

REALLAB

Техническое описание

Готовые примеры автоматизированных систем управления технологическими процессами

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72
Астана +7(7172)727-132
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-03-58
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

www.reallab.nt-rt.ru || rba@nt-rt.ru

Автоматизация, АСУ ТП для химической отрасли

Предлагается аппаратно-программный комплекс для построения АСУ ТП в различных отраслях химической промышленности. Комплекс спроектирован специально для работы на опасных промышленных объектах в жестких условиях эксплуатации на территории России. Аппаратные средства комплекса превосходят по техническим характеристикам зарубежные аналоги и имеют разрешение Ростехнадзора на применение, сертификат утверждения типа и включены в Госреестр средств измерений. НИЛ АП выполняет полный спектр работ по проектированию, монтажу, пусконаладке АСУ ТП и обучению персонала.

Достигаемые цели

Предлагаемая система может быть использована для следующих целей:

- замена устаревших щитов КИП и А;
- ввод в действие новых производственных мощностей;
- увеличение точности поддержания технологических режимов;
- приведение систем автоматики в соответствие с действующими требованиями Ростехнадзора;
- увеличение надежности оборудования.

Функции АСУ ТП

Предлагаемая система выполняет следующие функции:

- дистанционный сбор и отображение технологической информации на мнемосхемах;
- контроль технологических параметров и параметров состояния оборудования;
- управление технологическим оборудованием;
- оперативное выявление аварийных и предаварийных ситуаций, отклонений технологического процесса от заданных режимов;
- формирование сигнализаций (звуковой, световой и на экране компьютера) для оповещения персонала о выходе параметров техпроцесса за границы допуска и в аварийных ситуациях;
- технологические блокировки и автоматическая защита технологического оборудования при возникновении аварийных ситуаций;
- диагностика состояния системы;
- связь с другими системами;
- хранение в базе данных и воспроизведение истории технологического процесса за заданный период времени;
- регистрация действий оператора;
- автоматическое заполнение журналов событий, происходящих в системе;
- автоматическое включение резервного оборудования;
- учет наработки технологического оборудования;
- другие функции по требованию заказчика.

Режимы работы: автоматический, диспетчерский и ручной.

Программное обеспечение

Типовое программное обеспечение включает Windows XP, программный пакет MasterSCADA фирмы InSAT, MS SQL сервер, OPC сервер NLog (НИЛ АП). Возможно применение другого

программного обеспечения по желанию заказчика.

MasterSCADA - это современная SCADA система, позволяющая разрабатывать операторские интерфейсы и связываться с контроллерами через стандартный OPC сервер, а также программировать контроллеры на стандартном технологическом языке МЭК 61131.

Аппаратное обеспечение

Предлагаемая система включает в себя модули ввода-вывода RealLab серии NL и промышленные контроллеры с интерфейсом RS-485 и стандартным протоколом Modbus RTU. Для подключения датчиков и исполнительных механизмов, находящихся во взрывоопасной зоне, используются искробезопасные барьеры.

Контроллеры технологических защит выполняются по схеме со 100%-ным "горячим" резервированием.

Основные технические характеристики

Предлагаемая система соответствует открытым международным стандартам, что обеспечивает ее совместимость с аппаратурой и программным обеспечением других производителей. Предусмотрены специальные меры для обеспечения промышленной безопасности, перечисленные ниже. Основные характеристики модулей системы:

- температурный диапазон от -40 до +70 °C;
- спроектированы с учетом ГОСТов, РД, ПУЭ, Постановлений Ростехнадзора, отраслевых требований;
- возможность горячей замены модулей (без отключения питания);
- аппаратные средства диагностики обрыва и к.з. датчиков;
- двойной сторожевой таймер (в каждом модуле и на уровне системы), предохраняющий систему от "зависаний";
- возможность предустановки значений "безопасных состояний" на выходах в первый момент после включения и в случае "зависания" управляющего компьютера (контроллера);
- 11 видов защит: от неправильного подключения полярности источника питания; превышения напряжения питания; перенапряжения по входу; короткого замыкания по выходу; перегрузки по току нагрузки; перенапряжения по выходу; перегрева выходных каскадов; электростатических разрядов по выходу, входу и порту RS-485; выбросов напряжения при индуктивной нагрузке; перегрева каскадов порта RS-485; короткого замыкания клемм порта RS-485;
- относительная влажность до 95% в корпусе IP20 или до 100% в корпусе IP66;
- вибрации в диапазоне 10...55 Гц с амплитудой до 0,15 мм;
- продолжительность непрерывной работы - 10 лет;
- срок службы изделия - 20 лет;
- наработка на отказ - не менее 100 тыс. час.;
- русскоязычная документация и техническая поддержка.

Архитектура системы

АСУ ТП имеет трехуровневую архитектуру. На верхнем уровне располагаются рабочие станции, соединенные сетью Ethernet, которая позволяет включать дополнительные рабочие места. На среднем уровне - промышленные контроллеры, на нижнем - датчики и исполнительные механизмы.

Части системы могут взаимодействовать по различным каналам связи: выделенные линии; коммутируемые телефонные линии; связь через радиомодемы; оптоволоконные каналы, GSM связь и др.

Удаленная диспетчеризация промышленных объектов

Введение

В промышленной автоматизации объектов, распределенных на некоторой территории (например, котельные, тепловые пункты, устройства катодной защиты трубопроводов) а также объектов, на территории которых постоянное присутствие человека по тем или иным причинам нежелательно или экономически нецелесообразно, возникает необходимость дистанционного автоматического или диспетчерского управления и контроля. При этом должны быть решены следующие задачи:

- передача на центральный диспетчерский пункт технологических параметров котельного оборудования;
- передача аварийной, охранной и пожарной сигнализации;
- передача значений расхода электроэнергии, тепла и топлива;
- передача величин потенциала, напряжения и тока со станций катодной защиты;
- дистанционное управление технологическим оборудованием;
- опрос и диагностика контроллеров, управляющих узлами объекта диспетчеризации;
- протоколирование всех событий (аварийных, действий диспетчера, включения и выключения исполнительных механизмов, поступления тревожных сигналов и т. д.).

Проблемы дистанционной передачи информации могут быть решены с применением модемов для коммутируемой или выделенной телефонной линии, GSM модемов для сотовой связи или радиомодемов.

1. Архитектура системы диспетчеризации удаленных объектов

На каждом удаленном объекте устанавливается промышленный контроллер с устройствами ввода информации от датчиков и вывода сигналов на исполнительные устройства (рис. 1). К порту RS-232 контроллера подключается GSM или радио модем, который передает и принимает данные, устанавливая связь с общим удаленным диспетчерским компьютером. Количество контролируемых объектов может быть любым, практически оно зависит от загруженности управляющего компьютера и пропускной способности канала обработки поступающей в компьютер информации.

