

БЕСПРОВОДНАЯ СИСТЕМА СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

В.А.Дайнеко, к.т.н., доцент; А.И.Ковалинский, к.т.н., доцент; И.Н.Шаукат, ст. преподаватель (УО БГАТУ)

1. Общие сведения о системах беспроводного дистанционного контроля состояния электрооборудования сельскохозяйственных объектов

Применение беспроводных средств контроля позволяет повысить надежность работы электрооборудования, получить новые возможности управления электроприводами, технологическими установками, получить экономический эффект за счет снижения затрат на приобретение и прокладку проводов, кабелей, линий связи.

Передача данных по радиоканалу во многих случаях надежнее и дешевле, чем передача по коммутируемым каналам и проводным линиям связи [1,2]. В ситуациях, характеризующихся трудоемкостью прокладки кабелей, использование беспроводных, особенно радиосредств для передачи данных, часто является единственным обоснованным вариантом организации связи между объектами и осуществления дистанционного контроля, измерений или защиты электрооборудования.

По ультразвуковому, инфракрасному или радиоканалу можно передавать информацию о температуре обмоток электродвигателей, значениях токов, напряжений, частот вращения и т.д., что позволяет отказаться от традиционной защитной аппаратуры (тепловых реле, защитно-отключающих устройств и т.п.), заменив их простыми измерительными цепями, соединенными с входами приемопередатчиков. Существует большая номенклатура датчиков и аналого-цифровых преобразователей малой стоимости, предназначенных для таких применений [3-7].

Недорогой и устойчивый радиоканал привлекателен тем, что может быть с успехом использован в системе сбора и передачи показаний любого количества территориально расположенных датчиков, которые могут находиться в парниках, теплицах, инкубаторах, птичниках, на элеваторах и прочих объектах агропромышленного комплекса.

Применяя миниатюрные беспроводные средства связи, можно контролировать состояние оборудования в труднодоступных местах. Приемопередатчики, имеющие малое потребление энергии, могут питаться от литиевых элементов питания, срок службы которых составляет 3-5 лет.

Устройства беспроводного контроля с небольшим быстродействием имеют небольшую стоимость, что позволяет устанавливать их на отдельных электроприемниках, электродвигателях, агрегатах машин.

Так как приемная часть устройств беспроводного контроля сопрягается с микропроцессорными контроллерами или непосредственно с ПЭВМ, обеспечивается оперативность контроля, возможность автоматического опроса передатчиков, установленных в зоне приема.

Любая система передачи данных (СПД) может быть описана через три основные компоненты: передатчик, канал передачи данных и приемник. При двухсторонней

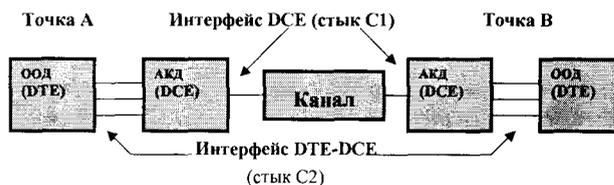


Рис. 1. Типовая система передачи данных

(дуплексной) передаче передатчик и приемник могут быть объединены так, что их оборудование может принимать и передавать данные одновременно. В простейшем случае СПД между точками А и В (рис. 1) состоит из следующих частей:

- окончного оборудования данных (ООД) в точке А;
- интерфейса (или стыка) между окончным оборудованием данных и аппаратурой канала данных;
- аппаратуры канала данных в точке А;
- канала передачи между точками А и В;
- аппаратуры канала в точке В;
- интерфейса (или стыка) аппаратуры канала данных;
- окончного оборудования данных в точке В.

В качестве окончного оборудования может использоваться персональный компьютер, терминал, устройство сбора данных или любое другое оборудование, способное передавать и принимать данные.

Аппаратуру канала данных также называют аппаратурой передачи данных (АПД). Широко используется международный термин DCE (*Data Communication Equipment*). Функция DCE состоит в обеспечении возможности передачи информации между двумя или большим числом ООД (DTE) по каналу определенного типа. Для этого DCE должен обеспечить соединение с DTE, с одной стороны, и с каналом передачи – с другой. DCE может являться *модемом* (сокращенное название устройства, осуществляющего процесс *Модуляции/Демодуляции*).

Модуляцией называется процесс изменения одного или нескольких параметров выходного сигнала по закону входного сигнала. При этом входной сигнал модема, как правило, цифровой и является модулирующим.

