

Электронная система удаленного контроля температуры «ТЕРМОПОИНТ»

1. Назначение и состав системы

Электронная система удаленного контроля температуры (в дальнейшем по тексту *система*) предназначена для сбора в базу данных, визуального контроля и анализа текущих температур на удаленном объекте. Система состоит из трех основных частей:

1. Персональный компьютер со специальным программным обеспечением.
2. Электронный прибор «Термо-2» на базе высокопроизводительного микроконтроллера.
3. Информационная сеть, используемая для осуществления цифровой связи прибора «Термо-2» и цифровых термометров расположенных на удаленных объектах.

2. Принцип действия

Основой системы является однопроводной интерфейс 1-Wire, разработанный в конце 90-х годов фирмой Dallas Semiconductor Corp. и регламентирован разработчиками для применения в системах автоматизации.

1-Wire-net представляет собой информационную сеть, использующую для осуществления цифровой связи одну линию данных и один возвратный (или земляной) провод. Таким образом, для реализации среды обмена этой сети могут быть применены доступные кабели, содержащие неэкранированную витую пару той или иной категории, и даже обычный телефонный провод. Такие кабели при их прокладке не требуют наличия какого-либо специального оборудования, а ограничение максимальной длины однопроводной линии регламентировано разработчиками на уровне 300м.

Основой архитектуры 1-Wire- сетей, является топология общей шины, когда каждое из устройств подключено непосредственно к единой магистрали, без каких-либо каскадных соединений или ветвлений. При этом в качестве базовой используется структура сети с одним ведущим или мастером (прибор «Термо-2») и многочисленными ведомыми (цифровые термометры).

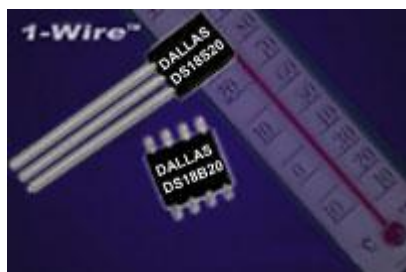
Предельная скорость обмена в сети составляет - 15,4Кбит/сек и является более чем достаточной для применений в области автоматизации.

Другие преимущества 1-Wire- сетей, такие как:

- простое и оригинальное решение адресуемости абонентов,
- несложный протокол,
- простая структура линии связи,
- малое энергопотребление компонентов,
- легкое изменение конфигурации сети,
- значительная протяженность линий связи,
- исключительная дешевизна всей технологии в целом,

говорят о необходимости обратить самое пристальное внимание на этот эффективный инструмент для решения задач комплексной автоматизации в самых различных областях деятельности.

3. Цифровой термометр



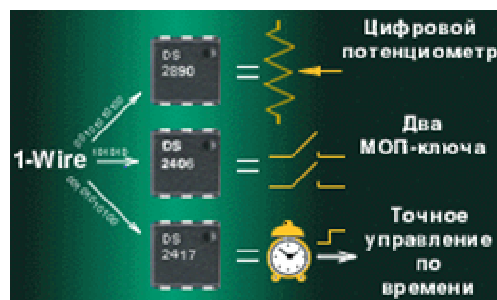
Для измерения температуры применяются цифровые термометры типа DS18B20. Преимущества этих цифровых термометров с точки зрения организации магистрали, по сравнению с любыми другими интегральными температурными сенсорами, а также неплохие метрологические характеристики и хорошая помехоустойчивость, выводят их на первое место при построении многоточечных систем температурного контроля в диапазоне от -55°C до +125°C.

Они позволяют не только осуществлять непосредственный мониторинг температуры в режиме реального времени, но и благодаря наличию встроенной

энергонезависимой памяти, могут обеспечивать приоритетную сигнализацию в линию о факте выхода контролируемого параметра за пределы заданных значений. Цифровой код, считываемый с такого термометра, является прямым результатом измеренного значения температуры и не нуждается в дополнительных преобразованиях. А высокая разрядность измерения обеспечивает точность измерения температуры в 0,1 °С. Все цифровые термометры выполнены во влагопылезащищенном исполнении и обеспечивают скорость реакции на изменение температуры 5 гр./сек.