На диспетчерском пункте компьютер содержит SCADA программу, на которой в виде мнемосхемы изображается объект диспетчеризации и поступающая от него информация в форме таблиц и графиков. Программа выполняет также функции аварийной сигнализации, накопления данных, ведения архива, формирование отчетов. В нормальном режиме работы системы информация поступает с заданным интервалом времени или по запросу диспетчера.

В случае аварии на диспетчерский пункт поступает сигнал аварии, передача которого инициируется контроллером и который имеет высший приоритет. Сигнал аварии содержит информацию, позволяющую принять решение о методах ее устранения до отправки аварийной бригады на объект.

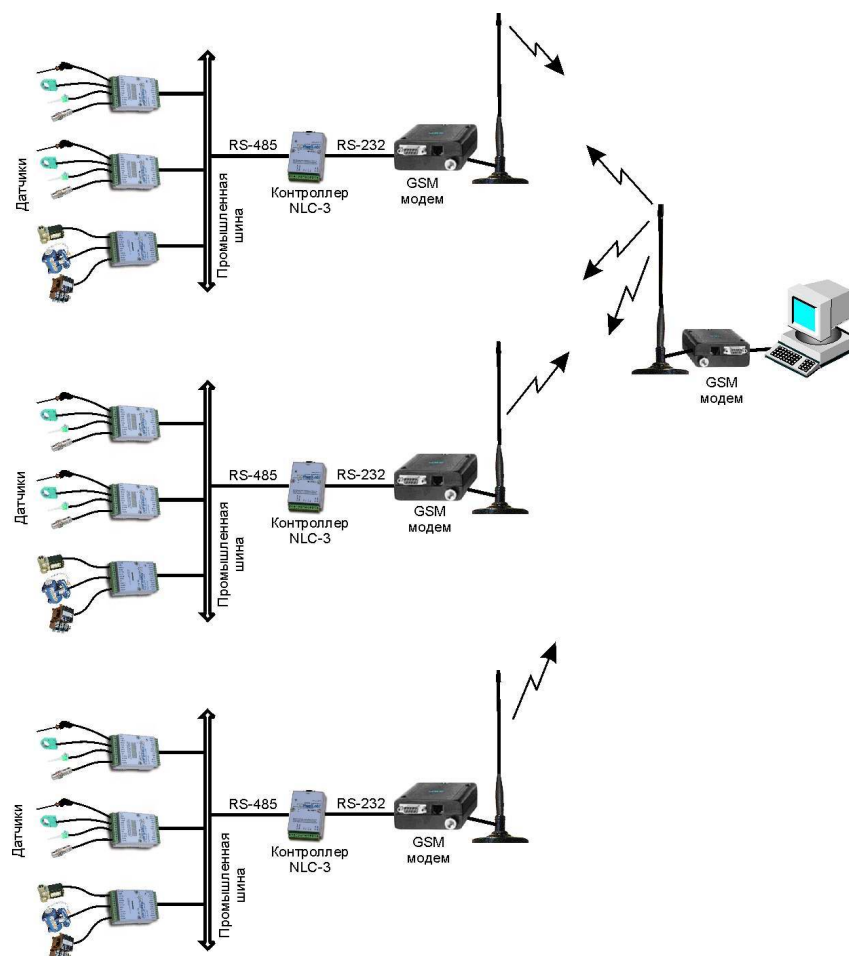


Рис. 1. Архитектура системы диспетчеризации территориально распределенных удаленных объектов

2. Особенности связи с применением GSM модемов

2.1. Режимы работы GSM модемов

GSM модемы могут работать в режиме прямой связи (как по телефону), так и с промежуточным хранением данных у оператора сотовой связи (SMS - сообщения - "Short Message Service" - "служба коротких сообщений"). Параметры, не являющиеся аварийными, целесообразно передавать с помощью SMS сообщений, поскольку они занимают 2-3 с и имеют достаточную в большинстве случаев длину (160 символов), а поэтому стоят очень дешево (у некоторых операторов сотовой связи SMS сообщения вообще не тарифицируются).

Недостатком SMS сообщений является негарантированность их доставки в определенный срок или вообще исчезновение сообщения при переполнении буфера. Однако случаи задержки сообщений на время более нескольких минут бывают достаточно редко и происходят, в основном, в праздничные дни, при перегрузке канала связи. Кроме того, сам факт отсутствия связи можно контролировать, например, с помощью периодически посылаемых тестовых сигналов подтверждения связи.

Поэтому аварийные сигналы следует передавать в режиме передачи данных после установления прямой связи между передающим и приемным модемом, а не с помощью SMS - сообщений.

Достоинством применения GSM модемов по сравнению с радиомодемами является отсутствие необходимости получать лицензию и независимость качества связи от расстояния (в пределах зоны покрытия сети).

2.2 Техническое описание рекомендуемого модема

Наиболее удачным решением как по стоимости, так и по своим техническим характеристикам, являются сотовые модемы-терминалы стандарта GSM фирмы Siemens TC35Terminal (внешний факс/модем в стандарте GSM 900/1800МГц) и MC35Terminal, который дополнительно имеет режим GPRS для передачи информации в формате электронной почты и интернета со скоростью 14,4 кбит/с.

Эти модемы готовы к использованию и комплектуются источником питания, антенной и имеют стандартный интерфейс RS-232. Управление осуществляется от компьютера или контролера по последовательному порту при помощи расширенного списка стандартных AT-команд (Hues-протокол). К модемам может быть подключена телефонная трубка.

Иногда вместо модема используют сотовый телефон. Сотовый телефон имеет меньшее количество команд и не позволяет оперативно изменять настройки модема под конкретные требования.

Модем имеет следующие преимущества перед сотовым телефоном:

- промышленное исполнение и высокая надежность;
- широкий температурный диапазон;
- GSM модем обладает большим количеством каналов (максимальная скорость 115 Мбит/с);
- установку GSM модема сможет провести даже непрофессионал, не требуется никаких специальных драйверов, операционная система распознаёт его как "Стандартный модем";
- телефоны не работают с интерфейсом RS-232 напрямую, требуется специальный соединительный кабель;
- телефоны не имеют разрешения Ростехнадзора (бывший Госгортехнадзор) для применения на опасных промышленных объектах;
- некоторые модемы имеют механизм для обнаружения факта вскрытия корпуса.