В большинстве случаев модемы используются для передачи данных компьютерам по проводной сети, в том числе по коммутируемой телефонной. Важную роль во взаимодействии DTE и DCE играет их интерфейс, который состоит из входящих – исходящих цепей в DTE и DCE, разъемов и соединительных кабелей.

Радиомодемы часто называют *пакетными контроллерами* по причине того, что в их состав входит специализированный контроллер, реализующий функции обмена данными между компьютером и доступа к радиоканалу. Радиомодемы ориентированы для работы в едином радиоканале со многими пользователями.

Типичная станция пакетной связи включает в себя компьютер, собственно радиомодем (TNS) и приемопередатчик (рис.2).

Компьютер взаимодействует с радиомодемом посредством одного из известных интерфейсов DTE – DCE. В



Рис.2. Состав станции пакетной связи

основном применяется последовательный интерфейс RS-232. Передаваемые из компьютера в радиомодем данные могут быть либо командой, либо информацией, предназначенной для передачи по радиоканалу.

Применение радиомодемов для управления электрооборудованием оправдано при больших расстояниях между объектами и станцией управления, диспетчерским пунктом. При управлении простыми объектами, расположенными на расстоянии десятков и сотен метров, должны использоваться простые и дешевые средства беспроводного контроля, стоимость которых

значительно ниже стоимости контролируемого оборудования. Эти устройства должны быть миниатюрными, экономичными, способными функционировать от автономных источников питания малой мощности.

Если не требуется обмена информацией между средствами контроля и компьютером, может использоваться односторонняя связь. При этом на контролируемом объекте монтируется только передатчик, а вся информация может приниматься одним приемником. Обработка информации производится при помощи микроконтроллера или ПЭВМ, которые идентифицируют объект, с которого получен сигнал [2,6].

При беспроводном управлении возможны ситуации, когда нужно просто коммутировать объекты на расстоянии по командам оператора или программно-временного устройства. В этом случае на исполнительных механизмах устанавливаются только приемники, управляемые многоканальным передатчиком, кодируемым контроллером или компьютером.

2. Обзор технических средств беспроводного дистанционного контроля

В настоящее время широкое распространение получили функционально-законченные модули фирмы “Telecontrolli”, работающие в ИК, ультразвуковом и радиодиапазоне (200 – 1000 МГц), а также микроконтроллеры фирмы “Microchip” rPIC12F675, rRXD0420. [7].

Модули “Telecontrolli” применяют в промышленных и бытовых системах сбора данных с различного рода датчиков (температуры, давления, влажности, уровня и т.п.) в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) или автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). Датчики в таких системах могут быть расположены в труднодоступных местах, где сложно проложить кабель.

Радиочастотные модули с низким потреблением электроэнергии – это удобное и сравнительно дешевое решение проблемы. Например, выпускают приборы для учета расхода воды и тепла с радиоканалом [4], при этом продолжительность работы батареи питания составляет

1. Характеристики модуля RR3-433,9

Параметр	минимальное значение	номинальное значение	максимальное значение
Напряжение питания, В	4,5	5	5,5
Потребляемый ток, мА	2,0	2,5	3,5
Рабочая частота, МГц	200	433,9	450
Полоса частот, МГц		+/- 2	+/-3
Чувствительность, дБм	- 100	- 105	

не менее трех лет. Получают распространение модули передачи данных по силовой сети (Power Line Modem).

На основе радиочастотных модулей выполняют системы дистанционного управления, учета и контроля.

Радиочастотные компоненты выпускаются 3-х видов – приемники, передатчики и совмещенные двух-диапазонные приемопередатчики. Приборы предназначены для работы на частотах 315, 866 и 433 МГц.

Микросхемы для передачи данных по радиоканалу представляют собой передатчики и приемники, работающие в полосе частот 303...433 МГц. Для снижения энергопотребления в “ждущем” режиме предусмотрен вход EN разрешения работы генератора и синтезатора. Девиация частоты генератора составляет плюс - минус 30 кГц, а точность настройки модуля передатчика RT 4 “Telecontrolli” 25 кГц. Типовая схема построения передатчика RT1 фирмы “Telecontrolli” показана на рис.3, а; общий вид модуля на рис.3,б.

Схема радиоприемника RR10 “Telecontrolli” приведена на рис.4,а; общий вид модуля – на рис. 4,б.

