

О выборе радиомодема для производственно-технологических сетей сбора данных и дистанционного управления

Анатолий Сартаков, к. т. н.
mars@online.nsk.su

Бурное развитие беспроводных технологий передачи данных, появление на рынке все новых и новых технологических решений и устройств на их основе ставит потенциального потребителя перед нелёгким выбором: какую технологию и какой радиомодем применить для решения своей задачи? В данной статье даются рекомендации по выбору технологии и оборудования для построения беспроводных производственно-технологических сетей сбора данных и дистанционного управления в промышленности, на транспорте, в энергетике, добывающих отраслях, коммунальном хозяйстве, складской деятельности, торговле, банковской сфере. Рассматриваются только технологии и средства малого радиуса действия с упрощенной процедурой регистрации или не подлежащие регистрации в Федеральной службе по надзору в сфере связи. За рамками рассмотрения остаются также радиомодемы сотовых сетей подвижной связи, которые хотя и упрощают задачу построения радиосетей масштаба города или области, но вносят большие задержки в доставку сообщений, часто неприемлемые для технологических процессов, не обеспечивают гарантированную доставку сообщений из-за возможной перегрузки сети и связаны с дополнительными эксплуатационными расходами по оплате услуг оператора сотовой связи.

Критерии выбора технологий и средств малого радиуса действия:

- соответствие между назначением беспроводной технологии и задачей пользователя;
- малое энергопотребление;
- радиус действия радиолинии;
- соответствие особенностям национального регулирования в использовании полос радиочастот на безлицензионной основе.

Беспроводные технологии передачи данных можно условно разделить по размерам области территориального охвата на городские (MAN), локальные (LAN) и персональные (PAN). Развитие беспроводных технологий передачи данных началось с создания технологии Wi-Fi в середине 90-х годов. Wi-Fi является технологией локальных компьютерных сетей LAN. Совершенствование этой технологии шло по пути увеличения скорости

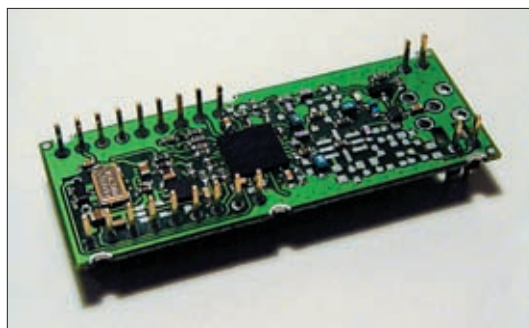


Рис. 1. Радиомодем РМД400-0ЕМ

передачи данных от 1 Мбит/с до 54 Мбит/с. В России Wi-Fi используется двояко: операторами сетей беспроводного доступа в масштабах района, города, области (MAN) и во внутриофисных локальных сетях (LAN).

Технология Wi-Fi обеспечивает беспроводной доступ стационарных и переносных компьютеров. Создатели новой технологии WiMax ставят задачу широкополосного беспроводного доступа мобильных компьютеров в масштабах города и области (MAN) по принципам сотовой связи. WiMax характеризуется еще большей скоростью передачи данных, что стимулируется развитием информационных технологий и глобальной сети Internet.

В конце 90-х годов была предложена технология беспроводной связи Bluetooth, а затем разработан соответствующий стандарт IEEE 802.15.1. Основное назначение Bluetooth – обеспечение беспроводной связи между мобильными телефонами и другими устройствами. Поэтому эта технология ориентирована, прежде всего, на передачу речи (беспроводные гарнитуры, беспроводная телефония), хотя есть и другие профили протоколов: доступ к локальным сетям LAN, удаленный доступ через сотовый телефон, передача файлов. Эфирная скорость передачи данных в Bluetooth — от 1 до 3 Мбит/с, поэтому технология Bluetooth уступает технологии Wi-Fi в пропускной способности при доступе к локальным сетям. С другой стороны, с уменьшением скорости передачи снижается потребляемая мощность, что важно для переносной аппаратуры.

Достижением последних лет стало создание технологии персональных беспроводных сетей (PAN) мониторинга и управления – ZigBee. Физический и MAC уровни ZigBee стандартизованы открытым стандартом IEEE 802.15.4. Протоколы верхних уровней, сетевого и прикладного, стандартизованы открытым стандартом альянса ZigBee. За счёт относительно низкой эфирной скорости передачи и меньшей мощности передатчика достигается высокая экономичность, поэтому технология ZigBee лучше других стандартных технологий подходит для беспроводных датчиков, пультов управления и исполнительных устройств с автономным питанием. ZigBee определяет разную эфирную скорость передачи для разных диапазонов частот. Для нелицензируемого диапазона ISM 2,4 ГГц (Америка и Европа) определена скорость передачи 250 кбит/с и 16 рабочих каналов, для ISM 915 МГц (Америка) – 40 кбит/с и 10 каналов, для ISM 868 МГц (Европа) – 20 кбит/с и один канал.