3. Вариант связи по радиоканалу

3.1. Связь с помощью радиомодема мощностью 10 мВт

Радиомодем представляет собой функционально и конструктивно законченное устройство для приема/передачи данных по радиоканалу со скоростью 4800, 9600, 19200 и 38400 бод. Модем работает в диапазоне частот $(433,92 \pm 0,2\%)$ МГц с выходной мощностью 10 мВт, для его эксплуатации не требуется получение разрешений. Модем способен работать в различных режимах (ПРОЗРАЧНЫЙ, ПАКЕТНЫЙ, РЕТРАНСЛЯТОР и др.) с развитой системой адресации, позволяя пользователю максимально гибко использовать его при построении различных конфигураций сетей беспроводной передачи данных: точка-точка, точка-много точек, точка-много точек с базовой станцией и их комбинации. Дополнительно имеется режим "прямого

доступа к радиоэффиру", благодаря чему внешнее устройство может использовать для обмена данными в эфире собственные протоколы, адресацию, кодирование и т.д. Модем предназначен для использования в различных системах сбора телеметрических данных, удаленного управления и т.д. Работая в "прозрачном" режиме, модем легко встраивается в уже построенные системы без необходимости доработки программного обеспечения.

Дальность связи зависит от скорости передачи данных и от характеристик применяемых совместно с модемом антенн и может достигать нескольких километров в условиях прямой видимости. Дальность связи можно увеличить благодаря возможности работы радиомодема в режиме РЕТРАНСЛЯТОРА. Обмен данными с источником/получателем информации осуществляется по последовательным портам RS-232 или RS-485 (скорости 1 200...57 600 бод). Входные/выходные потоки буферизируются (общий размер буфера - 32 Кбайт). Параметры, необходимые для конфигурации модема: рабочая частота, скорость обмена данными в эфире, девиация частоты передатчика, ширина полосы приемника, параметры и состав пакетов данных, включение/выключение помехоустойчивого кодирования, установки последовательного порта, адресация, режимы работы модема и другие установки задаются программированием в КОМАНДНОМ режиме с помощью команд диалогового текстового интерфейса, подаваемых по последовательному порту, и хранятся в энергонезависимой памяти модема. Для программирования можно пользоваться любой терминальной программой для персонального компьютера. Имеется также возможность удаленного (по радиоэффиру) программирования параметров.

Модем питается от источника (7...15) В. Модем выпускается в исполнении для монтажа на DIN рейку (далее - "исполнение DIN") (рис.2) и в пылевлагозащитном исполнении со степенью защиты IP65 (далее - "исполнение IP65") (рис.3).

3.1. Связь с помощью радиомодема мощностью 0,5-3 Вт

Радиомодем представляет собой функционально и конструктивно законченное устройство для приема /передачи данных и голоса по радиоканалам (расстояние между соседними радиоканалами 25 кГц) в диапазоне частот 401-469 МГц (с разбивкой на поддиапазоны). Обмен данными в радиоэффире осуществляется в одно- или двухчастотном полудуплексном режиме со скоростью 9600 или 4800 бод. Выходная мощность передатчика радиомодема регулируется и составляет 3,0 или 0,5 Вт; при соответствующем выборе антенн и их расположении это достаточно для организации радиосвязи на расстоянии около 10-20 км в условиях прямой

видимости и до 5-10 км в городе, а при необходимости покрытия больших расстояний можно воспользоваться возможностью радиомодема работать в качестве ретранслятора.

Применение этого модема требует оформления соответствующих лицензий и разрешений.

Радиомодем может работать в нескольких режимах (прозрачный, пакетный, ретранслятор и др.) с развитой системой адресации, позволяя пользователю максимально гибко использовать его при построении различных конфигураций сетей беспроводной передачи данных: точка - точка, точка - много точек, точка - много точек с базовой станцией и их комбинации.

Обмен данными с источником (получателем) информации осуществляется по последовательному порту RS 232 с аппаратным управлением потоком данных (линии CTS и RTS). Входные /выходные потоки буферизируются (размер буфера - до 8 К).

Кроме обмена данными радиомодем может использоваться и как обычная "голосовая" радиостанция без утраты своих основных функций - для этого к нему подключается внешнее устройство ("тангента ") с микрофоном и громкоговорителем.

Параметры, необходимые для конфигурации радиомодема - скорость обмена в эфире, параметры модуляции, параметры и состав пакетов данных, включение /выключение помехоустойчивого кодирования и перемежения, установки последовательного порта, адресация, режимы работы радиомодема, частоты 10-ти радиоканалов (независимые частоты приема и передачи в каждом канале) и другие установки - задаются программированием в командном режиме с помощью команд диалогового текстового интерфейса, подаваемых по последовательному порту, и хранятся в энергонезависимой памяти радиостанции.

Для программирования можно пользоваться любой терминальной программой для персонального компьютера.

Радиомодем имеет встроенный преобразователь напряжения с диапазоном входного напряжения от 10 до 50 В.

Радиомодем поставляется в двух вариантах по степени защиты: IP40 и IP65

4. Сравнительные характеристики каналов связи.

Характеристики канала связи	Проводной модем на телефонной линии связи	Проводной модем на выделенной линии связи	GSM модем	Радиомодем 10 мВт	Радио-модем 0,5-3 Вт
Дальность	Не ограничена	Не ограничена	Ограничена зоной сотовой связи	Несколько км в условиях прямой видимости	До 10 км в условиях прямой видимости
Надежность:	низкая	средняя	средняя	средняя	высокая
Зависимость от качества проводной линии	есть	есть	нет	нет	нет
Зависимость от уровня атмосферных и промышленных помех	слабая	слабая	слабая	средняя	слабая
Зависимость от загруженности коммутационного оборудования оператора связи	есть	есть	есть	нет	нет

<u>на обслуживание канала связи:</u>					
абонентская плата за телефонный канал связи	По тарифу				
оплата выделенной линии связи	По тарифу				
оплата выделенной частоты	По тарифу				
повременная оплата связи	По тарифу				
<u>Дополнительные условия:</u>	-	-	-	-	-
наличие свободной емкости на АТС	да	да	нет	нет	нет
наличие подведенной кабельной линии связи	да	да	нет	нет	нет
наличие свободной радиочастотной полосы	нет	нет	нет	да	да
наличие в зоне действующего оператора сотовой связи	нет	нет	да	нет	нет

Типовой состав работ

- Обследование объекта и составление схем прокладки кабелей от датчиков и исполнительных устройств.
- Составление ТЗ и договора.
- Проектирование системы.
- Монтаж системы в шкафу и отладка макета у Исполнителя.
- Монтаж и пусконаладка системы у Заказчика.
- Испытания системы и сдача заказчику.