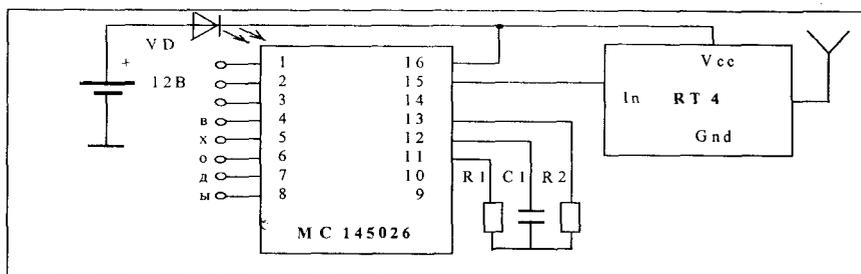
Технические характеристики радиоприемного модуля RR3-433,92 приведены в таблице 1.

Микросхемы “Telecontrolli” можно применять для простых систем передачи данных. Их преимущества – функциональная законченность и возможность применения в сочетании с простейшими системами модуляции – демодуляции.

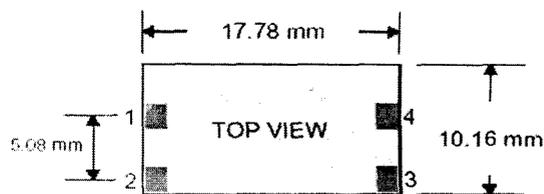
Значительно большие возможности имеют современные микросхемы фирмы “Microchip”, сочетающие в одном кристалле микропроцессорный PIC-контроллер, приемник или передатчик.

Например, микроконтроллер rfPIC12F675 объединил в себе все достоинства FLASH ядра популярного контроллера PIC12F675 и УКВ-передатчик с синтезатором частоты и кварцевой стабилизацией. Частота передатчика формируется умножением на 32 частоты внешнего кварца. Это позволяет использовать недорогие низкочастотные кварцы, минимизировать число компонентов и избавиться от проблем с настройкой ВЧ-тракта. Передатчик контроллера rfPIC12F может формировать сигнал как с частотной (FSK), так и амплитудной (ASK) манипуляцией. Регулируемая выходная мощность от 6 до – 15 dBm позволяет обеспечить требуемую дальность, а вход выключения передатчика – оптимизировать потребление системы с батарейным питанием. Входной каскад передатчика позволяет осуществить непосредственное подключение рамочной антенны, выполненной в виде печатного проводника.

Возможность прерываний по изменению состояний входов позволяет контроллеру находиться в режиме микропотребления SLEEP и только при изменении состояния входа включать передатчик и передавать необходимую ин-

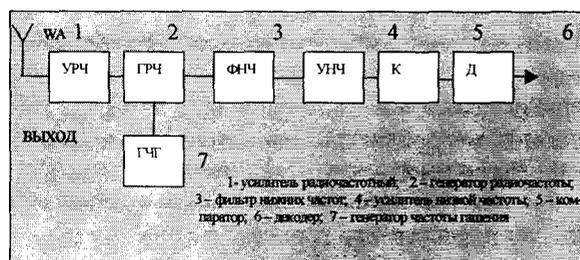


а)



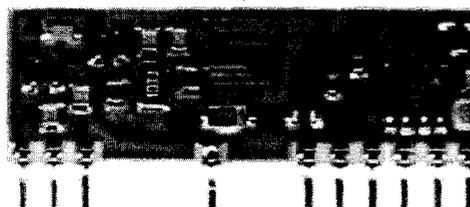
б)

Рис.3. Типовая схема включения (а) и общий вид и габаритные размеры (б) модуля передатчика RT 4 “Telecontrolli”



RR-10-433,92

а)



б)

Рис.4. Схема (а) и общий вид (б) модуля радиоприемника RR10

формацию. Этот прием позволяет существенно продлить ресурс работы устройств с автономным питанием. Наличие встроенного четырехканального 10-разрядного АЦП и аналоговый компаратор существенно расширяют область применения контроллера и позволяют построить законченную систему сбора информации с использованием только одной микросхемы [5].

Для макетирования и отладки устройств на микроконтроллерах «PIC» применяются контроллеры-конструкторы.

Отладочный комплект (rfPIC Development (DV164102), в состав которого входит программатор PICrit FLASH Starter Kit), модули передатчиков и приемников 433,92 МГц и 315 МГц, программное обеспечение и документация, предназначен для макетирования и отладки устройств дистанционной передачи данных на базе микросхем

rfPIC12F675 (контроллер с передатчиком) и rfRXD0420 (приемник) [2,5].

