

# ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

О.В. Шатуновский

Рассматриваются примеры построения беспроводных систем для измерения давления, проблемы и решения при использовании некоторых протоколов обмена цифровыми данными и связанное с этим энергопотребление приборов.

Проблемы передачи данных между датчиками, исполнительными приборами и диспетчерскими пунктами с помощью кабельных линий связи на большие расстояния известны и достаточно изучены. К проблемам, которые встают на этом пути, можно отнести следующие:

- низкая помехозащищенность проводных систем;
- большие финансовые затраты на прокладку кабелей и их последующее обслуживание, которые могут достигать 20-30% от стоимости системы телеметрии или автоматики;
- плохая ремонтпригодность;
- большое время восстановления при повреждениях.

Этих недостатков лишены беспроводные системы передачи. Если отбросить «кажущуюся» дороговизну при первоначальных разовых затратах, то можно выделить их основные конкурентные достоинства:

- хорошая помехозащищенность, в частности «идеальная» гальваническая развязка;
- минимальные затраты на обслуживание, которое сводится к периодической проверке работоспособности;
- минимальное время восстановления системы, связанное просто с заменой одного устройства на другое из ЗИПа;
- удовлетворительная ремонтпригодность.

Рассмотрим построение беспроводной системы измерения давления на примере микропроцессорных датчиков давления типа 408М. Датчики имеют цифровой выход по интерфейсу RS485. при построении линии связи использовались радиомодемы «Риф Файндер RF-801».

Радиомодем «Риф Файндер RF-801» (далее модем) предназначен для двусторонней передачи цифровых данных в различных системах распределенного сбора информации, централизованной охраны, телеметрии, промышленной автоматики и т.п. Радиомодем работает на открытой частоте 433,92 МГц и имеет излучаемую мощность 10 мВт, поэтому от пользователя модемов не требуется получения разрешений на эксплуатацию. Дальность связи в условиях прямой видимости между двумя модемами, оснащенными выносными направленными антеннами, и при отсутствии радиопомех, может достигать 3 км и более. Реальная дальность действия зависит от наличия между модемами препятствий распространению радиоволн (зданий, сооружений, сложного рельефа местности), от интенсивности радиопомех в данное время в данном месте, от погоды, от типа антенн и т.п.

Технические характеристики модема:

**Рабочая частота:** 433,92 МГц  $\pm$  0,2%

**Излучаемая мощность:** 10 мВт

**Выход на антенну:** разъем BNC, волновое сопротивление 50 Ом

**Скорость передачи:** 1200 бит/с

**Входной интерфейс:** RS232 (3- или 5-проводной), RS485 (2-х проводной)

**Скорость входного интерфейса:** от 1200 до 38400 бит/с (программируется)

**Буфер входного интерфейса:** 2700 байт

**Напряжение питания:** от 10 до 25 В

**Потребляемый ток в режиме приема:** 50 мА с включенной индикацией, 30 мА с выключенной индикацией

**Потребляемый ток в режиме передачи:** не более 200 мА

**Диапазон рабочих температур:** от -30 до +85 °С

**Относительная влажность:** не более 85% при +25 °С

**Конструктивное исполнение:** бескорпусное

**Габаритные размеры платы:** 98 x 68 x 15 мм (без антенного кабеля)

Из описания и технических характеристик модема видно, что он как нельзя лучше подходит для решаемой задачи. Его можно подключать как к компьютеру через порт RS232, так и к датчикам через порт RS485. Низковольтное напряжение питания позволит обеспечить его работу на объекте от одного автономного источника питания вместе с датчиками.

На рисунке 1 показан внешний вид датчика давления, модема и источника питания, а на рисунке 2 схема их применения для беспроводной передачи информации.



Рисунок 1. Внешний вид датчика давления, модема и источника питания.

