

Аналоговые датчики температуры, влажности и давления

Владимир Бартнев, Максим Бартнев (Москва)

В статье приводятся характеристики современных наиболее распространённых датчиков температуры, влажности и давления. Особое внимание авторы уделяют проблеме удалённого мониторинга этих датчиков на распределённых объектах в масштабируемых АСУ ТП.

ВВЕДЕНИЕ

Измерение температуры, влажности и давления становится всё более актуальным как в современных научных исследованиях, так и в промышленном производстве. Измерение этих параметров имеет огромное значение в среде обитания человека и в медицине. Об этом и о существенном росте сбыта датчиков в последние годы говорилось в статье [1]. Хотя основные способы измерения температуры, влажности и давления известны давно, успехи современной электроники создали за последнее десятилетие благоприятные условия для существенного совершенствования характеристик датчиков этих важных параметров. Одновременно для этих задач появились специализированные АЦП, что упростило высокоточное преобразование аналоговых сигналов от датчиков в цифровой код, а разнообразные интерфейсные решения позволили не только повысить помехозащищённость каналов измерения этих параметров, но и обеспечить их удалённый мониторинг на распределённых объектах.

В статье рассмотрены характеристики основных представителей семейств датчиков температуры, давления и влажности, выпускаемых известными фирмами, и выделены наиболее актуальные области их применения.

ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ

Что же нового появилось в измерении температуры? Революционным событием явилось появление в последнем десятилетии нового класса интегральных микросхем – монолитных цифровых датчиков температуры. Главным их отличием является прямое преобразование температуры в цифру на одном кристалле (т.е. не требуется внешнее АЦП), возможность калировки и коррекции характеристик в процессе изготовления, возможность адресации большого числа цифровых датчиков, работающих на одной шине за счёт встроенного интерфейса. Однако интегральные цифровые датчики позволяют измерять температуру только до 150°C, т.к. изготовлены они на кремниевой основе. Работа с такими датчиками подробно рассмотрена в статьях [2, 3].

Рассмотрим аналоговые датчики для измерения температуры в расширенном диапазоне значений, которые в науке и технике востребованы гораздо в большей степени. Это термопреобразователи сопротивления (ТПС) и термоэлектрические преобразователи, или термопары. В ТПС для измерения температуры используется свойство изменения сопротивления проводника тока при изменении температуры, а в термопарах применяется свойство изменения термо-эдс,

возникающей на спае разнородных металлов, при изменении температуры. В табл. 1 приводятся сравнительные характеристики датчиков температуры этих двух типов.

Рабочий диапазон температур и других характеристик во многом зависит от применяемых металлов и сплавов. Так, в качестве металлов для ТПС используются в основном платина (до 750°C) и медь (до 150°C). Термопары изготавливаются из платино-родиевых (до 1700°C), хромель-алюмелевых (до 1100°C) или хромель-копелевых (до 700°C) сплавов.

В настоящее время наблюдается внедрение высоких технологий при изготовлении термопар и ТПС. Например, при изготовлении термоэлектрических преобразователей стал широко использоваться так называемый термопарный кабель. Он представляет собой гибкую металлическую трубку с размещёнными внутри неё одной или двумя парами термоэлектродов. Пространство вокруг термоэлектродов заполнено уплотнённой минеральной изоляцией. Термоэлектроды термопарного кабеля со стороны рабочего торца соединяются между собой лазерной сваркой, образуя рабочий спай, который заглушен приваренной стальной пробкой (рис. 1). Термопарный кабель выпускается за рубежом (марка Pyrotex) [4] и в России (марки КТМС и КТМСп) [5] с минеральной изоляцией.

Использование термопарного кабеля для производства термопреобразователей позволило повысить следующие потребительские качества по сравнению с термопарами традиционного исполнения:

- повышены в 2...3 раза термоэлектрическая стабильность и рабочий ресурс при сравнимых рабочих условиях;
- появилась возможность изгибать, укладывать в труднодоступные места, приваривать, припаивать или просто прижимать датчик к поверхности для измерения её температуры;
- уменьшился показатель тепловой инерции, позволяющий применять

Таблица 1. Характеристики аналоговых датчиков температуры широкого применения

Характеристика	ТПС	Термопара
Диапазон температур, °C	-200...+750	-200...+1700
Точность, °C	±(0,01...1)	±(1...10)
Тепловая инерция, с	10...30	50...150
Стабильность	Очень высокая	Высокая
Взаимозаменяемость без калировки	Имеется	Не имеется
Линейность	Хорошая	Средняя
Чувствительность	Высокая	Низкая

термопары при регистрации быстропротекающих процессов;

- блочно-модульное исполнение термопреобразователей в защитных чехлах обеспечивает дополнительную защиту электродов от воздействия рабочей среды и оперативную замену чувствительного элемента;
- конструкция имеет хорошую технологичность, малую материалоемкость и обеспечивает универсальность применения в различных условиях эксплуатации.