Система контроля температуры и уровня в силосах элеваторов на основе компьютера

Система термометрии элеватора имеет [разрешение Госгортехнадзора](#) на применение системы на взрывопожароопасных объектах хранения и переработки растительного сырья.

Система была представлена и получила поддержку на семинаре "Совершенствование надзорной деятельности на взрывоопасных производственных объектах хранения и переработки растительного сырья", проводимой Госгортехнадзором в г. Казани, 4-8 октября 2004 г., а также на научно-практическом семинаре Госгортехнадзора для главных инженеров предприятий агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности Юга России (г. Геленджик, 13-17 сентября 2004 г.)

Ниже описывается система с обычными медными датчиками в термоподвеске. Однако нами разработана принципиально новая, цифровая термоподвеска.



Основные свойства системы "Грейн":

- температура отображается цветом во всех силосах одновременно;
- разрешающая способность 0,1 град.;
- границы нормы, предупреждения и аварийного состояния устанавливаются программно;
- программное обеспечение под Windows;
- возможность наблюдения с нескольких компьютеров;
- возможность хранения, просмотра данных и распечатки на принтере;
- число термоподвесок не ограничено.

Общее описание системы

Система "Грейн" предназначена для контроля температуры в силосах элеваторов и записи ее значений на жесткий диск компьютера с возможностью последующего просмотра и распечатки на принтере. При установке системы сохраняются существующие кабельные линии, релейные шкафы и термоподвески, которые на большинстве элеваторов выполнены по проекту 60-х годов. Предлагаемая система не заменяет старую, а дополняет ее. Это позволяет в любой момент при желании воспользоваться старой системой.

Достоинством компьютеризированной системы является возможность не только контролировать текущие значения

Достоинством компьютеризированной системы является возможность не только контролировать текущие значения температуры, но и прогнозировать тенденцию их изменения во времени, возможность оценить качество хранения сельхозсырья в элеваторе. Достоверность полученной таким способом информации не зависит от личных качеств обслуживающего персонала, как это имеет место при ручной регистрации температуры.

Система "Грейн" состоит из аппаратуры, смонтированной в шкафу, компьютера и программного обеспечения. Внешний вид шкафа с аппаратурой показан на рис. 1.



Рис.1. Внешний вид шкафа с аппаратурой системы "Грейн".

Программное обеспечение

Программное обеспечение написано для операционной системы Windows (рис.2). Температура в силосах элеватора обозначается цветом и цифрами. Зеленый цвет означает, что максимальная температура в пределах подвески находится в норме, желтый цвет означает, что температура приблизилась к аварийному значению, и красный цвет означает, что температура превысила допустимую границу. Величины этих границ устанавливаются при настройке системы с помощью окна, показанного на рис.3. Неиспользуемые силосы индицируются серым цветом. Для установки численных значений нормальной температуры, опасной и аварийной следует выполнить следующие действия:

В пункте меню "Режим работы" программы Грейн следует выбрать режим "Настройка параметров". Для этого программа попросит ввести пароль. После ввода пароля программа переходит в режим настройки, в котором оператор может ввести значения температуры. Пароль необходим для того, чтобы численные значения температур могли быть установлены только уполномоченным на это лицом.

После введения правильного пароля необходимо перейти в режим "Настройка" из появившегося меню выбрать необходимые настройки и произвести их в соответствии с настоящим руководством.

В режиме "Настройка программы" устанавливаются:

- периодичность измерения в часах и минутах (минимальный период 15 мин, максимальный до 24 часов);
- таймаут по приему данных в миллисекундах (время ожидания компьютером данных от устройства ввода по истечению которого программа посылает сообщение о неисправности устройства);
- время подготовки данных в миллисекундах (пауза с момента переключения реле в шкафу управления до начала измерения данных, необходимая для переключения реле в релейных шкафах и установления сигнала на измерительной линии);
- калибровочные коэффициенты, для датчиков на термоподвесках и датчика наружной температуры (определение значений коэффициентов см. в разделе "Методика сквозной калибровки");
- усреднение данных по заданному количеству измерений (максимальное значение 25), позволяющее повысить точность измерений при воздействии на измерительные цепи внешних помех.

В режиме "Выбор порта соединения" указывается номер COM-порта компьютера, к которому подключается шкаф управления.

Настройки "Активизировать все силосы", "Деактивизировать все силосы", "Задать температуру для всех силосов", позволяют ставить под контроль все силосы или снимать с контроля все силосы одновременно, а также задавать одинаковые предельные значения температур для всех силосов.

Режим "Изменить пароль доступа" позволяет задать новый пароль. с помощью которого предотвращается несанкционированное изменение настроек, (пароль установленный при первоначальной инсталляции программы - rlda). Если пароль утерян, удалите программу Грейн с компьютера через Панель Управления, или путем выполнения файла Unwise.exe, находящегося в той же папке, куда установлен Элеватор. После этого повторите установку

комплекса. Файлы данных при этом не теряются.

Настойка "Работа программы" позволяет в режим "Сервер" управлять сбором данных, при переводе ее в режим "Клиент" - только наблюдать за сбором данных, что возможно осуществить с любого компьютера, подключенного к локальной сети при этом необходимо в настройке "Директория с данными" указать путь к папке в которой программа в режиме "Сервера" сохраняет данные.

В режиме "Настройка" можно щелкнуть мышкой по номеру силоса, для которого Вы желаете изменить граничные значения температур. В появившемся после этого окне (рис.3), нужно ввести значение предельной температуры (если текущее значение температуры ниже предельной, то квадрат с номером силоса будет закрашен зеленым цветом, если выше - то желтым) и значение критической температуры (если температура выше критической, то номер силоса будет на красном фоне). В этом же окне можно отключить от контроля (деактивизировать) или подключить на контроль (активизировать) настраиваемый силос путем удаления или установки "галочки" в окне "Контролировать объект". Если данный силос не нужно контролировать (например, если он пустой), то следует снять флажок с квадрата "Контролировать объект" (рис.3). Если флажок не установлен, а температуру контролировать необходимо, то нужно щелкнуть мышкой по этому квадрату, и флажок появится. После выполнения необходимых установок следует нажать кнопку "Применить". Если сделанные изменения не нужно принимать, то нажмите кнопку "Закрыть".

После того как все настройки выполнены, необходимо перейти в режим работы "Наблюдение за системой".