4. Вспомогательные датчики контроля и управления.

Вспомогательными датчиками контроля, лежащими в основе фундамента однопроводных сетей автоматизации, являются универсальные сдвоенные адресуемые транзисторные ключи типа DS2406P. На базе этих устройств может быть реализована масса применений, и, прежде всего, узлы контроля логических состояний (уровней или положений) и схемы обслуживания датчиков "сухого контакта", а также разнообразные ключевые схемы. Таким образом, именно благодаря использованию этих компонентов осуществляется сбор дискретной информации с территориально рассредоточенных датчиков (мониторов дверей, контакторов положения арматуры, любых датчиков имеющих выход ДА/НЕТ, как-то датчики положения, прохода, присутствия, пожарной и охранной сигнализации и т.д.). Подобные же приборы обеспечивают управление переключением любых видов силового оборудования, которые имеют два рабочих состояния: включено/выключено (нагревателей, кондиционеров, моторов, вентиляторов, арматурных задвижек и т.д.). Кроме того, двунаправленные, индивидуально программируемые выводы DS2406P могут быть использованы для организации медленного последовательного интерфейса между локальным микроконтроллером и 1-Wire-сетей. Не смотря на невысокую скорость при реализации подобного способа обмена информацией по однопроводной сети, когда один бит данных передается за две стандартные посылки, такое решение является приемлемым и достаточно надежным для большого числа конкретных применений.

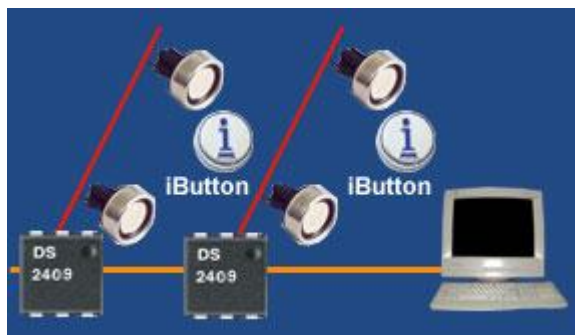


5. Линия связи и топология

Большую роль при построении 1-Wire-сетей играет исполнение однопроводной линии связи. Как правило, такие линии имеют структуру, состоящую из трех основных проводников: DATA - шина данных, RET - возвратный или земляной провод, EXT_POWER - внешнее питание не только обслуживаемых ведомых устройств, но и внешних относительно них цепей датчиков и органов управления. В зависимости от способа прокладки, сопряжения с ведомыми устройствами и используемых при прокладке материалов, в соответствии с ниже следующей Таблицей различают три основных варианта качества организации 1-Wire-сетей, каждый из которых подразумевает использование особой технологии и аксессуаров при реализации линии.

Классификация линии	Длина линии	Количество ведомых устройств	Тип используемого кабеля	Топология	Мастер линии
Короткие линии	До 30м	До 50шт.	4-хпроводный телефонный	Свободная	Пассивная подтяжка (резистор)
Средние линии	До 100м	До 200шт.	Витая пара 5 категории	Общая шина	Активная подтяжка (DS2480, DS2490)
Длинные линии	До 300м	До 300шт.	IEEE1394 (Firewire)	Общая шина с единым стволом	Активная подтяжка с учетом тока в линии

Часто при организации сложных однопроводных сетей, с целью удобства проводки линии связи, уменьшения ее протяженности или снижения электрической нагрузки на линии благодаря уменьшению одновременно работающих на ней устройств, необходимо обеспечить древовидную или лучевую структуру магистрали, значительно отличающуюся от структуры общей шины. Для



этого используют ветвления 1-Wire-сетей одного или нескольких уровней. Основным элементом при построении таких ветвей является либо обычный адресуемый ключ типа DS2406, который обеспечивает ветвление благодаря коммутации возвратного провода однопроводной линии, либо специализированный ветвитель DS2409, коммутирующий непосредственно шину данных 1-Wire-линии. Последний вариант является более предпочтительным т.к. компоненты на

отключенной ветви, ведомой ветвителем, остаются всегда в активном состоянии. Поочередное обслуживание мастером сети каждой из ветвей, при отключенных остальных ветвях, позволяет значительно увеличить общую длину линии и количество ведомых устройств на ней.