Сравнительные испытания термопар нового типа показали, что дрейф термо-эдс кабельной термопары хромель-алюмель (КТХА) при температуре 800°C за 10 000 ч составляет примерно 80...85 мкВ, тогда как у обычной термопары типа хромель-алюмель (ХА) с диаметром электродов 0,7 мм – 200 мкВ. Повышенная стабильность обусловлена дополнительной защитой термоэлектродов от воздействия рабочей среды. В нашей стране и за рубежом почти на всех атомных электростанциях применяют кабельные термопары. Применение кабельных термопар ТХА(ХК)-2076 с максимальной длиной погружаемой части до 16 м позволило повысить точность измерения температуры в 4 раза по сравнению с ранее применявшимися обычными термопарами. Ресурс увеличен в 2,5 раза, инерционность уменьшена в 4,5 раза [6].

Приведём характеристики отечественных термопарных кабелей. Термопарные кабели КТМС(ХА), КТМС(ХК), КТМСп(ХА), КТМСп(ХК) предназначены для изготовления кабельных термоэлектрических преобразователей (термопар), которые используются для измерения температуры от -50 до +800°C с жилами из сплавов хромель-Т-копель и от -50 до +1000°C с жилами из сплава хромель-Т-алюмель. Кабель состоит из термоэлектродных жил, которые заключены в оболочку из нержавеющей стали марок 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т или сплава марки ХН78Т. Термоэлектродные жилы расположены параллельно и изолированы минеральной изоляцией – периклазом или окисью магния. Одножильные термоэлектродные кабели сделаны из сплавов хромель Т, алюмель, копель. В двухжильном кабеле одна жила сделана из сплава хромель Т, другая – из сплава алюмель или копель. В четырёхжильном кабеле две жилы – из

сплава хромель Т и две другие жилы – из сплава алюмель или копель.

В изготовлении ТПС также наблюдается заметный прогресс. Прежде ТПС изготавливались путём намотки на керамический каркас платиновой или медной проволоки. В настоящее время резистор для ТПС изготавливается из тонкой плёнки металла, напылённого на керамическую подложку. С помощью лазерной подгонки сопротивление резистора (датчика) доводится до номинального значения с высокой точностью (0,001%). При этом если сопротивление проволочных резисторов (например, платиновых) составляет 50 или 100 Ом, то для тонкоплёночных резисторов легко достигаются значения 500, 1000 и даже 10 000 Ом. Тонкоплёночная конструкция ТПС позволила улучшить такие характеристики ТПС, как точность измерения, линейность, чувствительность, тепловая инерция, долговременная стабильность. Тонкоплёночные ТПС приобрели такое привлекательное качество, как взаимозаменяемость без дополнительной калибровки. При всех своих преимуществах тонкоплёночные ТПС дешевле своих проволочных аналогов.

В табл. 2 приведены характеристики тонкоплёночных платиновых ТПС семейства НRТS фирмы Honeywell [7]. Они предназначены для измерения температуры поверхности в диапазоне -200...+480°C. Конструктивно ТПС оформлены в металлических и керамических корпусах с тефлоновыми выводами (рис. 2).

В последнее время весьма популярными стали тонкоплёночные бескорпусные платиновые ТПС фирмы Heraeus Instruments [8]. Многие фирмы используют бескорпусные ТПС, размещая их в различных корпусах и контейнерах.

Платиновые датчики семейства НМ фирмы Heraeus Instruments характеризуются стабильной работой в широком диапазоне температур и имеют сопротивление 100, 500, 1000 Ом (НМ1020) и 10 000 Ом (НМ622) при 0°C. Диапазон рабочих температур для НМ1020 от -70°C до +400°C, для НМ622 верхняя граница диапазона доходит до +500°C. Самонагрев не превышает 0,3 мВт/°C при рабочем токе от 0,1 до 0,7 мА. Датчики выпускаются на керамической подложке с проволочными выводами длиной 10 мм. Габариты датчиков семейства НМ показаны на рис. 3.



