

*А.Е. ЧАГАН*, магистр, НТУ “ХПИ”, Харьков

*В.А. ПУЛЯЕВ*, д-р техн. наук, проф., Институт ионосферы, Харьков

## **ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИОНОСФЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ В БАЗУ ДАННЫХ**

У статті розглядається приклад розробки пристрою для організації цифрового радіоканалу, який передбачено використовувати з метою прискорення обробки радіолокаційних даних.

В статье рассматривается пример разработки устройства для организации цифрового радиоканала, который предусмотрено использовать с целью ускорения обработки радиолокационных данных.

The article deals with an example of developing a device for organizing digital radio channel used to accelerate the processing of radar data.

**Постановка задачі.** С целью ускорения процесса обработки ионосферной информации, получаемой с помощью радиолокационных систем [1] некогерентного рассеяния (НР), необходима реализация такого устройства, которое бы использовалось в радаре для передачи оцифрованных принятых сигналов. Его задача будет состоять в передаче сигналов из ионосферной Обсерватории (г. Змиев) в центр обработки сигналов, расположенный в Харькове.

Таким образом, исходя из географического расположения данных пунктов, можно сформулировать следующие требования к устройству для реализации радиоканала:

1. Дальность связи 34 км, а скорость передачи не менее 10 Гбайт в день.

3. Возможность синхронизации режимов передачи и приема с работой радара НР.

4. Простое подключение к компьютеру и низкая стоимость деталей.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Аналогичная задача рассмотрена в [2]. Однако в этой работе предложены к использованию устаревшие серии микросхем, к тому же для реализации радиоканала используется УВЧ диапазон, что затрудняет повышение скорости передачи данных.

**Целью** данной статьи является рассмотрение возможности использования на радаре НР более современной системы передачи ионосферных данных, т.е. результатов измерения параметров ионосферы методом некогерентного рассеяния радиоволн.

**Анализ и решение проблемы.** На данный момент полученные экспериментальные результаты передаются в г. Харьков на переносных накопителях информации. Так как получаемые данные оцифрованы [3], то можно применить методы эфирной передачи результатов, используя

бинарное кодирование числовых массивов. Для этой цели предлагается использовать подключаемый к ПК радиомодем, имеющий структурную схему, изображенную на рис.

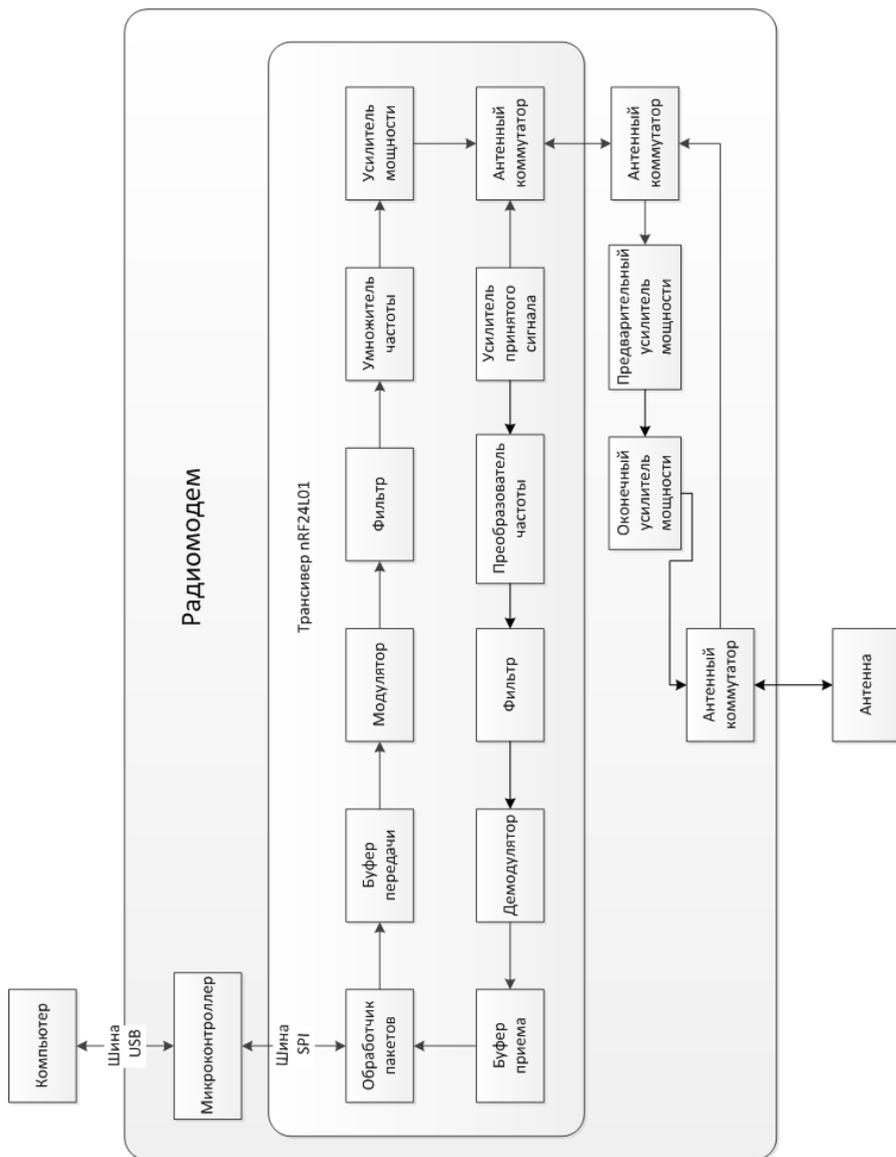


Рис. Структурная схема радиомодема

Технические характеристики радиомодема следующие:

1. Частота несущей – 2400 – 2485 МГц.
2. Скорость передачи – 2 Мбит/с.
3. Мощность передатчика – 1 Вт.
4. Класс излучения – 2M00F1D.
5. Тип модуляции – GFSK.