6. Электронный прибор «Термо-2»

Наше предприятие наиболее последовательно отстаивает линию на использование технологии 1-Wire-сетей в области автоматизации технологических процессов. Мы стараемся быть первыми в деле внедрения и пропаганде достижений однопроводной шины в области автоматизации. Основной областью нашей деятельности является разработка средств и систем для обслуживания высокотехнологичных отраслей горнорудной и химической промышленности, создание уникального экспериментального и



научного оборудования. Также мы занимаемся автоматизацией инкубаториев, овощехранилищ и оранжерей. Подтверждением этому служит спектр продукции, который выпускается нашей фирмой ("**КЛИМАТ-3**", "**ИСИДА-5**" и "**ТЕРМО-2**"), причем каждый из приборов содержит элементы однопроводной технологии.

Одним из представителей продукции нашего предприятия является прибор «Термо-2». Прибор разработан и собран на базе последних достижений в области микроэлектроники и 1-Wire-сетей.

«Термо-2» - это целая микросистема, основой которой является центральный процессор, реализованный на высокопроизводительном сетевом микроконтроллере ATMEGA8-16PI, который объединяет ресурсы целого ряда наиболее распространенных сетевых интерфейсов, как-то: RS232, RS485, 1-Wire не говоря о возможности использования параллельной шестнадцатиразрядной синхронной магистрали, а также автономных узлов для организации стандартных локальных последовательных интерфейсов I2C и SPI. Кроме того, прибор «Термо-2» содержит 4Мбайт программной Flash-памяти, 1Мбайт статического ОЗУ, узел часов реального времени, литиевую батарею и кремниевый идентификационный номер.

Прибор «Термо-2» работает под управлением мощной операционной среды "Windows XP". Такой подход позволил максимально эффективно решить поставленные задачи, что помогло наиболее качественно удовлетворить требования заказчиков. И сейчас на сайте нашего предприятия можно найти всю необходимую документацию и программное



обеспечение, что значительно облегчает эксплуатацию приборов на базе локальных однопроводных систем удаленного контроля и управления, объединяющих достоинства быстрых, производительных и эффективных интерфейсов.

7. Основные технические характеристики прибора

Тип используемого кабеля	4-х проводной телефонный
Количество ветвей древовидной структуры	4 ветви
Максимальная длина каждой ветви без дополнительных повторителей	до 50 метров
Количество цифровых термометров расположенных на одной ветви	до 50 шт.
Точность измерения температуры каждым термометром	0,1 °C
Временной интервал опроса термометров	2 сек.
Встроенные электронные часы с календарем до 2100 г.	ход 1 сек.
Независимые каналы управления терморегулирующими устройствами	4 канала
Страничное отображение показаний термометров на дисплее прибора	до 200 значений
Одновременное отображение показаний термометров на одной странице	до 8 значений
Встроенный интерфейс связи с персональным компьютером	RS485
Задание программы слежения и поддержания температуры	Система встроенного меню или компьютер
Питание прибора	220 / 12 вольт
Мощность, потребляемая прибором	5 Вт.
Продолжительность работы	круглосуточно
Габаритные размеры прибора не более	130x110x40 мм

8. Программа для персонального компьютера.

Внимание! После инсталляции программы на компьютер связь с прибором осуществляется через порт COM1. При необходимости изменить порт - нужно открыть файл *NomPort.txt* находящийся в папке программы (если его нет, то нужно создать его) в любом редакторе и заменить цифру 1 на цифру того номера порта через который предполагается работа (2-COM2, 3-COM3 и т.д.)

Программное обеспечение (далее по тексту ПО) предназначено для визуального контроля, записи в базу данных и анализа текущих температур на удаленных объектах. ПО позволяет одновременно отображать на экране монитора и записывать в базу данных, температуры всех контролируемых объектов с помощью электронного прибора «Термо-2»

При использовании данной системы для слежения за инкубацией яиц, где требуется изменение температурного режима в инкубационной камере в зависимости от срока инкубации и / или различного назначения камеры (инкубационная камера, выводная камера) в программе предусмотрена специальная таблица с зависимостями между днем инкубации и температурой в камере.