Рис. 1. Устройство термопарного кабеля



Рис. 2. Внешний вид датчиков температуры фирмы Honeywell

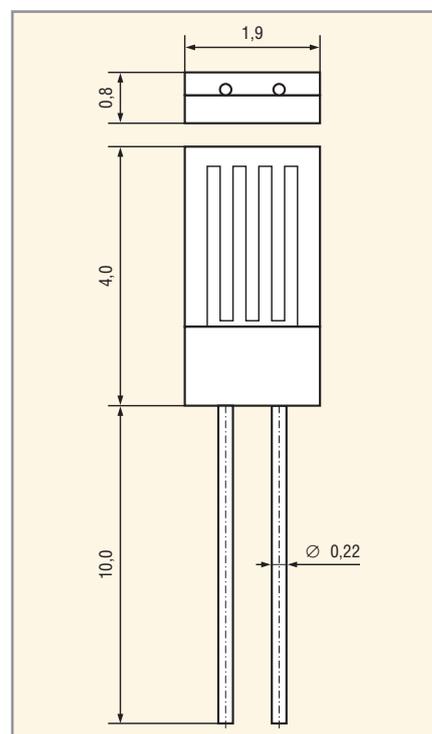


Рис. 3. Габариты датчиков семейства НМ

Датчики влажности

Датчики влажности, использующие психрометрический метод, основанный на измерении температур сухого и

Таблица 2. Характеристики тонкоплёночных ТПС семейства НRТS фирмы Honeywell

Материал ТПС	Платина
Сопротивление, Ом	1000
Диапазон рабочих температур, °C	-200...+480
Постоянная времени (тепловая инерция), типовая, с	20
Напряжение питания, постоянное, В	4,0...9,0
Ток потребления, типовой/макс., мА	1/2
Самопрогрев, типовой, мВт/°C	0,3

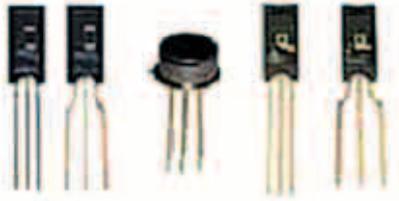


Рис. 4. Внешний вид датчиков влажности семейства НИН

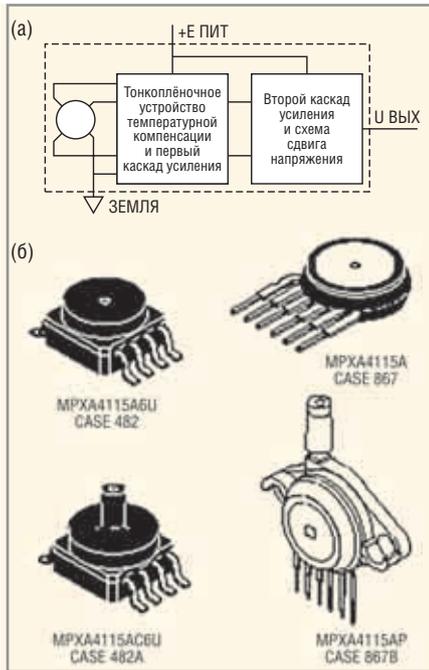


Рис. 5. Структурная схема (а) и внешний вид датчиков MPX4115 в различных корпусах (б)

влажного термометра, ушли в прошлое, и теперь для измерения влажности применяются интегральные датчики влажности нового типа, в которых чувствительным элементом является многослойная конденсаторная структура с платиновыми электродами и специальной полимерной изоляцией. Фирма Honeywell выпускает множество моделей таких датчиков семейства НИН [7]. В табл. 3 приведены обобщённые параметры датчиков влажности семейства НИН (НИН3602, НИН3605 и НИН3610), а на рис. 4 показан их внешний вид.