Выбор частоты информационного канала производится в соответствии с действующим законодательством.

Для применений в условиях Республики Беларусь следует выбирать приемопередатчики диапазона 433 МГц. Это связано с тем, что, согласно решению № 64 от 01.03. 2000 г. «О выделении полосы частот 433,050-434,790 МГц для маломощных радиостанций», разрешено использование полосы частот 433,050 – 434,790 МГц юридическими и физическими лицами для разработки, производства, ввоза из-за границы и эксплуатации маломощных средств связи. Регистрации и получения разрешений на эксплуатацию таких радиостанций не требуется.

Проведенный обзор технических средств беспроводного контроля показывает, что в настоящее время рынок насыщен разнообразными устройствами беспроводного контроля, технические характеристики которых позволяют применять их для контроля и управления электрооборудованием сельскохозяйственных объектов. Стоимость устройств с небольшой скоростью обмена с компьютером не превышает 20 ... 30 тыс. рублей, что делает их использование экономически оправданным. Многие средства беспроводного контроля представляют собой законченные функциональные модули, практически готовые к применению. Большинство из них обеспечивают связь с компьютером или контроллером. Для их применения не требуется разрешения служб контроля радиопомех, так как мощность их передатчиков не превышает нескольких милливатт. Важным достоинством таких устройств является малое собственное потребление энергии, что позволяет питать приемопередатчики от автономных источников питания (например, литиевые батареи питания напряжением 3 В обеспечивают функционирование современных устройств беспроводной передачи данных в течение 3 – 5 лет).

Из вышесказанного следует, что, применяя беспроводные средства передачи данных и устройства дистан-

ционной идентификации объектов, можно полностью отказаться от проводных линий связи между контролируемыми объектами и устройствами управления и защиты электрооборудования. Надежность работы электрооборудования при этом существенно повышается, так как значительное число отказов оборудования происходит из-за обрывов и замыканий линий связи. В ряде случаев стоимость линии проводной связи оказывается дороже канала беспроводной связи.

Таким образом, в результате проведенного обзора и анализа полученной информации можно сделать вывод о несомненной актуальности разрабатываемой проблемы.

3. Беспроводная система передачи данных на основе модулей «Telecontrolli»

Авторами разработана недорогая система передачи данных о состоянии электрооборудования и сельскохозяйственных объектов по радиоканалу на основе модулей «Telecontrolli».

Принципиальная электрическая схема передающего блока приведена на рис.5. Микросхема DA2 представляет собой функционально законченный передающий модуль, обеспечивающий передачу сигнала на частоте 433,12 МГц на расстояние до 250 м. Рассмотрим вариант схемы с датчиком температуры на входе.

Сумматор на операционном усилителе DA1 предназначен для согласования напряжения на выходе датчика температуры с входом преобразователя «напряжение - частота» на микросхеме DD1. Частота импульсов, поступающих с выхода DD1 на модулирующий вход передающего модуля DA2, пропорциональна температуре датчика. Линейное изменение частоты обеспечивается в диапазоне температур от 0 до 125 °С, причем нелинейность преобразования не превышает 0,1%.

Приемный блок (рис.6) состоит из сверхрегенеративного приемника (модуль DA1), настроенного на частоту 433,92 МГц и преобразователя «частота - напря-

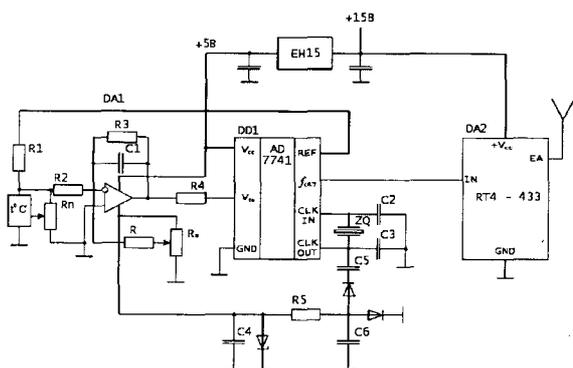


Рис. 5. Принципиальная электрическая схема передающего блока

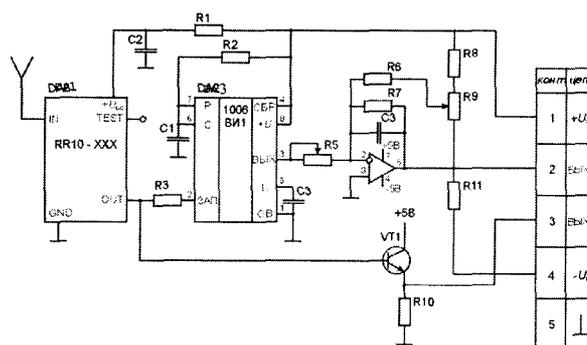


Рис. 6. Принципиальная электрическая схема приемного блока

жение» на микросхемах DA2, DA3.