Для осуществления этой функции необходимо своевременно включить слежение за камерой инкубатора, в которой только что закончена закладка яиц (см. разд. Задание температурного режима объекта).

В процессе инкубации программа самостоятельно будет изменять границы диапазона контроля температуры в камере в соответствии с заданным расписанием

в инкубаторах

с 1 дня	по 3 день	Tmin-37.7	Tmax-38.2
с 4 дня	по 6 день	Tmin-37.5	Tmax-38.0
с 7 дня	по 11 день	Tmin-37.2	Tmax-37.7
с 12 дня	по 18 день	Tmin-37.2	Tmax-37.7

в выводных камерах

с 1 дня	по 1 день	Tmin-37.1	Tmax-37.6
с 2 дня	по 3 день	Tmin-36.7	Tmax-37.2

По завершении инкубационного периода контроль за объектом выключается автоматически. При этом вся информация по контролю за температурой в данной камере копируется в специальный файл со следующим наименованием “DDMMBlkXY.dbf” – где:

DD- календарный день месяца
MM- календарный месяц
BlkXY- номер камеры X-номер инкубатора Y-номер камеры

ПО состоит из двух основных частей.

1. Окна объектов.

В этом окне расположены таблички с информацией о каждом контролируемом объекте.

номер объекта
режим объекта
температура

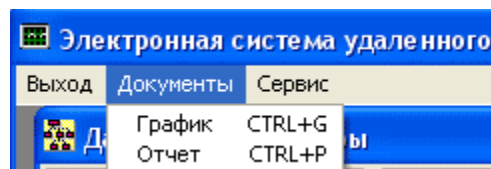
№	Статус	Температура
№ 1	Активен	22.1
№ 2	Активен	22.3
№ 3	Активен	22.3
№ 4	Активен	22.3
№ 5	Активен	22.3
№ 6	Активен	22.3
№ 7	Активен	22.1
№ 8	Активен	22.1
№ 9	Активен	22.2
№ 10	Активен	22.4
№ 11	Неактивен	22.3
№ 12	Неактивен	22.3
№ 13	Неактивен	22.4
№ 14	Неактивен	22.4
№ 15	Неактивен	22.2
№ 16	Неактивен	22.3
№ 17	Неактивен	22.1
№ 18	Неактивен	22.2
№ 19	Неактивен	22.2
№ 20	Неактивен	22.3

Емкость линии 133 М/182 Com 1 4800

2. Главного меню.

Главное меню состоит из трех пунктов:

Выход – завершает работу с



программой.

Документы – позволяет формировать отчеты на основании накопленной базы данных, как в графическом виде, так и в табличном.

Сервис – посредством этого пункта задаются основные параметры системы.

Основные параметры системы.

Интервал записи контрольных значений – период записи в базу данных текущих значений температуры объекта, если контроль за объектом включен и температурный режим объекта находится в норме.

Ожидание перед реакцией на аварию – период ожидания системы перед подачей сигнала об обнаружении отклонения температурного режима объекта.

Интервал записи аварийных значений –

период записи в базу данных текущих значений температуры объекта, если истек период ожидания системы, а температурный режим объекта не вернулся в норму.

Количество опрашиваемых датчиков – общее число цифровых термометров, которые опрашивает система.


Температурный режим объекта.








Сигнал **зеленого** цвета – температура объекта в пределах нормы.

Сигнал **синеного** цвета – температура объекта ниже нормы.

Сигнал **красного** цвета – температура объекта выше нормы.

Сигнал **серого** цвета – слежение за объектом отключено.

 Значок громкоговорителя – означает истечение периода ожидания системой возврата температуры объекта в нормальный режим. При этом в громкоговорители, подключенные к компьютеру, подается звуковой сигнал.

Датчики температуры					
	1		27.2	№ 11	 22.3
	№ 2		22.3	№ 12	 22.3
	№ 3		19.3	№ 13	 22.4

Задание температурного режима объекта.