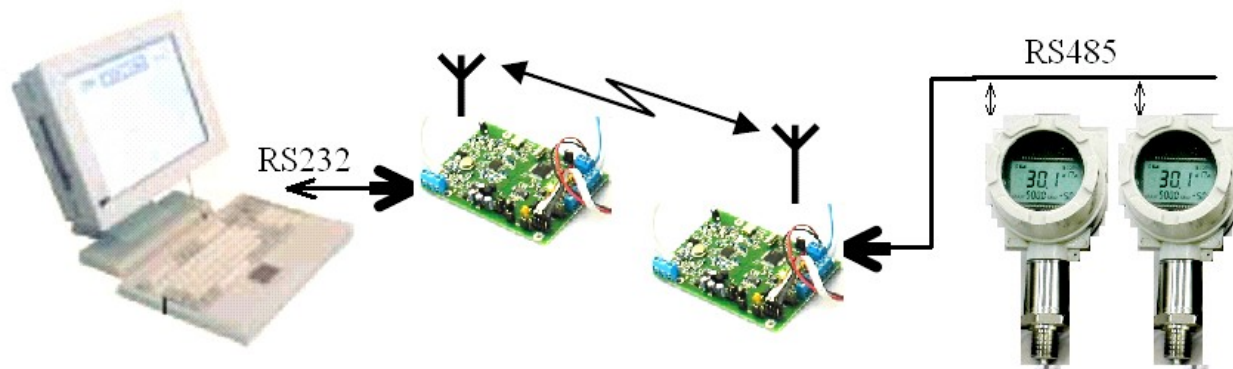


Рисунок 2. Схема применения модемов для передачи данных от датчиков давления.

В соответствии с техническими характеристиками, к модему можно подключить до 32 датчиков и таким образом увеличить количество снимаемых данных. Дальность линии связи ограничена излучаемой мощностью и чувствительностью модема. Применять промежуточные модемы, работающие как ретрансляторы нельзя т.к. датчики работают по протоколу ModBus RTU. Дело в том, что датчик отвечает после поступления запроса от ведущего устройства. Таймаут между последним принятым байтом запроса и первым байтом ответа не должен превышать время более двух байт. Поясним это на примере.

Скорость передачи модемов 1200 кбод, что при передаче стартового бита, восьми бит данных и стопового бита время передачи  $t_b$  составляет:

$$t_b = \frac{n}{V} = \frac{10}{1,2} = 8,33 \text{ мс} \quad (1)$$

где:  $n$  – количество бит;  $V$  – скорость передачи, кбод.

Значит, таймаут между получением последнего байта и посылкой первого байта ответа не должен превышать  $8,33 \cdot 2 = 16,67 \text{ мс}$ . При ретрансляции данных модем начинает посылку ретранслируемого байта сразу после его приема с небольшой промежуточной задержкой, обусловленной работой его внутреннего буфера, которой можно пренебречь. Таким образом, при использовании промежуточных модемов в качестве ретрансляторов общее время посылки увеличивается приблизительно на  $8,33 \text{ мс}$  на каждый промежуточный модем. В случае применения одного

ретранслятора задержка передачи данных (посылка запроса и отправка ответа) составит уже  $8,33 \cdot 2 = 16,66$  мс. OPC сервер обрабатывающий данные по протоколу ModBus RTU при такой задержке проигнорирует получаемые данные и их сбор будет невозможен.

Проблема может быть решена двумя способами:

- отказ от применения ретранслирующих модемов;
- применение другого протокола обмена типа ModBus ASCII, жестко не регламентирующего таймаут между посылками.

Количество подключаемых датчиков в системе можно увеличить если применять несколько сетей каждая из которых содержит модем. Так как антенны обладают большой изотропностью, для создания территориально распределенных сетей сбора информации и управления применяются технологии передачи данных с помощью радиосигналов. Модемы расположены друг от друга на удалении, позволяющем достоверно передавать данные. В центре радиосети располагается модем, связанный с OPC сервером, таким образом, получаем радиосеть по типу «звезда». Схема такого подключения показана на рисунке 3. При таком подключении датчиков их количество ограничивается только количеством их адресов. Но даже при ограниченном количестве адресов можно увеличить количество снимаемых данных за счет увеличения тэгов OPC сервера и их распределения между датчиками, допустим различной модификации. Например, на одном измерительном узле установлен набор из датчиков избыточного давления, перепада давления, датчика абсолютного давления и датчика температуры. В этом случае датчики будут иметь один адрес, соответствующий адресу измерительного узла, а набор команд, посылаемый OPC сервером, будет содержать команды обрабатываемые датчиками индивидуально, зависимо от типа.

