками неодинакового размера, дополнительно вводятся команды для определения границ полезной информации. Так, например, в формате двоичной синхронной связи (Binary Synchronous Communications – BSC) [1] каждый канальный блок состоит из тактовой последовательности (PAD), двух цикловых последовательностей (SYN), символа начала заголовка (SOH), содержащего служебные команды заголовка (OH), символа начала текста (STX), текста с полученными от источника сообщений данными (TX), а также символа конца текста (ETX).

В данной работе предлагается избыточность канала связи, возникающую при снижении интенсивности поступления пакетов от источника сообщений, задействовать на повышение достоверности приема за счет усиления конструкции помехозащищенного кода, используя несколько вариантов кодов с различной кодовой скоростью.

Устройство передачи данных. На передающей стороне производится подсчет количества информационных блоков, приходящих от ИС на заданном интервале времени, соответствующем длительности канального блока. Поступившие блоки собираются в единый массив данных, для которого формируется и добавляется циклическая контрольная сумма (CRC). Массив данных с CRC кодируется помехоустойчивым кодом, избыточность и исправляющая способность которого тем выше, чем меньше информационных блоков содержится в сформированном массиве. Канальный блок данных после прохождения через канал связи поступает на декодирующее устройство (ДУ). Там осуществляется операция декодирования для всех возможных вариантов кодов в зависимости от количества исходных информационных блоков, причем для всех реализаций декодирования производится разбиение данных на информационные блоки и вычисление CRC. Если для какого-то из вариантов декодирования контрольная сумма совпадает, происходит передача информационных блоков данного варианта декодирования ПС. Если контрольные суммы не совпадают для всех вариантов, информация приемнику сообщений не выдается. Операция осуществляется циклически для каждого интервала времени, соответствующего длительности канального блока.

Структурная схема устройства, реализующего предложенный способ, приведена на рисунке, где 1 – источник информации; 2 – модуль памяти; 3 – таймер-счетчик пакетов; 4 – устройство добавления CRC; 5 – кодирующее устройство (КУ); 6 – модулятор; 7 – канал связи; 8 – демодулятор; 9 – устройство установления и удержания цикловой синхро-



низации; 10 – модуль памяти; 11 – декодирующее устройство (ДУ); 12 – устройство проверки по CRC; 13 – приемник информации.

Описание работы устройства ПД. В случайные моменты времени от источника информации 1 поступают пакеты данных фиксированной длины из K бит. Под заданную длину пакета подбирается набор из M помехоустойчивых кодов с параметрами (N, K_m) , где N – количество бит данных, получаемых с выхода кодера; K_m – количество исходных бит данных на входе кодера; $K_m = Km + C$, $m = 1...M$; C – количество бит, отведенных для циклической контрольной суммы.

Длина кодового блока N выбирается из соотношения $N > KM + C$. Время накопления информации T определяется как минимальное время, за которое от источника информации может поступить M пакетов с данными. Необходимая техническая скорость в канале связи определяется как $V = N/T$.

Пакеты данных размером K бит, поступающие от источника информации 1, сохраняются в модуле памяти 2. Таймер-счетчик пакетов 3 формирует временные отрезки длительностью T , а также фиксирует приход каждого пакета данных и подсчитывает количество пакетов m , поступивших от источника информации в течение периода T .

В том случае, если по завершении периода T количество пакетов $m > 0$, таймер-счетчик пакетов подает на модуль памяти сигнал на передачу блока данных из m пакетов, накопленных за период T , на устройство добавления CRC 4. Там для блока данных из Km бит формируется и добавляется циклическая контрольная сумма размером C бит. Для вычисления этой суммы предлагается применять широко распространенный алгоритм, использующий циклический избыточный код Cyclic Redundancy Code (CRC) [2]. Он представляет собой высокоэффективное средство обнаружения ошибок, позволяющее определять наличие искажений данных по циклической контрольной сумме как при искажении одного, так и более бит в информационной последовательности.