Окно настройки опорных значений температуры вызывается двойным щелчком по соответствующему сигналу, расположенному на табличке объекта.

Настройка опорных значений

Датчик № 1

0 | 1

Температура

МАКСИМАЛЬНАЯ 23.3 °C

МИНИМАЛЬНАЯ 20.0 °C

Коррекция 0.06 °C

OK Отмена

кнопка установки / снятия объекта с контроля.

верхняя граница нормального режима

нижняя граница нормального режима

коррекция показаний цифрового термометра

Построение отчетов

календарь, которым задается дата, на которую необходимо сформировать отчет

фильтр отбора записей для формирования отчета

границы времени суток, ограничивающие диапазон формирования отчета

Построение отчета

Датчик № 1

Февраль 2006

Включить в отчет

☒ Все данные

☐ Только перегрев

☐ Только переохлаждение

☐ Все отклонения

Показать

с 0 до 24

Today: 23.02.2006

Отчеты формируются как в табличной форме, так и в графической. Для построения в графической форме необходимо наличие установленного табличного процессора Microsoft Excel.

Подготовка системы к работе.

Закрепите корпус прибора на вертикальной поверхности (стена, корпус инкубатора). Подключите к прибору цифровые термометры в соответствии со следующей схемой.

Закрепите каждый цифровой термометр в месте контроля температуры, а провод термометра подключите в разветвитель. Все разветвители между собой соединяются удлинителями. Одну вилку первого удлинителя подключите в разъем прибора, а другую в разветвитель. Рекомендуется поместить собранную линию на стальной проволоке натянутой над объектами. Если помещение влажное рекомендуется дополнительно защитить разветвители от попадания влаги. Подключите к прибору блок питания и вставьте его в розетку.

После включения прибора микроконтроллер запускает программу тестирования архитектуры 1-Wire- сети. Здесь контролируется общая длина ветви, количество ветвлений сети, частотные и емкостные характеристики сети.

По окончании проверки, на дисплей прибора выводятся числовые значения основных характеристик сети, что позволяет визуально контролировать и вовремя обнаруживать возникшие отклонения.

Затем микроконтроллер приступает к поиску и определению индивидуального идентификационного номера всех цифровых термометров подключенных к данной сети. По окончании поиска на дисплей прибора выводится количество цифровых термометров подключенных к сети и готовых к работе.

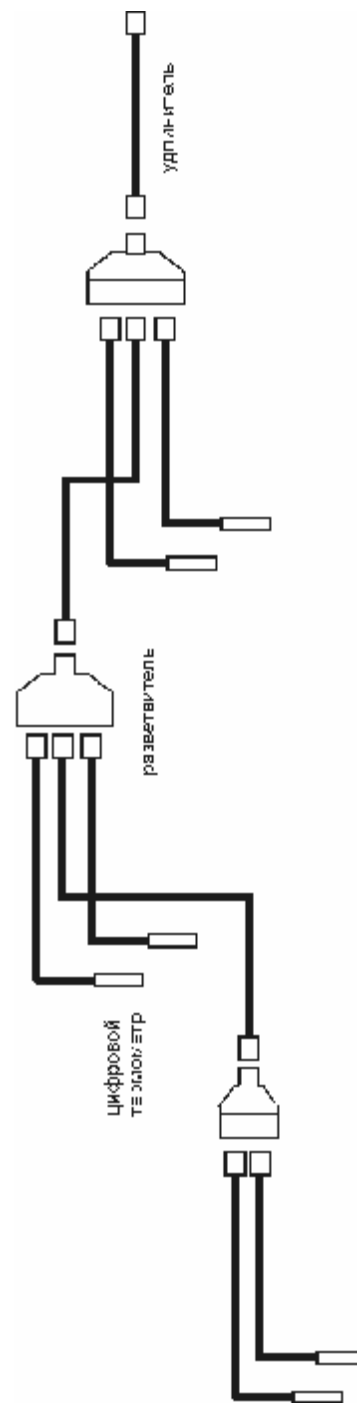
Если электрические характеристики линии в заданных параметрах и обнаружены подключенные цифровые термометры готовые к работе, микроконтроллер выводит на дисплей прибора фразу «готов к работе»