Приемный блок имеет два выхода: аналоговый (вых. 1) и частотный (вых. 2). Прямоугольные импульсы с частотой, пропорциональной температуре датчика, с выхода приемного модуля DA1 поступают на базу транзистора VT1, включенного по схеме с общим коллектором, и с эмиттера этого транзистора поступают на выход 3 разъема (вых. 2). Аналоговый сигнал в виде напряжения U , пропорционального частоте f , а, следовательно, температуре, формируется преобразователем « $f-U$ » на микросхемах DA2, DA3. Микросхема DA2 - интегральный таймер, включенный по схеме одновибратора и предназначенный для формирования импульсов постоянной длительности. Эти импульсы поступают на вход функционального преобразователя на основе интегратора (DA3), напряжение U на выходе которого пропорционально частоте f на входе. Наклон и смещение статической характеристики преобразователя « $f-U$ » устанавливаются резисторами R5, R9.

Благодаря небольшим размерам и массе передающего блока, он может монтироваться в труднодоступном месте, встраиваться внутрь оболочки контролируемого объекта (например, в клеммную коробку электродвигателя). Передающая и приемная антенны могут выполняться в виде рамки на печатной плате или в виде шты-

ря длиной 17,3 см.

На вход передающего блока могут подключаться различные аналоговые датчики. Цифровые датчики могут подключаться к входу передатчика через микропроцессорные устройства, например, через PIC - контроллеры [2,5].

Разработанное устройство испытывалось при колебании температуры окружающей среды от 0 °С до 75 °С, сохраняя работоспособность, причем погрешность измерения температуры не превышала 0,5 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Латуенко О.И. Модемы. Справочник пользователя. - Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 1997. - 364 с.
2. Журнал "Современные технологии автоматизации", № 3, 1999. - С. 34-47.
3. Информационный каталог "Гамма Санкт-Петербург", 2001. - С. 22-24.
4. Журнал "Компоненты и технологии", № 4, 2002. - С.126-127.
5. Transmitter Module rfPIC12F675/Internet: <http://www.crystele.com>, Microchip Technology Inc, 2003.
6. Современные технологии автоматизации. №1, 2001. - С.57.
7. Web Site: <http://www.telecontrolli.com>.

УДК:631.333.83

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛОЖЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Д. Г. Зубович, ст. преподаватель (УО БГАТУ)

В современном земледелии одним из основных резервов увеличения урожайности сельскохозяйственных культур является применение минеральных удобрений, а одним из путей повышения их эффективности - совершенствование способов внесения. С этой целью изучаются и отрабатываются в широких масштабах приемы локального внесения основных доз минеральных удобрений в различных почвенно-климатических условиях страны при выращивании растений по индустриальным и интенсивным технологиям. Поэтому одним из путей снижения себестоимости и увеличения урожайности продукции является локализация удобрений.

Удобрения играют решающую роль в интенсификации картофелеводства, обеспечении высоких урожаев и хорошего качества клубней в конкретных почвенно-климатических условиях. Для этого требуется соблюдение оптимальных норм, сроков и способов внесения, использования наиболее пригодных видов и форм удоб-

рений, которые определяются для каждого хозяйства в зависимости от гранулометрического состава и плодородия почв, планируемой урожайности и особенностей вносимых удобрений. В зависимости от типа почв, ее гранулометрического состава и климатических условий клубни при посадке заделываются на разную глубину: чем влажнее и холоднее климат, тем мельче посадка и, наоборот, чем суше - тем глубже. Поэтому должна меняться глубина внесения и доза минеральных удобрений, так как усвояемость их на таких почвах разная. Высота гребней также зависит от почвенно-климатических условий. Для тяжелых суглинистых и торфяно-болотных почв гребни нарезаются как можно выше. На легких суглинках они должны быть невысокие, чтобы почва не пересыхала и клубни не испытывали недостатка влаги.

Внесение удобрений локальным способом базируется на использовании комбинированных машин,