Таблица 3. Обобщённые параметры датчиков влажности семейства НИН фирмы Honeywell

Диапазон измеряемой относительной влажности, %	0...100
Погрешность измерения, % RH	2
Погрешность взаимозаменяемости, %	5
Постоянная времени, макс., с	50
Напряжение питания, постоянное, В	4,5...5,8
Ток потребления, макс., мА	2
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+85

Датчики влажности емкостного типа семейства НИН снабжаются интегральными схемами, формирующими выходное напряжение, пропорциональное измеряемой относительной влажности. Лазерная подгонка параметров и калибровка элементов этих интегральных схем обеспечивает высокую точность измерения влажности и взаимозаменяемость датчиков. В табл. 4 приведены характеристики наиболее популярного и экономичного датчика влажности НИН-3610, предназначенного для измерения относительной влажности воздуха и других газов.

Некоторые фирмы выпускают совмещённые датчики влажности и температуры. В частности, немецкая фирма S+S Regeltechnik [9] предлагает широкий выбор датчиков влажности воздуха внутри или вне помещений семейств RFF и AFF. Аналогичные датчики семейств RFTF и AFTF позволяют измерять влажность и температуру. В них сигналы чувствительного элемента емкостного типа HC1000/HC200 преобразуются в нормализованные сигналы (0...10 В или 4...20 мА). Для измерения температуры используется платиновый датчик PT1000. В табл. 5 приведены технические характеристики датчиков этих семейств.

Датчики давления

На смену традиционным датчикам давления пришли интегральные пьезорезистивные датчики, изготовленные на базе монокристаллического кремния. Их отличает высокая точность и долговременная стабильность, отсутствие вариации, устойчивость к ударным и знакопеременным нагрузкам. Они включают в себя датчики абсолютного и избыточного давления. Первые датчики такого типа стала производить фирма Motorola [10], в дальнейшем передавшая их производство фирме Freescale Semiconductor [11]. Погрешность интегральных датчиков в диапазоне температур 0...85°С не превышает 0,5%.

Датчики фирмы Freescale Semiconductor представлены рядом семейств. Среди новинок отметим датчики давления MPVZ4006/5004/5010. Нижняя граница диапазона измеряемых давлений начинается с 4, 6 и 10 кПа соответственно. Они особенно эффективны для измерения уровней жидкости.

Датчик MPX4115 отлично подходит для измерения абсолютного давления

в метеорологии. Его отличает широкий диапазон измеряемого давления (15...115 кПа), достаточно высокая точность в диапазоне температур 0...85°С (не хуже 1,5%), наличие температурной компенсации во всём диапазоне рабочих температур -40...+125°С. Напряжение питания 4,85...5,15 В, ток потребления 7...10 мА. Выходное напряжение 0,135...4,863 В, чувствительность 49,5 мВ/кПа. Время отклика 20 мс. На рис. 5 изображена структурная схема датчиков MPX4115 и их внешний вид в разных корпусах.

Рассмотрим также датчики давления фирмы S+S Regeltechnik семейства SHD [9]. Они используются для измерения давления газов или жидкостей. Измеряемое давление преобразуется в аналоговые сигналы 0...10 или 4...20 мА. Диапазоны измеряемого давления от 0...0,6 до 0...60 бар (максимальный диапазон). В промежутке от 0,6 до 60 бар имеется ещё семь градаций верхней границы диапазона измеряемого давления: 1, 2,5, 6, 10, 16, 25 и 40. Мембрана датчика выполнена из нержавеющей стали. Она обеспечивает герметичность датчика. Диапазон рабочей температуры -40...+100°С. Измерительный элемент – тонкоплёночный пьезорезистор. Напряжение питания постоянное 12...32 В при нагрузке 100...1100 Ом соответственно для токового выхода 4...20 мА с двухпроводным подключением и 14...32 В при нагрузке 10 кОм для выхода по напряжению 0...10 В с трёхпроводным подключением. Время реакции 1,5 мс. Класс точности 0,5%. Суммарная погрешность не превышает 3%. Сопротивление изоляции 100 МОм. Класс защиты IP65-68. Двукратное превышение максимально допустимого значения измеряемого давления не выводит датчик из строя.