линия 132 ^/ 186
всего разветвлений 4
найден датчиков 164
готов к работе

После окончания подготовительной программы микроконтроллер переходит к выполнению основной программы. В процессе работы микроконтроллер обращается к каждому из обнаруженных цифровых термометров посылкой его идентификационного номера и запрашивает показания температуры объекта, в котором он установлен. При получении ИИ цифровой термометр сравнивает полученный номер со своим внутренним номером, зашитым заводом изготовителем и если номера совпадают, то передает в микроконтроллер, в цифровом виде, измеренную температуру.

После опроса всех цифровых термометров микроконтроллер постранично выводит показания этих термометров на дисплей прибора и передает все полученные значения по последовательному интерфейсу RS485 в персональный компьютер. Одновременно микроконтроллер замеряет характеристики линии и следит за тем, чтобы эти характеристики остались в заданных параметрах.

линия 132 ^/ 186			á 164
á № 1 37,5	á № 2 37,4	á № 3 37,5	
á № 4 37,6	á № 5 37,5	á № 6 37,6	
á № 7 37,5	á № 8 37,3	á № 9 37,5	



Затем цикл опроса цифровых термометров повторяется, а на дисплей выводится следующая страница с показаниями температуры других объектов.

В нижней части прибора находятся разъемы для подключения питания, 1-Wire-сети и подключения персонального компьютера по интерфейсу RS485. Кроме того, прибор имеет три канала управления исполнительными устройствами, которые могут быть установлены в непосредственной близости от прибора.



Для подключения прибора «Термо-2» к персональному компьютеру используется промышленный интерфейс спецификации RS485. Этот интерфейс отличается высокой устойчивостью к внешним помехам и высокой скоростью передачи данных. Этот интерфейс имеют приборы **"КЛИМАТ-3 профи"**, **"ИСИДА-5 профи"** и **"ТЕРМО-2"** для подключения этих приборов к персональному компьютеру необходим не только кабель нужной длины, но и адаптер интерфейса «RS232»/«RS485».

Примечание. При включении прибор автоматически определяет, сколько цифровых термометров подключено к нему и самостоятельно присваивает текущие номера для цифровых термометров. Эти номера не будут изменяться при последующих включениях прибора, пока с систему не будет добавлен новый цифровой термометр.

Определение неисправностей в работе системы.

Система «ТЕРМОПОИНТ» является высокоточным, сложным электронным прибором, не требующим частого обслуживания и вмешательства свою работу человека. Она постоянно производит мониторинг 1-Wire-сети и сообщит обслуживающему персоналу о возникших отклонениях.

Как правило, основные отклонения возникают, в результате обрыва или замыкания между собой трех основных проводников: DATA - шина данных, RET - возвратный или земляной провод, EXT_POWER - внешнее питание цифровых термометров.

При обнаружении одной из этих неисправностей система идентифицирует ее и выведет на дисплей прибора и монитор компьютера, следующие сообщения.

Сообщение	Причина	Методы устранения
найден датчиков 0 работа остановлена	1. Не подключена 1-Wire-сеть. 2. Нарушение контакта шины данных между прибором и первым разветвителем.	1. Подключить 1-Wire-сеть 2. Восстановить контакт или заменить удлинитель.
Найдено датчиков меньше, чем фактически подключено к линии. Показания отдельных цифровых термометров равны «-255»	1. Нарушение контакта шины данных отдельного цифрового термометра. 2. Неисправен цифровой термометр.	1. Зачистить контактные пластины штекера цифрового термометра. 2. Заменить цифровой термометр.
Показания всех цифровых термометров равны «0»	1. Замыкание шины данных на земляной провод.	1. Последовательно отключая разветвители 1-Wire-сети, начиная с дальнего конца, определить разветвитель в котором произошло замыкание.
Показания всех или отдельных цифровых термометров равны «85,0»	1. Нарушение контакта в проводе внешнего питания всех или отдельных цифровых термометров	1. Зачистить контактные пластины штекеров удлинителей и цифровых термометров.