Построение графиков изменения температуры

Просмотр графиков изменения температуры в силосах осуществляется с помощью отдельной программы "GrainViewer.exe", которая выбирает из папки данных "Data", результаты измерения температуры по заданным силосам и за заданный промежуток времени. Выбор контролируемых силосов выполняется в режиме "Настройка". При этом в режиме настройки "Линии" указываются номера контролируемых силосов и цвет линии графика для каждого из контролируемых силосов.

В режиме настройки "Временной диапазон" появляется окно (рис.4), в котором можно выбрать начальную и конечную дату, в интервале между которыми будет построен график изменения температуры во времени. В режиме настройки "Цвета Chart" можно изменить по своему вкусу цвет фона, цвет линий осей, цвет сетки, цвет надписей. В режиме настройки "Директория", указывается путь к директории с данными, отображаемыми на графиках. И наконец режим обновить служит для перерисовки графиков с учетом последних полученных результатов измерений. Если набор контролируемых силосов желательно сохранить для последующих просмотров, то необходимо выбрать опцию основного меню "Файл" и сохранить настройки в файле. При последующих запусках программы построения графиков "GrainViewer.exe", достаточно будет в режиме "Файл" открыть сохраненный файл, чтобы восстановить все сделанные Вами настройки. Сохраняя различные настройки в разных файлах Вы можете иметь целую библиотеку различных удобных для Вас настроек. Обращаем Ваше внимание на то, что на графике отображается наибольшая температура на термоподвеске.

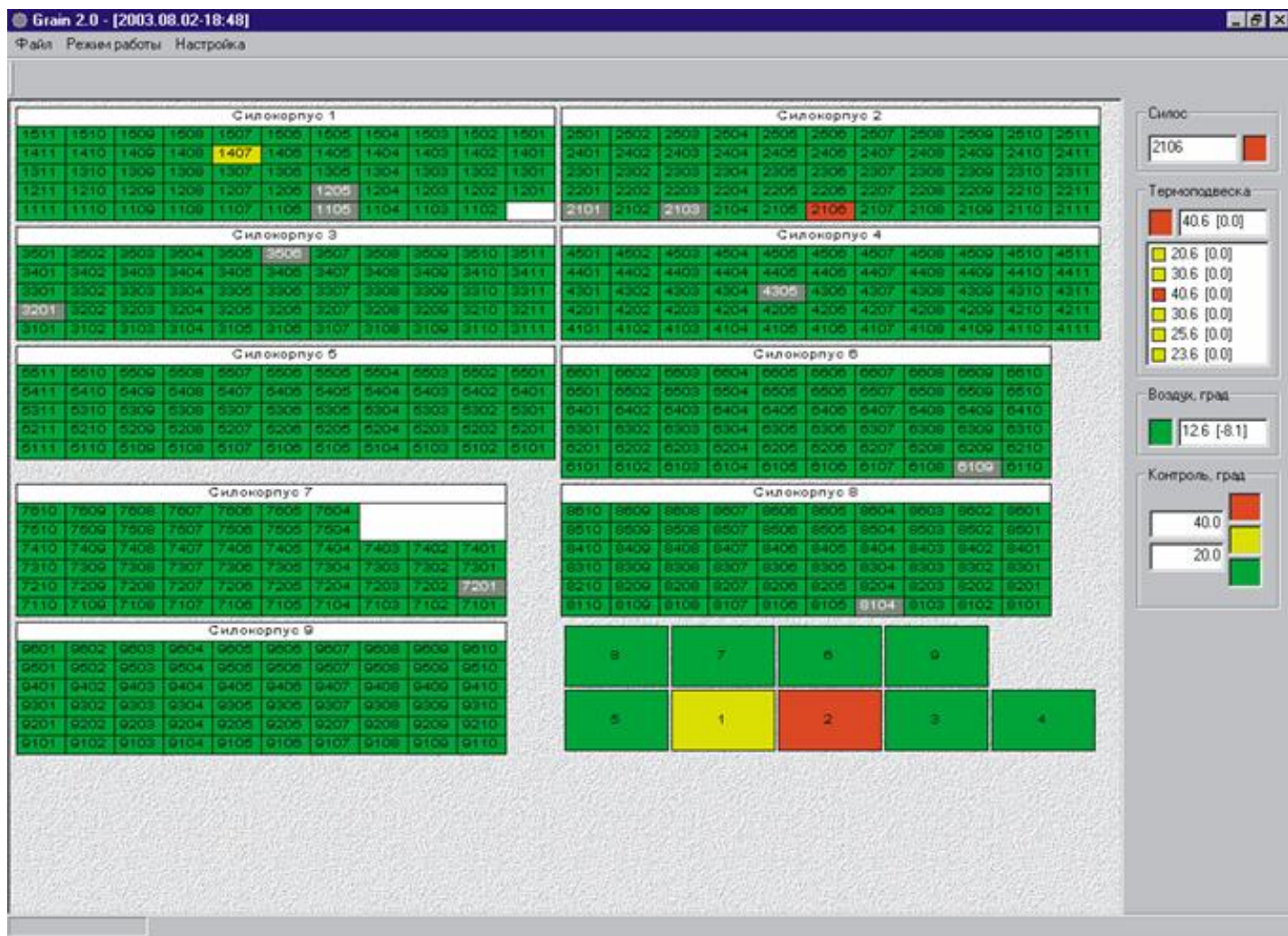


Рис.2. Внешний вид операторского интерфейса программы "Грейн".

Временной диапазон

Начало отсчета
 24.07.03 15:41:00

Конец отсчета
 28.07.03 16:41:00

Закреть Применить

Рис.3. Окно для установки граничных значений температур.

Временной диапазон

Начало отсчета
 24.07.03 15:41:00

Конец отсчета
 28.07.03 16:41:00

Закреть Применить

Рис.4. Окно задания диапазона времен для просмотра графика изменения температуры во времени.



Рис.5. Графики изменения температуры в двух силосах (1407 и 1111).

Инсталляция программы

Для установки программы Grain на компьютер нужно скопировать с компакт-диска, который поставляется в комплекте с аппаратурой, папку "ЭлеваторS" на жесткий диск компьютера. Далее раскрыть эту папку и запустить на исполнение программу-инсталлятор Grain.exe, которая в диалоговом режиме установит программу Grain на компьютер. Во время инсталляции создается папка "RLDA Grain 2.0", расположенная в директории C:\Program Files или другой указанной во время инсталляции директории. После инсталляции программа готова к работе.