Широкую номенклатуру датчиков, измеряющих давление от 10 мбар до 2000 бар, выпускает фирма Bdsensors [12]. Приведём, в частности, характеристики датчика DMP331, предназначенного для измерения абсолютного и избыточного давления в диапазоне 0,04...40 бар с погрешностью не больше 0,35%. Это датчик общепромышленного применения для контроля технологических процессов. Он имеет низкое энергопотребление от источника питания 6...15 В и стандартные выходные сигналы: 4...20 мА при токовом выходе и 0...5 или 0...10 В при выходе по напряжению по трёхпро-

водной схеме. Датчик имеет низкую температурную зависимость, высокую линейность и долговременную стабильность характеристик, компактную и прочную механическую конструкцию в корпусе из нержавеющей стали для тяжелых условий эксплуатации. Класс защиты IP65-68.

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛОГОВЫХ ДАТЧИКОВ В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

В измерительных системах сигнал аналоговых датчиков претерпевает несколько этапов преобразования. Сначала он усиливается и масштабируется, далее в АЦП оцифровывается и затем передается по интерфейсу в контроллер или компьютер. Однако грани между этими этапами преобразования сигнала датчиков начинают стираться. При этом в конструкциях новых аналоговых датчиков проявляются следующие тенденции.

Во-первых, современные датчики зачастую на выходе уже имеют нормированные сигналы в виде тока или напряжения, пропорциональные измеряемой величине, и поэтому не требуют усиления и масштабирования. Во-вторых, разработаны 2-, 3- и 4-проводные схемы подключения аналоговых датчиков непосредственно к аналого-цифровым преобразователям (АЦП) без масштабирования и усиления. В-третьих, появились более совершенные высокоразрядные (до 24 бит) АЦП, имеющие специализированные 2-, 3- и 4-проводные аналоговые входы и встроенные источники опорного напряжения и тока [13]. И, наконец, ещё одна характерная тенденция – это появление разнообразных специализированных цифровых интерфейсов, по которым передаются цифровые сигналы аналоговых датчиков, что особенно важно при мониторинге большого числа датчиков в распределённых масштабируемых системах.

Проиллюстрируем сказанное. 24-битные АЦП AD7710/7711/7712 фирмы Analog Devices специально предназначены для работы с ТПС и термопарами. Они имеют один дифференциальный аналоговый вход и два аналоговых входа с каналами, имеющими программируемое усиление, НЧ-фильтр с программируемой частотой среза, двунаправленный последовательный интерфейс и низкое энергопотребление (не более 25 мВт, а в режиме ожидания – 7 мВт). Микро-

схемы имеют встроенные источники тока для ТПС и могут работать от одного или двух источников питания.

АЦП AD7730 предназначен для подключения к мостовым схемам, используемым с пьезорезистивными датчиками для измерения давления. Они имеют два дифференциальных аналоговых входа с программируемым усилением, на которые можно подавать четыре однополярных или двухполярных напряжения в диапазонах до ± 10 , ± 20 , ± 40 и ± 80 мВ. АЦП питается от одного источника питания +5 В, имеет средства автономной калибровки, при этом дрейф нуля не превышает 5 нВ/°С. Трёхпроводный последовательный интерфейс обеспечивает двунаправленную связь с цифровым сигнальным процессором

или контроллером. На рис. 6 показана структурная схема АЦП.

При проектировании распределённых систем сбора данных о температуре, влажности и давлении, например, в задачах энергосбережения, требуется обеспечение контроля большого числа аналоговых датчиков, установленных на различных контролируемых объектах. Для построения таких сложных масштабируемых систем между их узлами (снабжёнными контроллерами), к которым непосредственно подключаются через цифровой интерфейс множество разных датчиков, и удалёнными серверами OPC (OLE for Process Control), предназначенными для взаимодействия с системами диспетчерского управления и сбора дан-

Таблица 4. Характеристики экономичного датчика влажности модели НН-3610

Корпус	SIP
Точность, % RH*	$\pm 2^{**}$
Взаимозаменяемость, типовая, % RH	± 5 для 0...60%; ± 8 для 0...90%
Линейность, типовая, % RH	$\pm 0,5$
Гистерезис от максимального промежутка, %	$\pm 1,2$
Повторяемость, % RH	$\pm 0,5$
Отклик при 25°С, с	15 ^{***}
Стабильность, типовая, % RH	$\pm 1^{****}$
Напряжение питания, постоянное, В	4,0...5,8
Ток потребления, типовой, мкА	200
Диапазон относительной влажности, %	0...100
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+85
Особенности применения	Чувствительность к свету, требуется защитный экран

* RH – Relative Humidity (относительная влажность).