Перечисленные стандартные технологии беспроводной передачи данных имеют сильные и слабые стороны:

- **Радиус действия.** Устройства Bluetooth предназначены для использования на расстояниях до 10 м, но имеют внутриофисный вариант для расстояний до 100 м. Wi-Fi и ZigBee изначально были предназначены для расстояний до 100 м. Однако ни одна из этих стандартных технологий не обеспечивает необходимую для производственно-технологических сетей дальность радиосвязи (1000–3000 м) на открытом пространстве.
- **Топология.** Bluetooth не является сетевой технологией, а предназначена для соединений master-slave и в этом аналогична проводной технологии USB. В пиковый момент может быть несколько (до семи) slave-устройств и только одно master-устройство (возможно пересечение пиковых на



Рис. 2. Радиомодем PMD400-PRO

устройствах master/slave или slave/slave). Напротив, Wi-Fi является сетевой технологией с вариантами непосредственной связи узлов или через точки доступа. Сетевая технология ZigBee включает топологические варианты Bluetooth и Wi-Fi. Кроме того, она обеспечивает возможность построения сетей (с топологией в виде дерева групп или ячеистой сети), распределенных на большой территории. Связность сети достигается за счет ретрансляции пакетов узлами сети и динамической маршрутизации. Из перечисленных стандартных беспроводных технологий наиболее соответствует задаче построения производственно-технологических сетей сбора данных и дистанционного управления сетевая технология ZigBee.

- **Потребляемая мощность.** По уровню энергопотребления технология Wi-Fi самая неэкономичная. Объясняется это высокой скоростью передачи, относительно большой мощностью передатчиков (100 мВт), необходимой для обеспечения радиуса действия локальной сети в пределах здания, а также большим расходом энергии на служебный радиообмен актуализации данных о структуре сети. Технология Bluetooth занимает промежуточное положение по энергопотреблению. Обусловлено это как промежуточным значением скорости передачи, так и энергосберегающим алгоритмом работы, при котором аппаратура выходит из «спящего» режима только при необходимости обмена данными. Наиболее экономична аппаратура ZigBee, так как она имеет самую низкую скорость передачи и обеспечивает радиус действия до 100 м при малой мощности передатчика. ZigBee имеет также наиболее простой стек протоколов (типичные значения: 4К в минимальном варианте и 32К — в полнофункциональном), что определяет низкое энергопотребление устройства обработки сигналов на микроконтроллере. Поэтому сетевая технология ZigBee и по мощности потребления аппаратуры более других стандартных технологий подходит для построения производственно-технологических сетей сбора данных и дистанционного управления.

Кроме оборудования упомянутых стандартных технологий на российском рынке предлагается оборудование беспроводной передачи данных с фирменными протоколами. Это радио-



Рис. 3. Радиомодем PMD400-SPx

модули и радиомодемы Nanonet фирмы Nanotron, XStream фирмы MaxStream, Wavenis фирмы Coronis Systems. Все перечисленные устройства работают в диапазоне частот 2,4 ГГц. В радиомодулях Nanonet используется расширение спектра методом линейной частотной модуляции и дисперсионные линии задержки на ПАВ для формирования на передаче и свертки сигнала на приеме. В силу ограничений размеров кристалла устройств на ПАВ в радиомодулях Nanonet реализована высокая скорость передачи данных 2 Мбит/с, что обуславливает низкую чувствительность приемника и малый радиус действия радиолинии. В радиомодеме XStream используется псевдослучайная перестройка частоты с низкой скоростью передачи данных. Однако большая дальность радиосвязи достигается в этом радиомодеме не за счет высокой чувствительности приемника, а за счет повышенной мощности передатчика. Энергопотребление XStream также оставляет желать лучшего. Из перечисленных нестандартных технологий по критериям экономичности и радиусу действия наиболее подходит для применения в производственно-технологических радиолиниях технология Wavenis. Однако, так же как и прототипная технология Bluetooth, технология Wavenis не является сетевой технологией.

На российском рынке оборудования беспроводной передачи данных заметное место занимают радиомодемы малого радиуса действия диапазона ISM 433 МГц (см. таблицу). Объясняется это особенностью национального регулирования в использовании полос радиочастот на безлицензионной основе.