Для приведения программы в действие необходимо запустить на исполнение файл Grain.exe, находящийся после инсталляции программы в папке "RLDA Grain 2.0". В этой же папке находятся:

- папка Data, в которой будут сохраняться все данные об измеренных значениях температуры;
- файл distribution.dat, в котором в текстовой форме представлено распределение термоподвесок по шкафам корпусов;
- файл geometry.dat, в котором в текстовой форме представлено пространственное расположение силосов по корпусам;
- файл GreinViewer.exe, предназначенный для построения графиков изменения температуры по силосам;
- файл settings.dat, предназначенный для сохранения в текстовой форме предельных значений температур, заданных для контролируемых силосов;
- служебные файлы install.log и Mfc42.dll;
- файл Unwise.exe, предназначенный для деинсталляции (удаления программы).

Файлы distribution.dat и geometry.dat дают возможность менять отображение силосов на экране монитора компьютера, поэтому пользователь может редактировать их самостоятельно.

Программа GreinViewer.exe может использоваться для отображения графиков изменения температуры. Установив программу на любом компьютере локальной сети, пользователь имеет возможность просмотреть графики температур с помощью пункта меню Файл программы GrainPViewer.exe.

Описание аппаратной части системы

Аппаратная часть системы состоит из обычного IBM PC совместимого компьютера и устройства управления, расположенного в шкафу размерами 320х470х160 мм. Аппаратная часть устройства управления соединяется с компьютером через интерфейс "токовая петля". Одновременно данные можно наблюдать на нескольких компьютерах, хотя управляющим компьютером может быть только один.

Принцип действия системы основан на дублировании механических галетных переключателей электромагнитными реле, которые управляются программой из компьютера. При этом полностью сохраняется возможность ручного управления, которая существовала до установки системы "Грейн". Одновременно появляется способность системы опрашивать датчики элеватора и записывать полученные данные в память компьютера с одновременным отображением температуры на экране монитора.

Описанный принцип построения системы не вносит дополнительных погрешностей в процесс измерения и не требует дополнительной калибровки, поскольку электрические сигналы, которые в старой системе подавались на стрелочный измерительный прибор, в описываемой системе подаются на вход аналого-цифрового преобразователя для последующего ввода в ЭВМ.

Система позволяет осуществлять контроль температуры одновременно несколькими компьютерами, которые могут быть расположены в разных зданиях.

Подключение блока управления

Блок управления состоит из 32-х электромагнитных реле, программно-управляемых от компьютера через устройство вывода дискретной информации, при этом 9 из них (реле №1-№9) управляют подключением корпусных линий, 5 – (реле №10-№14) подключением коммутационных шкафов, 12 – (реле №15-№26) подключением термоподвесок, 6 – (реле №27-№32) подключением датчиков на термоподвеске. Подключение корпусов и шкафов осуществляется в порядке возрастания их номеров, подключение термоподвесок в порядке, определяемом из распределением по шкафам, которое отражается в файле distribution.dat, подключение датчиков в порядке их расположения на термоподвеске, начиная с верхнего и заканчивая нижним.

Контроль и поддержание микроклимата в теплицах на базе компьютера - автоматическая система "Агротерм"



Тепличный комплекс
ООО "Солнечное"
Аксайского р-на
Ростовской области,
площадь 6 Га

Установка датчика влажности в
теплице

Большие шкафы со старинным
оборудованием теперь можно
заменить одним компьютером и
системой "RealLab!" размером с
компьютер

Рис.1.

Система "Агротерм" используется в теплице ООО "Солнечное" Ростовской области (6 га) с 2001 г., в ОАО "Солнечный" Ставропольского края (7 га) с января 2002 г., в совхозе "Тепличный" г. Шахты (9 га) с 2002 г., в СПК "Калтанский" Кемеровской обл. (20 га) с 2004 г., в ОАО АК «Горьковский» (20 га) с 2004 г., СПК "Тепличный" Волгоградской обл. (12 га) с 2005 г.

Назначение

Система "Агротерм" предназначена для контроля и автоматического управления температурным режимом в промышленных теплицах (рис.1). Основным интеллектуальным узлом системы является персональный компьютер. Система может использоваться персоналом, не имеющим специальных навыков в работе с компьютером, и решает следующие задачи:

- отображение на экране компьютера температуры, положений клапанов и другой технологической информации в виде сводной таблицы (рис. 2);
- построение графиков (рис. 3) изменения температуры;
- хранение в архиве и воспроизведение данных за любой промежуток времени (несколько лет);
- распечатка на принтере необходимых данных о температурных режимах;
- автоматическое поддержание заданной температуры и влажности с помощью алгоритмов автоматического регулирования;
- контроль состояния технологического оборудования (включено/выключено, температура обмоток двигателей, уровень вибрации и др.);
- переход на зимний, летний, осенне-весенний и дневной/ночной режим работы;
- управление приводами фрамуг;
- сообщение оператору о выходе контролируемых параметров за допустимые пределы;

- запись аварийных ситуаций в файл;
- управление фрамугами в зависимости от направления ветра;
- обеспечение возможности периодической калибровки измерительных каналов системы и внесения поправок в алгоритм ее функционирования пользователем, не имеющим специальных знаний по работе с компьютером (например, инженером КИП).

Система обеспечивает подключение любых видов датчиков, включая:

- аналоговые датчики температуры (воздуха внутри и снаружи теплицы, почвы, воды в контурах отопления, кровли, питательного раствора и др.);
- цифровые датчики температуры;
- цифровые датчики влажности;
- датчики давления (атмосферного и воды в контурах отопления);
- скорости и направления ветра;
- датчики атмосферного давления;
- датчики концентрации CO₂;
- датчики освещенности.

Перечень задач, решаемых системой, может быть сокращен или расширен по желанию заказчика.

Общее описание системы

Система "Агротерм" включает в себя шкаф комплектной автоматики (рис. 4), датчики, компьютер и программное обеспечение.

Шкаф комплектной автоматики содержит модули ввода аналоговых и дискретных сигналов, модули релейного вывода. Модули соединяются между собой промышленной сетью на основе интерфейса RS-485 и могут располагаться в разных шкафах, исходя из удобства монтажа системы. Расстояние между шкафами, а также между шкафами и компьютером может достигать 1,5 км. Входы модулей отделены от интерфейса и блоков питания оптической развязкой с напряжением изоляции 2500 В. Расстояние от датчиков температуры и влажности до устройства ввода данных в компьютер - до 500 м. Предельное количество датчиков, которые можно подключить к одному компьютеру, равно 3072 шт. В системе может быть использовано несколько компьютеров, объединенных в сеть Ethernet.

В качестве датчиков температуры воздуха могут быть использованы резистивные термопреобразователи типа ТСМ-50 или цифровые датчики DS18B20. Требуемое количество датчиков и места их расположения задаются технологом теплицы. Для контроля температуры почвы или раствора при гидропонной технологии датчик погружают в контролируемую среду.