Чтобы упростить принципиальную схему, повысить надежность и уменьшить стоимость радиомодема, желательно использовать микросхемы большой интеграции [4].

При такой реализации через порт USB ПК соединяется с микроконтроллером типа AT90USB82. Микроконтроллер в свою очередь, передает управляющие сигналы и данные трансиверу nRF24L01. Трансивер имеет собственный механизм обработки пакетов. Он получает данные и параметры конфигурации через шину SPI. Через неё имеется доступ к тройным буферам приема и передачи данных, а также регистрам конфигурации, таким как PRIM\_RX, RX\_ADDR\_P0 и SETUP\_RETR. В трансивере встроены модулятор и демодулятор GFSK, фильтры и преобразователи частоты. Для усиления принятого сигнала имеется малошумящий усилитель. А для получения уровня выходного сигнала, необходимого для предварительного усилителя, встроены управляемый усилитель мощности с максимальной выходной мощностью 10 мВт. Уровень усиления программно задаётся с помощью регистров конфигурации.

С трансивера входной и выходной сигналы передаются по одному выводу, поэтому для разделения пути следования радиосигнала используются два управляемых антенных коммутатора. Первый коммутатор переключает сигнал между двумя усилителями радиочастоты во время процедуры передачи, а второй коммутатор – во время процедуры приема.

Радиосигнал от трансивера через коммутатор проходит через первый усилитель мощностью 100 мВт, а затем на втором усилителе увеличивается до 1 Вт. От последнего усилителя сигнал через второй антенный коммутатор поступает в антенну. Во время приема сигнал из антенны через два коммутатора проходит на трансивер.

**Порядок работы** заключается в следующем: микроконтроллер после подключения схемы к порту USB проводит инициализацию контроллера USB. Закончив собственную настройку, он начнет выступать в роли преобразователя шин USB – SPI. Программное обеспечение на компьютере работает с трансивером по виртуальной шине SPI. Сначала программа на компьютере передает трансиверу данные исходной конфигурации и устанавливает его в режим приема с помощью установки бита PRIM\_RX в ноль.

В режиме приема трансивер ожидает появления преамбулы. После успешного ее распознавания начинается декодирование полученного пакета в буфер – сигнал от демодулятора формирует полученный пакет в буфере приема. Когда пакет будет демодулирован, трансивер проверяет его адрес и

контрольную сумму. Если адрес совпадает с адресом, указанным в регистре RX\_ADDR\_P0, и контрольная сумма верна, пакет разбирается и принятая информация попадает в буфер FIFO приемника. После этого трансивер автоматически отправляет пакет АСК, который сообщает трансиверу о том, что передача прошла успешно. Вместе с этим трансивер генерирует прерывание, сигнализирующее микроконтроллеру, что есть принятые данные. Микроконтроллер по этому сигналу загружает принятую информацию к себе и помещает её в буфер конечной точки. Компьютерная программа принимает эти данные и соединяет их с данными, принятыми в предыдущих пакетах. После окончания приема блока проверяется его контрольная сумма и передается сообщение об успешном приеме.

В процессе передачи данных компьютерная программа после получения информации конфигурирует трансивер в режим передачи при помощи установки бита PRIM\_RX в ноль. Далее происходит занесение данных в буфер FIFO. После заполнения буфера трансивер формирует пакет с преамбулой, адресом, управляющими данными и контрольной суммой. Во время передачи сформированный пакет по битам подается в модулятор. После окончания передачи трансивер ожидает подтверждения, что передаваемый пакет принят успешно в течение времени, заданного в регистре SETUP\_RETR. Если подтверждение не принято, то происходит повторная передача пакета столько раз, сколько указано в регистре SETUP\_RETR битами 3:0. После получения подтверждения об успешном принятии пакета трансивер переходит в режим ожидания новых данных на передачу или переходит в режим приема.

**Выводы.** Таким образом, используя современную элементную базу с высокой степенью интеграции, можно получить простой и дешевый радиоканал для автоматической и своевременной передачи данных. В данном случае в качестве данных выступают принятые радиолокационным комплексом, обработанные и оцифрованные сигналы некогерентного рассеяния. Такая процедура передачи сокращает время получения параметров ионосферы, позволяя тем самым обеспечить высокую эффективность радара НР.

**Список литературы:** 1. *Рогожкин Е.В., Пуляев В.А., Лысенко В.Н.* Зондирующие сигналы для исследования ионосферы методом НР. Монография. – Х.: НТУ “ХПИ”, 2008. – 256 с. 2. *Чаган А.Е., Пуляев В.А.* Передача ионосферной информации по радиоканалу // Вестник НТУ “ХПИ”: Радиофизика и ионосфера. – 2010. – № 48. – С. 110 – 113. 3. *Федорков Б.Г., Телец В.А.* Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 с. 4. AT90USB82: 8-bit Microcontroller with 8/16 K Bytes of ISP Flash and USB Microcontroller. – [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc7707.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc7707.pdf).

*Поступила в редколлегию 01.06.2011*