** При 25°С и напряжении питания 5 В.

*** В малоподвижном воздухе.

**** При относительной влажности 50% за 5 лет.

Таблица 5. Технические характеристики датчиков семейств RFF/AFF и RFTF/AFTF

Диапазоны измерения влажности и температуры, % RH/°С	0...100/0...50 (RFTF), -20...+80 (AFTF)
Тип подключения	2-, 3-, или 4-проводное, клеммное
Способ крепления	Установка на стену или на монтажное основание
Напряжение питания для моделей с выходом по напряжению, постоянное/переменное, В	15...35/24 20...28 при сопротивлении 500 Ом / –
Напряжение питания для моделей с токовым выходом, постоянное, В	11...28 при сопротивлении 50 Ом
Выход, В/мА	0...10/4...20 ^{**}
Диапазон рабочей влажности, % RH	10...90
Погрешность измерения относительной влажности, % RH	$\pm 3^{***}$
Погрешность измерения температуры, °С	$\pm 0,3$ (выход по напряжению); $\pm 0,5$ (токовый выход)
Класс защиты по DIN40050	IP 30 – RFTF, IP 40 – AFTF

* Для сопротивления 500 Ом.

** На выход по напряжению или току указывает суффикс U или I в обозначении модели.

*** В диапазоне влажности 40...60% при 20°С.

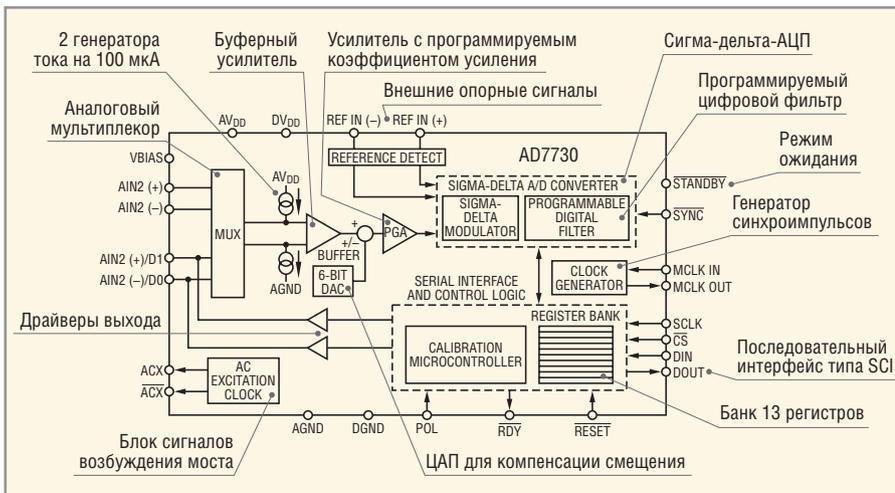


Рис. 6. Структурная схема АЦП AD7730

ных (SCADA), целесообразно ввести оснащённые GSM-модемами дополнительные звенья. Они должны быть рассредоточены по территории города таким образом, чтобы каждый GSM-модем мог наиболее эффективно использовать ресурсы ближайшей к нему сотовой станции [14]. Поскольку таких узлов и звеньев, как и контроллеров с датчиками, в масштабируемой системе может быть очень много, главной задачей при проектировании подобных устройств является снижение их стоимости при сохранении высоких технико-тактических характеристик.

Как этого можно достичь? Рассмотрим пример создания энергосберегающей системы. Для подключения к контроллерам аналоговых датчиков температуры, давления и влажности применяют однопроводной интерфейс типа MicroLAN [15, 16]. Цифровые коды в этом интерфейсе передаются по единственному проводнику (второй провод общий). Так как шина данных однопроводная, у контроллера занят только однопроводный порт. Устройства, подключенные к проводу данных, получают питание по этому

же проводу, заряжая свой внутренний конденсатор в моменты, когда на шине нет обмена данными, а передаются специальные импульсы RPULSE. Скорость обмена достаточна для обеспечения передачи данных о температуре, влажности и давлении. Протокол однопроводного интерфейса обеспечивает возможность работы с множеством устройств, подключенных параллельно к линии данных.

В этом и есть главное преимущество этого интерфейса, поскольку все подключаемые устройства имеют уникальные 64-битные идентификационные номера, занесённые в их ПЗУ. Команды интерфейса позволяют определить идентификационные номера всех устройств, подключенных к линии, и затем работать с конкретным прибором, переведя остальные устройства в режим ожидания. Управление линией данных и выдачу команд производит управляющий контроллер или персональный компьютер. Для обеспечения целостности данных используется вычисление контрольных кодов.

