

А.Е. ЧАГАН, бакалавр, НТУ “ХПИ”

В.А. ПУЛЯЕВ, д-р техн. наук, проф., Институт ионосферы НАН и МОН Украины

ПЕРЕДАЧА ИОНОСФЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО РАДИОКАНАЛУ

У статті розглядається приклад розробки системи передачі по радіоканалу цифрової інформації у вигляді радіолокаційних даних.

In article the example of system engineering of radio transmission of digital information for processing radar data.

Постановка задачі. С целью ускорения процесса обработки ионосферной информации, получаемой с помощью радиолокационных систем [1] некогерентного рассеяния (НР), необходима реализация такого специализированного устройства, которое бы использовалось для передачи принятых сигналов с территории расположения радара НР до места нахождения сервисных информационных систем. Его использование будет способствовать автоматизации процесса обработки данных внутри системы *on-line*, систематизации результатов в реальном времени, последующему оперативному обмену информацией с помощью Internet с целью принятия оперативных решений.

Расстояние от радара НР (г. Змиев) до потребителей (г. Харьков) в нашем случае равно 60 км, причем общепринятые средства связи (e-mail, Internet) с помощью модема не являются надежными, так как не позволяют вести надежный непрерывный многосуточный обмен данными. В свое время рассматривался вопрос организации на базе промышленного устройства аналогичного канала передачи данных [2] для потоковой обработки ионосферной информации, но, к сожалению, до последнего времени все еще продолжается осуществляться курьерская доставка данных, что вызывает значительную, до нескольких часов, задержку в обработке экспериментальных данных.

Целью данной статьи является рассмотрение возможности использования в составе радара НР Института ионосферы специализированной системы передачи данных, которые представляют собой результат измерения параметров ионосферы методом НР.

Анализ и решение проблемы. В настоящий момент к принятым и оцифрованным результатам на радиолокационном комплексе можно применять методы передачи данных, использующих бинарное кодирование параметров сигнала [3]. Поэтому предлагается свой радиомодем [4], состоящий из двух логически независимых частей – передающей и принимающей. Структурная схема передающей части показана на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема передающей части радиомодема

Так как скорость передачи данных по радиоканалу не превышает скорости последовательного порта RS232, то передатчик может быть подключен через него. В результате, передающая часть может состоять из генератора НЧ сигнала, управляемого выходом порта RS232, модулятора ВЧ колебаний, буферного каскада, умножителя частоты и оконечного каскада.

Генератор имеет возможность переключаться без сдвигов фаз по двум частотам. Оконечный каскад имеет мощность 10 Вт, а так как система использует частотную модуляцию, то усилитель будет реализован на одном транзисторе. Умножитель частоты имеет коэффициент умножения в 2 раза, т.к. он используется непосредственно перед оконечным каскадом.

Структура приемной части представлена на рис. 2.



Рис. 2. Структурная схема приемной части радиомодема

Для упрощения принципиальной схемы, повышения надежности и уменьшения стоимости радиомодема, функциональные узлы приемной части предлагается реализовать в микросхемном исполнении. Для улучшения отношения сигнал/шум усилитель радиочастоты должен иметь малый уровень собственных шумов и быть выполнен на полевых транзисторах. Приемник включает в себя преобразователь частоты, усилитель и детектор. Для демодуляции принятого сигнала предлагается применить цепь фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Так как в цепь ФАПЧ необходимо подавать прямоугольный сигнал, то после приемника необходимо установить детектор нуля для преобразования синусоидального сигнала в прямоугольный. Для приведения сигнала с выхода цепи ФАПЧ к уровням сигналов порта RS232 используется компаратор.

Элементная база радиомодема должна обеспечивать выполнение заданных функций при возможно меньшей сложности аппаратуры, необходимой производительности и при простом соединении с портом RS232. Поскольку лучше использовать однополярное питание, то требуется, чтобы размах информационного сигнала находился в пределах 5 В, а значит, при построении канала целесообразно использовать микросхемы серии TTL. Представленным требованиям удовлетворяют распространенные серии K564, K1401 и K561, в составе которых есть микросхемы с необходимыми функциональными возможностями.

В радиомодеме применяется частотная манипуляция. Модулятор преобразует логические уровни сигнала DTR в двухчастотный НЧ сигнал, который поступает на вход передатчика. Сигнал с порта RS232 поступает на транзисторный ключ, который управляет частотой мультивибратора путем изменения емкости в цепи его обратной связи. Затем сдвиговой регистр формирует выходной синусоидальный НЧ сигнал. Низкий уровень сигнала DTR соответствует выходной частоте 4400 Гц, высокий – 2400 Гц.