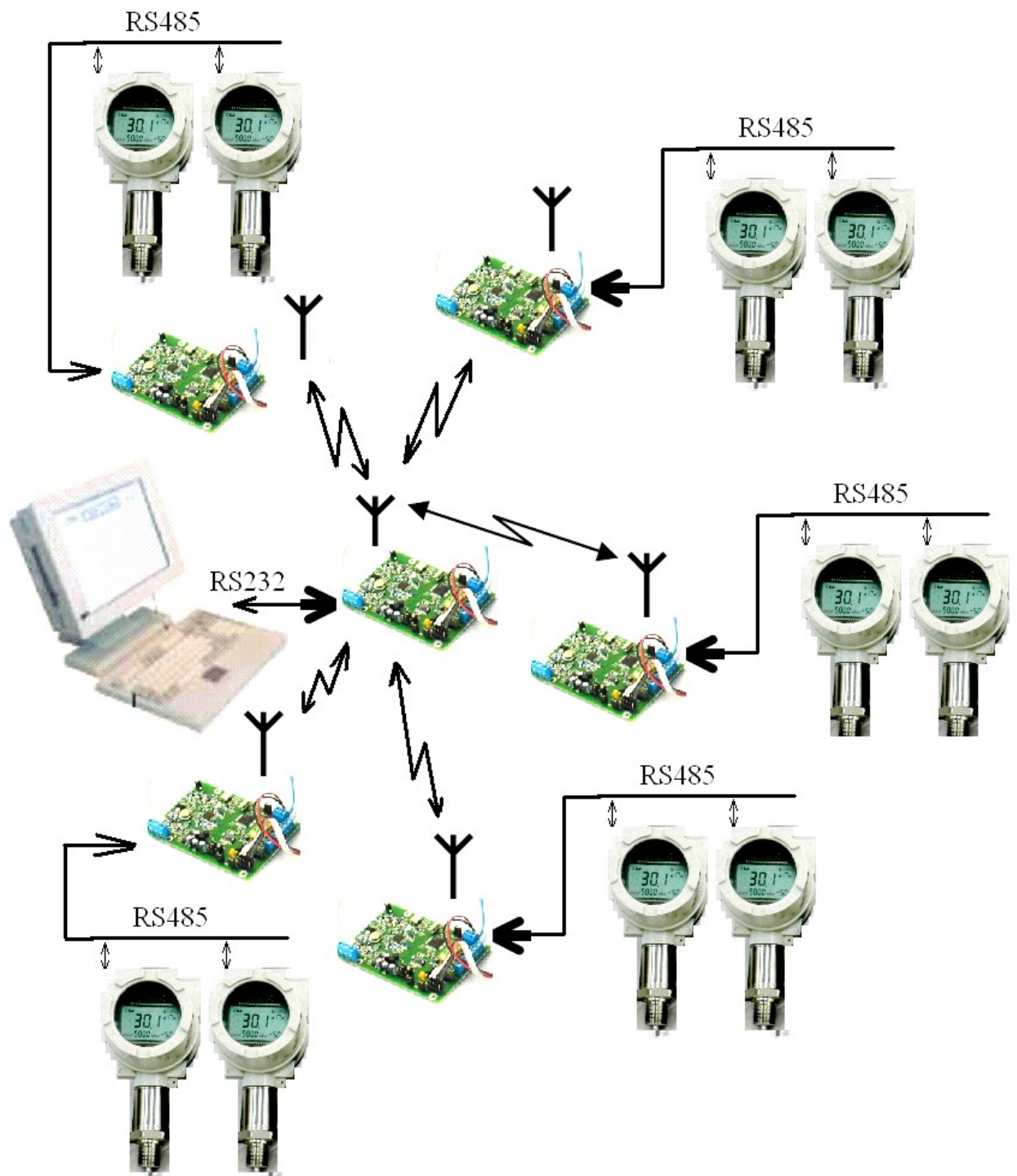


Рисунок 3 Пример создания радиосети по типу «звезда»

В применение беспроводных систем сбора информации, использующих радиомодемы в конечных узлах, как правило нуждаются объекты типа узлов учета, располагающиеся на значительном удалении от пунктов диспетчеризации. Одна из задач, которая обычно возникает при проектировании таких объектов это энергопотребление. Оптимальным

решением в таких случаях является автономное питание, но оно в свою очередь требует от всех компонентов системы минимального энергопотребления. Есть модификация датчиков 408М, имеющая выходной сигнал по напряжению и отвечающая этим требованиям.