Протяжённость сети MicroLAN может достигать 300 метров. Количество устройств, подключаемых к сети, ограничивается только временными ресурсами. Для измерения температуры, давления и влажности применяются микросхемы DS2436/2438/2760, поддерживающие однопроводной протокол. Эти микросхемы работают в широком диапазоне температур, доступны и недорого стоят. Необычность использования этих микросхем состоит в том, что их основное назначение – контроль состояния автономных источников питания. Именно поэтому в них встроены 10 – 13-битные

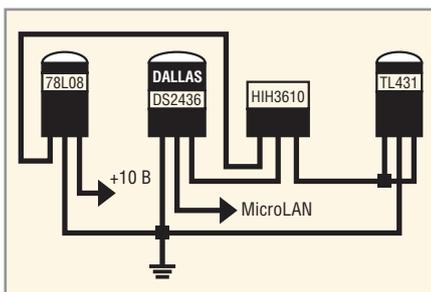


Рис. 7. Схема измерения влажности с помощью датчика HIH3610 и микросхемы DS2436

78L05 и TL431 – стабилизаторы напряжения

АЦП для измерения напряжения, тока и температуры. Такое сочетание свойств АЦП, однопроводной интерфейс и низкая стоимость делает их уникальными.

Например, микросхему DS2760 удобно применять при измерении температуры с помощью термопары, т.к. её 13-битный АЦП тока для диапазона входных сигналов ± 64 мВ (младший бит = 15,625 мкВ) позволяет получить разрешение порядка 1°C.

Микросхема DS2438 может одновременно использоваться как измеритель влажности (10-битный АЦП напряжения подключается к датчику влажности HIH-3610), измеритель давления (13-битный токовый АЦП через операционный усилитель подключается к датчику давления MPX4115) и как датчик температуры с разрешением 0,125°C в диапазоне температур $-55...+125$ °C.

При подключении датчиков влажности с выходным напряжением 0...5 В (например, HIH-3610) к микросхемам DS2436 для использования их 10-битного АЦП с разрешением 10 мВ необходимо учитывать, что АЦП измеряет напряжение от 2,5 до 10 В, т.к. вход АЦП одновременно является входом питания микросхемы DS2436. Эта микросхема выпускается в трёхвыводном корпусе TO-92, удобном для монтажа. Она не имеет отдельного вывода питания, и поэтому при подключении к ней датчика влажности необходимо осуществлять сдвиг питания датчика на 3 В относительно общего провода DS2436 с помощью стабилитрона и использования источника питания напряжением 8 В. Схема включения микросхемы показана на рис. 7. Встроенный в DS2436 датчик температуры позволяет по однопроводному интерфейсу передавать цифровые данные как о влажности (с помощью HIH-3610), так и о температуре.

Микросхемы DS2436 и DS2438 успешно применяются с платиновыми ТПС. Их 10-битные АЦП обеспечивают при измерении температуры до 400°C с платиновыми ТПС, имеющими сопротивление 1000 Ом при 0°C, разрешение порядка 2°C. Важно отметить также, что калибровку платиновых датчиков изменением проходящего через них тока можно осуществлять непосредственно по измеряемой температуре микросхемами DS2436 или DS2438.

Для проверки датчиков, подключенных параллельно к двухпроводной линии, достаточно через адаптер DS9097U присоединить их к порту RS232 компьютера. С помощью специальной программы (её дистрибутив имеется на сайте фирмы MAXIM) удаётся обнаружить и считать параметры датчиков, подключенных к сети MicroLAN, число которых может быть практически любым. В процессе опроса программа позволяет получить следующие данные:

- результат проверки присутствия датчика в сети на момент опроса;
- уникальный идентификационный номер датчика;
- значения температуры, влажности или давления, измеренные датчиком;
- описание ошибки в случае её наличия.

Кроме того, после 100 измерений программа выдаёт среднее время снятия измеряемого параметра с одного датчика. После компьютерного тестирования и калибровки датчиков измерительная линия подключается к узловому контроллеру масштабируемой системы. Контроллеры построены по многопроцессорной схеме на микросхемах фирмы Microchip (например, на PIC16F648A реализован последовательный интерфейс с GSM-модемом). В целях снижения стоимости проектируемых систем в качестве GSM-модемов используются сотовые телефоны фирмы Sony-Ericsson.