Поддержание заданной температуры в теплице с погрешностью не хуже $\pm 0,5$ °C осуществляется с помощью ПИД регулятора, модифицированного для систем с большой транспортной задержкой. Используются также алгоритмы, позволяющие учесть диспетчерский опыт оператора при ручном управлении теплицами. Электромагнитные реле на выходе системы позволяют управлять пусковыми устройствами исполнительных механизмов любой мощности.

Программное обеспечение

Программное обеспечение позволяет отображать на экране монитора температуру одновременно во всех теплицах в виде сводной таблицы (рис. 2), в виде графика (рис. 3) или с помощью мнемосхемы. Одновременно отображается состояние форточек, калориферов,

перепускных клапанов и другой технологической информации. Состав отображаемой информации задается заказчиком в техническом задании. При выходе контролируемого параметра за границы допуска строка таблицы с соответствующим номером теплицы отображается красным цветом (рис. 2). Возможно звуковое оповещение об аварийной ситуации и запись всех событий в журнал.

Взаимодействие между заказчиком и исполнителем

Система может быть сконфигурирована для нужд конкретного заказчика в соответствии с его требованиями. Имеется также широкий диапазон вариантов исполнения системы в зависимости от требований к надежности и цене.

Типовой процесс выполнения работы состоит из обследования объекта, разработки и согласования технического задания, проектирования системы и программного обеспечения, шеф-монтажа и пусконаладки. Цена системы, включая перечисленные выше работы, составляет от 100 тыс. руб. и более в зависимости от количества теплиц, количества датчиков и выполняемых функций контроля и управления.



Рис. 2. Общий вид аппаратной части системы, установленной нами в совхозе "Тепличный", г. Шахты Ростовской области

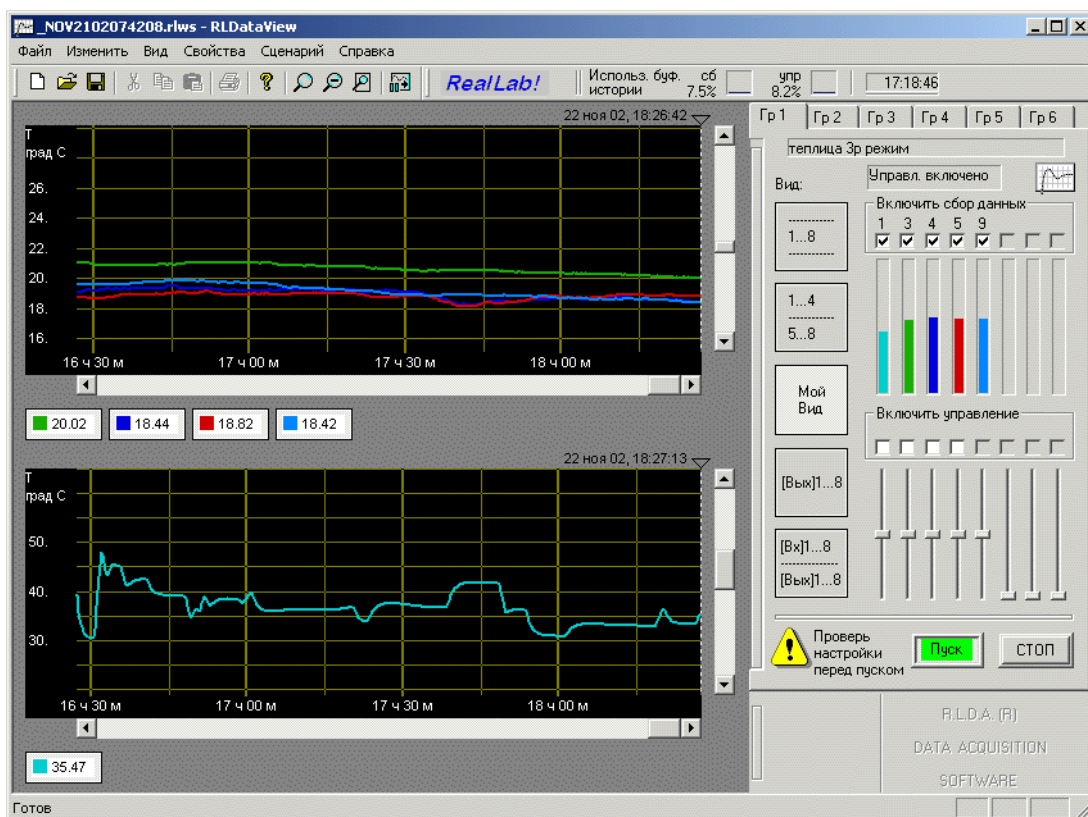


Рис.3. Отображение графиков температуры воздуха (вверху) и процесса регулирования температуры горячей воды за перепускным клапаном (внизу) при поддержании температуры в тепличном комплексе ОАО "Солнечный" Ставропольского края, Изобильненский р-н, пос.Солнечнодольск, площадью 6 Га. Результаты превзошли все ожидания. Германская система, которая раньше использовалась с этой же целью, стабилизировала температуру гораздо хуже.

Ср. дек 08 04, 11:43:20 БЛОК 1						Ср. дек 08 04, 11:43:25 БЛОК 2						Сб. дек 11 04, 23:43:49 БЛОК 3					
ТЕПЛ.	ЗАДАН.	ИЗМЕР.	КАЛОР.	ВЕРХ.	НИЖН.	ТЕПЛ.	ЗАДАН.	ИЗМЕР.	КАЛОР.	ВЕРХ.	НИЖН.	ТЕПЛ.	ЗАДАН.	ИЗМЕР.	КАЛОР.	ВЕРХ.	НИЖН.
1	16,0	16,1	-	-	-	23	16,0	16,3	-	-	-	45	16,0	16,1	-	-	-
2	16,0	16,5	-	-	+	24	16,0	17,2	-	-	-	46	16,0	15,2	-	-	-
3	16,0	16,3	-	-	-	25	16,0	18,3	-	-	-	47	16,0	16,1	-	-	-
4	16,0	14,4	-	-	-	26	16,0	16,5	-	-	-	48	16,0	16,5	-	-	+
5	16,0	16,1	+	-	+	27	16,0	15,4	+	-	-	49	16,0	15,4	-	-	+
6	16,0	16,2	-	+	-	28	16,0	15,5	-	+	-	50	16,0	16,1	+	+	+
7	16,0	16,1	-	-	+	29	16,0	15,4	-	-	+	51	16,0	15,4	-	-	-
8	16,0	16,3	-	-	-	30	16,0	15,3	-	-	-	52	16,0	16,6	-	-	+
9	16,0	16,2	+	-	-	31	16,0	16,6	+	-	-	53	16,0	15,5	-	-	-
10	16,0	16,4	-	-	-	32	16,0	16,3	-	-	-	54	16,0	15,4	-	-	-
11	16,0	16,2	-	-	+	33	16,0	16,3	-	-	-	55	16,0	15,6	-	-	-
12	16,0	16,1	+	-	-	34	16,0	16,2	+	-	-	56	16,0	16,4	+	-	-
13	16,0	16,3	-	-	-	35	16,0	16,4	-	-	-	57	16,0	15,2	-	+	-
14	16,0	16,2	+	-	+	36	16,0	16,3	-	+	-	58	16,0	16,2	+	-	-
15	16,0	16,4	-	-	-	37	16,0	16,1	-	-	-	59	16,0	15,1	-	+	-
16	16,0	16,3	-	+	-	38	16,0	16,6	-	+	-	60	16,0	15,4	-	-	+
17	16,0	16,2	-	+	+	39	16,0	16,7	-	-	-	61	16,0	16,3	+	-	-
18	16,0	17,0	-	-	-	40	16,0	16,4	-	-	+	62	16,0	16,5	-	-	-
19	16,0	16,1	-	-	-	41	16,0	16,4	-	-	-	63	16,0	15,3	-	-	-
20	16,0	17,0	-	-	-	42	16,0	16,3	-	-	-	64	16,0	16,0	-	-	-