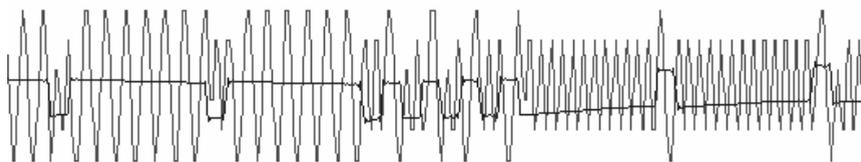


Рис. 3. Процесс частотного кодирования

На рис. 3 отображен процесс частотного кодирования. Так, с DTR будет поступать прямоугольный сигнал, синусоидальная же составляющая – частотный сигнал на выходе модулятора. Выход регистра подключен через инвертор к входу, что обеспечивает поочередное заполнение регистра нулями и единицами. К выходам регистра подключена резистивная цепочка, реализующая ЦАП. С выхода ЦАП сигнал через переменный резистор поступает на вход передатчика.

Передатчик состоит из 4-х каскадов: модулятора, буферного каскада, умножителя частоты и оконечного каскада. Низкочастотный сигнал с АЦП управляет модулятором. Сигнал с умножителя частоты поступает на оконечный каскад, где усиливается до необходимой мощности и подается на передающую антенну.

Приемник выполнен на микросхеме Motorola mc3362, внутри которой находятся два преобразователя частоты, усилитель-ограничитель и выходной усилитель НЧ сигнала. Входной каскад приемника выполнен по традиционной резонансной схеме. С выхода приемника сигнал поступает на вход демодулятора.

На входе демодулятора установлен детектор нуля, который пропускает входной сигнал при амплитуде, превышающей заданную на

делителе. Детектор нуля преобразует синусоидальный сигнал в сигнал прямоугольной формы, который подаётся на частотный детектор на микросхеме K564ГГ1.

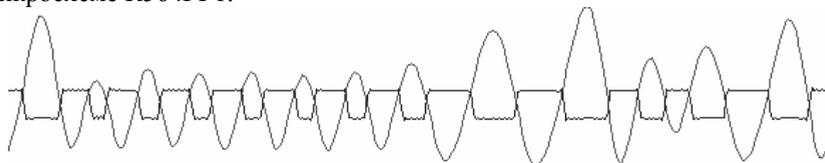


Рис. 4. Преобразование детектором НЧ сигнала

На рис. 4 изображены сигналы на входе и выходе детектора. После детектора сигнал, преобразованный в прямоугольную форму, подается в цепь ФАПЧ, выполненную на микросхеме K564ГГ1. Встроенный в микросхему генератор синхронизируется входным сигналом. При отсутствии сигнала вырабатывается частота 3400 Гц. Форма сигнала – прямоугольная. При поступлении сигнала на выходе ФАПЧ возникнет сигнал автоподстройки, зависящий от частоты входного сигнала. Этот сигнал поступает на активный фильтр нижних частот. После фильтра сигнал преобразуется в цифровой код и поступает на вход порта RS232 компьютера. На рис. 5 изображены сигналы на входе и выходе демодулятора.

Дальнейшей обработкой принятой информации занимается пакетный драйвер модема.

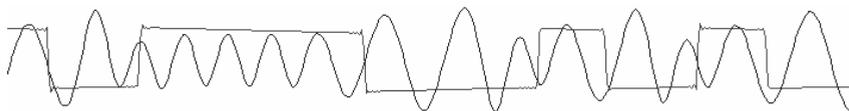


Рис. 5. Преобразование демодулятором ЧМ сигнала

Выводы. При использовании радиоканала путем автоматической и своевременной передачи ионосферных данных будет обеспечена высокая эффективность обработки ионосферной информации и принятия решений.

Список литературы: 1. Пуляев В.А. Автоматизированная система исследования параметров ионосферной плазмы на базе радара НР // Радиотехника. Всеукр. межвед. научн.-техн. сб. – 2003. – № 135. – С. 78 – 86. 2. Пуляев В.А., Лизогуб В.И., Галенин Е.П. Канал передачи данных для организации потоковой обработки ионосферной информации // Вестник НТУ “ХПИ”: Информатика и моделирование. – 2004. – № 34. – С. 153 – 156. 3. Чаган А.Е., Пуляев В.А. Цифровые методы обмена информацией между удаленными потребителями // Конференция молодых учёных “Дистанционное радиозондирование ионосферы (ИОН-2010)” (Харьков, Украина, 6 – 9 апреля 2010 г.). – Сборник тезисов. – 2010. – С. 40. 4. Чаган А.Е., Пуляев В.О. Розробка пристрою для передачі цифрових даних // XVIII Міжнародна науково-практична конференція: Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я. (Харків, Україна, 12 – 14 травня 2010 р.) Збірник тез доповідей. – Х.: НТУ “ХПІ”. – 2010. – С. 57.

Поступила в редколлегию 01.06.2010