Контроллер с GSM-модемом позволяет получать тревожные сообщения об отключении сети на объектах. При превышении/снижении предельно допустимых значений контролируемых параметров с помощью контроллера с GSM-модемом производится дистанционное регулирование температуры, влажности и давления в распределённой системе. Для этого с GSM-модема сервера OPC передаются и получают SMS-сообщения специального формата. Ответные SMS-сообщения передаются через соответствующий GSM-модем запрошенного узла также в специальном формате. В результате конкретный объект обрабатывает откорректированную дистанционно новую установку температуры, влажности или давления. Энергосберегающая и дистанционно управляемая система АСУ

ТП подобного типа подробно описана в [14, 17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря новым информационным технологиям расширяются области применения аналоговых датчиков температуры, влажности и давления во многих отраслях промышленности. Особенно эффективно применение датчиков при создании автоматизированных систем управления технологическими процессами, при построении систем аварийной защиты на экологически опасном производстве, для контроля технологических процессов и мониторинга режимов оборудования, а также при реализации программ энергосбережения [18].

ЛИТЕРАТУРА

1. Yurish S.Y., Kirianaki N.V., Mysbkin I.L. World Sensors and MEMS Markets: Analysis and Trends. Sensors & Transducers Magazine (S&T e-Digest). December 2005. Vol. 62. Issue 12. PP. 456–461.
2. Бартнев В., Бартнев Г., Краснополянский Л. Технологии plug & play в технике измерения температуры. Контрольно-измерительные приборы и системы. 1997. № 2.
3. Бартнев В. Цифровые датчики температуры и их применение. Датчики и системы. 2004. № 12.
4. Pyrotenax® – High Temperature Cable Measurement Probes. Tyco Thermal Controls Corporate (www.tycothermal.com).
5. Кабели термодарные. Каталог фирмы «Кирскабель» (www.kirscable.ru).
6. Термопреобразователи. Каталог фирмы «Тесей», г. Обнинск, 2004 (www.tesey.com).
7. Temperature and humidity sensors. Honeywell Sensing and Control (www.honeywell.com).
8. Heraeus Sensor Technology. Product Catalog (www.heraeus.com).
9. Датчики фирмы S+S Regeltechnik. 2005 (www.numerix.ru).
10. Motorola Semiconductor Technical Data. Integrated Pressure Sensors (www.motorola.com).
11. Integrated Pressure Sensors. Freescale Semiconductor (www.freescale.com).
12. Pressure Measurement. Product Catalog BD/Sensors (www.bdsensors.com).
13. Signal Conditioning ADC: AD7710, AD7711, AD7712, AD7730. Technical description. Analog Devices (www.analogdevices.com).
14. Бартнев М.В. Применение сотовой радиосвязи при построении масштабируемых АСУ. Труды Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.
15. MicroLAN – новая концепция построения однопроводной сети. Перспективные изделия, сб. Москва: Додэка, 1996. Вып. 2.
16. www.maxim-ic.com, www.dalsemi.com.
17. Бартнев В., Бартнев М. Энергосберегающая модульная АСУ ТП для распределённых объектов «Синтал телетерм». Датчики и системы. 2005. № 2.
18. Энергосбережение – концепция и технологии (www.digiterm.ru).





МАГНИТНЫЕ ДАТЧИКИ

для пневмоцилиндров




Датчики определяют положение поршня пневмоцилиндров и выполняют функцию концевого выключателя. Устанавливаются на корпус цилиндра и фиксируют поле кольцевого магнита, расположенного на поршне.

Для цилиндров с Т-образными прорезями:
MZZQ, MZT6, RZT6, MZT1, RZT1, MZF1

Для цилиндров с коротким ходом:
MZK1, MZK3

Для цилиндров с круглыми прорезями:
MZN1, RZN1, MZR2, MZR1

Для стандартных цилиндров:
MZP3, MZP4

Для цилиндров с затянутым на поршень штоком:
MZZ1, MZU2






Москва 1-ый Щемилковский пер., д. 17/19, стр. 2
Тел./факс: (495) 223 00 38
E-mail: sensor@platan.ru