Исследования показали, что среднее значение тока потребления датчика 408М и модема в активном режиме составляет не более 75мА. При этом, датчик с модемом хорошо работают как в помещении, так и в полевых условиях от аккумуляторной батареи напряжением 12В. Расстояние уверенного приема в помещении со сложной планировкой с бетонными стенами и перекрытиями составило до 35 м, в полевых условиях в пределах прямой видимости до 500м. Время непрерывной работы от аккумуляторной батареи напряжением 12В и емкостью 60 А\*ч при периоде опроса 1с составляет около 750ч.

Алгоритмы функционирования аппаратуры могут учитывать характер проводимых измерений:

- для метеорологических станций нет необходимости проводить непрерывный мониторинг окружающей среды, достаточно с некоторой периодичностью снимать показания и далее переводить аппаратуру в ждущий режим;
- для систем учета воды, газа и др. энергоносителей достаточно архивировать измеряемые данные и с некоторой периодичностью их передавать.

Рассмотрим, как изменяется потребляемый ток при периодическом съеме данных в нашем примере. В режиме ожидания датчик выключен и ничего не потребляет, модем настроен на прием и ток его потребления составляет 20мА. В таком состоянии система потребляет не более 20мА. ОРС сервер соблюдает режим радиомолчания. При появлении в эфире несущей частоты радиомодем переходит в режим приема, включает питание датчика и в этом состоянии система находится в режиме приема, ток питания составляет не более 60мА. В моменты передачи данных ток потребления

составляет не более 105мА. Средний ток потребления  $I_c$  [мА] можно подсчитать по формуле:

$$I_c = \frac{I_1 * t_1 + I_2 * t_2 + I_0 * (T - t_1 - t_2)}{T}$$

где:  $I_1$  – ток потребления в режиме приема сигнала, мА

$t_1$  – время нахождения в режиме приема, с

$I_2$  – ток потребления в режиме передачи, мА

$t_2$  – время нахождения в режиме передачи, с

$I_0$  – ток потребления в режиме ожидания, мА

$T$  – период опроса, с

Время нахождения в режиме передачи составляет 0,083с. Время нахождения в режиме приема составляет 0,068с. Таким образом, при периоде опроса в одну минуту средний ток потребления составит 20,1мА, т.е. ток потребления приближается к току потребления в режиме ожидания. В этом случае время работы от той же аккумуляторной батареи составит 2700ч, что в 3,5 раза больше чем при непрерывном режиме работы.

Алгоритм архивирования подразумевает, что передачу данных инициализирует датчик, который после набора данных или через некоторые промежутки времени (например, суточный архив) включает модем и передает сформированный архив данных. В этом режиме ток потребления системы составляет 5мА. Время передачи данных может достигать 680с. При суточном архиве период опроса составляет 86400с. При таком алгоритме работы узла средний ток потребления составит 5,8мА. Следует отметить, что при этом алгоритме сервер из ведущего устройства становится ведомым и передает на датчик короткие ответы о правильно переданных данных. Время работы системы от аккумуляторной батареи составит около 10000 ч или более года, что в 13 раз больше чем при непрерывном опросе.

Применение датчиков давления с цифровым выходом позволяет изменить способы передачи информации и подход к проектированию локальных информационных сетей. Применение новых инновационных



подходов при проектировании датчиков и вторичной аппаратуры, позволяет перейти на новый качественный уровень в вопросах энергосбережения, помехозащищенности, и перейти внедрению технологий с автономным питанием.

#### Литература

- 1 Датчики давления 408. Руководство по эксплуатации 4.08.00.000 РЭ ООО Пьезоэлектрик, Ростов-на-Дону, 49с.
- 2 Руководство по эксплуатации «Риф Файндер RF-801», ООО Альтоника, Москва, 24с.
- 3 М.Соколов «Компоненты для беспроводной передачи данных», Беспроводные технологии №3 2007, Санкт Петербург, стр.14
- 4 А.Сартаков «Особенности и примеры применения радиомодема» Беспроводные технологии №4 2006, Санкт Петербург, стр.45
- 5 Кривченко Т. Zigbee модемы ETRX компании Telegesis, Беспроводные технологии №2(03) 2006 стр.30