Сформированный таким образом блок данных из $Km + C$ бит поступает на КУ 5, где для него (в зависимости от полученного с таймера-счетчика пакетов значения m) запускается соответствующий алгоритм кодирования. В результате формируется закрытый циклической контрольной суммой и помехоустойчивым кодом каналный блок данных размером N бит. Переданные в КУ пакеты данных удаляются из модуля памяти, а таймер-счетчик пакетов обнуляется и начинает заново подсчитывать количество приходящих пакетов данных уже для следующего интервала времени T . Если за период T не поступило ни одного пакета данных, т.е. $m = 0$, то КУ генерирует некоторую псевдослучайную последовательность (ПСП) из N бит, обозначающую отсутствие полезной информации и служащую для удержания цикловой синхронизации на приемной стороне при отсутствии информации от ИС. Сформированный каналный блок данных или ПСП размером N бит подается на модулятор 6, преобразуется в аналоговый сигнал и поступает в канал связи 7.

На приемной стороне аналоговый сигнал из канала связи поступает на демодулятор 8. Предполагается, что в процессе организации сеанса связи по поступающей с выхода демодулятора информации устройством установления и удержания цикловой синхронизации 9 было произведено установление

цикловой синхронизации, отвечающего за определение в потоке данных начала прихода очередного канального блока длиной N бит.

Поскольку ПД по каналу связи осуществляется непрерывно канальными блоками данных одинакового размера, удержание цикловой синхронизации в течение всего сеанса осуществляется посредством подсчета количества принятых от демодулятора бит данных и не требует использования дополнительных синхропоследовательностей. Поступающие с демодулятора данные накапливаются в модуле памяти 10. Как только с выхода устройства установления и удержания цикловой синхронизации на модуль памяти поступает сигнал цикловой синхронизации, соответствующий завершению приема канального блока данных длиной N бит, этот блок поступает на ДУ 11, а модуль памяти очищается и начинает накапливать данные для следующего канального блока. В ДУ осуществляются M операций декодирования поступившей информации размером N бит в соответствии с алгоритмом декодирования для каждого из M используемых кодов.

С выхода ДУ все M полученных в результате декодирования последовательностей размером $Km + C$ бит каждая, где m принимает значения от 1 до M , одновременно поступают на устройство проверки по CRC 12, где для каждой из них производится разделение на m пакетов данных размером K бит каждый и циклическую контрольную сумму из C бит, а затем осуществляется проверка по CRC. Если для какого-то одного из M вариантов полученных последовательностей размером Km бит проверка по CRC не выявит искажений, то соответствующие данному варианту m пакетов данных размером K бит каждый передаются приемнику информации 13. Если же проверка обнаружит ошибки по CRC во всех M вариантах, то ПД на приемник информации не производится. Образующаяся из-за операций накопления данных максимальная дополнительная задержка передачи информации соответствует $T_p = 2T$.

Заключение. Предложенный способ [3] может применяться в системах сбора и ПД, использующих асинхронные источники информации и синхронные каналы без обратной связи. Достоинство способа – отсутствие необходимости введения системы служебных команд как для адаптивного изменения во время сеанса связи режимов работы модулятора–демодулятора, так и для обозначения границ блоков с полезной информацией, т.е. повторного установления тактового и циклового синхронизма. Образующаяся за счет различия между технической скоростью передачи в канале и интенсивностью поступления данных от источника сообщений информационная избыточность практически полностью расходуется на повышение степени достоверности приема сообщений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сипсер Р. Архитектура связи в распределенных системах. Т.1, Т.2. – М.: Мир, 1981.
2. Морелос-Сагроса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. – М.: Техносфера, 2005.
3. Патент РФ № 2426249. Способ передачи данных по каналу связи с фиксированной технической скоростью при поступлении сообщений от источника в случайные моменты времени/ Егоров В.В., Катанович А.А., Лобов С.А. и др. – 10.08.2011.

Получено 15.09.11