Под безлицензионной основой использования полос радиочастот понимается право применения в этой полосе радиоэлектронных средств (РЭС) с определенными техническими характеристиками без регистрации в Федеральной службе по надзору в сфере связи. Перечень таких РЭС с указанием технических характеристик в последней

Таблица . Характеристики радиомодемов малого радиуса действия

Тип радиомодема	MOD433	DFM-10	Невод-5	Риф-Файндер-801	Гамма	Интеграл 433/2400	Спектр 433	РМД400
Производитель	BlueChip	Digades	«Геолинк»	«Альтоника»	«Аксион-Связь»	«Интеграл+»	«Ратос»	КБ «Марс»
Количество частот	8	28	1	1	8	66	до 66	до 128
Скорость передачи в эфире, кбит/с	9,6	4,8	1,2	1,2	9,6	2,4	4,8-76,8	1,2-153,6
Мощность передатчика, мВт	10	10	10/100	10/100	10	10/100	10	10
Чувствительность приемника, дБм	-105	-107	-	-	-105	-	до -108	до -118
Избирательность приемника, дБ	45	40	-	-	45	70	45	41
Потоковый режим	да	нет	нет	нет	да	нет	нет	да
Кодирование с исправлением ошибок	-	-	+	+	-	+	++	++
Ток потребления прием/передача, мА	14/50	50/60	80/150	50/200	40/70	-/250	90/200	35/40
Интервал рабочих температур, °С	-20... +70	-10... +55	-40... +70	-30... +50	-30... +55	-30... +50	-40... +50	-40... +80

редакции утвержден постановлением Правительства РФ от 12 октября 2004 года № 539. РЭС дистанционного управления, охранной сигнализации и оповещения в полосе радиочастот 433,075–434,79 МГц с мощностью передатчика до 10 мВт входят в этот перечень начиная с его первой редакции. Последняя редакция дополнена аналогичными РЭС в полосе радиочастот 868–868,2 МГц и РЭС техно-

логии Bluetooth в полосе радиочастот 2400–2483,5 МГц с мощностью передатчика до 2,5 мВт. РЭС внутриофисных систем передачи данных технологии Wi-Fi, внутриофисных систем технологии Bluetooth (с мощностью передатчика 100 мВт), а также РЭС технологии ZigBee в этом перечне отсутствуют. Более того, если предполагается использовать оборудование Wi-Fi или Bluetooth (Bluetooth мощностью более 2,5 мВт) не во внутриофисной сети (то есть не внутри зданий, закрытых складских помещений и производственных территорий), то кроме регистрации РЭС необходимо еще и получение разрешения на использование радиочастот.

Несмотря на ограничение мощности передатчика радиомодемов диапазона ISM 433 МГц уровнем 10 мВт, они обеспечивают значительно большую дальность связи, чем радиомодемы технологий Wi-Fi и Bluetooth при мощности передатчика 100 мВт и вышеупомянутые радиомодемы нестандартных технологий диапазона ISM 2,4 ГГц (при ограничении мощности передатчика уровнем 10 мВт). Это обусловлено использованием в диапазоне 433 МГц низких скоростей передачи данных и, как следствие, лучшей энергетикой радиоканала. Кроме того, пространственное затухание радиоволн зависит от их частоты — на низких частотах (433 МГц) затухание меньше. Радиомодемы диапазона ISM 433 МГц лучше работают в условиях изменения относительного уровня лучей в многолучевом канале при движении мобильных объектов, оснащенных радиомодемами, или объектов на трассе распростра-

нения радиоволн. Ведь при снижении рабочей частоты эти изменения происходят медленнее, а при снижении скорости передачи данных межсимвольная интерференция лучей становится внутрисимвольной, что способствует устойчивости синхронизации приемника. По экономичности расхода энергии источника питания радиомодемы диапазона ISM 433 МГц превосходят даже радиомодемы технологии ZigBee (несмотря на большую мощность передатчика).

Из всего этого следует вывод: лучшим решением для построения беспроводных производственно-технологических сетей сбора данных и дистанционного управления в российских условиях является применение радиомодемов диапазона ISM 433 МГц. Прогресс в элементной базе привел к появлению на рынке функционально законченных радиомодемов в виде миниатюрных модулей, пригодных для использования в малогабаритных датчиках и пультах дистанционного управления с батарейным питанием. Так, радиомодем РМД400-ОЕМ (см. рис. 1), построенный на микросхеме приемопередатчика СС1020 фирмы Chipcon, выполнен в виде модуля типоразмера DIP40. Альтернативные решения на микросхеме приемопередатчика ХЕ1202 фирмы Хемис (ныне фирма Semtech) имеют сравнимые габаритные размеры, но уступают в дальности радиосвязи по причине низкой чувствительности приемника в диапазоне 433 МГц.

Литература

ww w.kbmars.nm.r u