Температура ниже допустимой

Температура выше допустимой

ВНИМАНИЕ! Управление из блока

Рис.4. Сводная таблица параметров трех блоков теплиц площадью 9 га в СПК "Калтанский" Кемеровской обл. Установлена в 2004 г.

Регистратор аварийных процессов в энергосистемах

Введение

Регистратор аварийных процессов предназначен для сбора, обработки и хранения в энергонезависимой памяти информации об аварийных процессах в энергетических системах.

Зарегистрированный процесс хранится в виде файла и может быть просмотрен на экране одного или нескольких компьютеров, распечатан на бумажном носителе или передан по трактам телемеханики на различные уровни управления энергосистемой.

Целью применения регистратора является анализ причин аварии, установление места повреждения, а также диагностика правильности работы оборудования систем защиты и коммутации.

Поскольку разные объекты энергетики имеют различные требования к перечню сигналов, критериям возникновения аварий, временному интервалу регистрации и к другим параметрам, предлагаемый регистратор создан как модульное изделие, состав которого и набор выполняемых функций определяются требованиями конкретного заказчика.

Принцип действия и состав системы

Основу системы составляют контроллеры и модули RealLab серии NL нашего предприятия. Сбор данных выполняется в контроллеры NLcon, в которых они хранятся в кольцевом буфере длиной 7 тыс. отсчетов на канал (6 сек записи). Каждый контроллер может работать в режиме как аналогового, так и дискретного ввода. Контроллеры имеют интерфейс Modbus, что позволяет соединять их не только между собой для наращивания количества каналов, но и объединять в систему АСУ стандартными средствами, на основе OPC сервера.

При возникновении аварийного события все контроллеры синхронно сохраняют информацию длиной 1 сек до аварии и 5 сек после. Данные переписываются из оперативной памяти в энергонезависимую флэш-память и предоставляется для дальнейшей обработки компьютером через OPC сервер. После этого контроллеры переходят в обычный режим слежения за событиями.

Отличительной особенностью системы является наличие интерфейса RS-485, что позволяет располагать 16-канальные модули системы не только в одном шкафу, но и на большом (до 1 км) расстоянии друг от друга. Это упрощает электрический монтаж, уменьшает суммарную длину соединительных кабелей и улучшает ремонтпригодность системы.

Данные об аварии могут быть переданы по радиоканалу, телефонной линии или GSM модему в верхние уровни АСУ предприятия.

Критерии срабатывания защиты (превышение или понижение напряжения сети за установленные границы, изменение значений дискретных сигналов и т.д.) могут формулироваться покупателем самостоятельно на основе встроенного языка скриптов.

Технические характеристики

Регистратор имеет следующие технические характеристики:

- частота опроса аналоговых входов - 1200 Гц;
- частота опроса дискретных входов - 1200 Гц;
- погрешность измерений - не более 1%;
- количество входов - по заказу, от 8 до 256;
- время записи до аварии - 1 с;
- время записи после аварии - 5 с;
- диапазон входных напряжений 0...500 В;
- диапазон входных токов $\sim 1\text{А}$, $\sim 5\text{А}$, $\pm 5\text{мА}$; $\pm 10\text{мА}$; $\pm 50\text{мА}$;
- сопротивление токового входа не более 0,01 Ом;
- групповая гальваническая изоляция входов 2500 В;
- кратность перегрузки по напряжению - 2;
- кратность перегрузки по току - 30 раз;
- типы дискретных входов: "сухой контакт" или напряжение до 400 В;
- встроенный цифровой фильтр для исключения реагирования на короткие выбросы;
- напряжение питания - любое в диапазоне от 10 до 36 В постоянного тока или $\sim 220\text{ В}$.

Открытость системы

Предлагаемая система удовлетворяет международным стандартам по протоколу передачи данных (протокол Modbus), по аппаратному интерфейсу (RS-485 и RS-232), по взаимодействию со стандартными SCADA пакетами (OPC сервер). Поэтому система позволяет наращивать функциональные возможности любым оборудованием, удовлетворяющим перечисленным стандартам и может быть подключена к АСУ предприятия.

Программное обеспечение

Программное обеспечение выполняет следующие функции:

- визуализация собранных данных;
- сигнализация об аварии;
- ведение архива аварийных ситуаций;
- распечатка данных об аварии;
- установка критериев аварии;
- возможность отображения информации на нескольких компьютерах, объединенных в сеть;
- разграничение доступа к настройкам системы для различных групп пользователей.

Программное обеспечение имеет встроенный скрипт для обработки принимаемых данных, который позволяет помимо задач регистрации процессов использовать систему в роли самописца для регистрации действующего значения напряжений и токов, температур, напряжений и сигналов от любых датчиков со стандартными потенциальными или токовыми выходами. Регистрация в режиме самописца выполняется с интервалом 1 с или более.

Проектирование, изготовление и поставка шкафов и щитов комплектной автоматики для машиностроения и других отраслей промышленности

НИЛ АП выполняет работы по проектированию и изготовлению шкафов (щитов) комплектной автоматики для различных отраслей промышленности. Используемые средства автоматики спроектированы для работы на опасных промышленных объектах в жестких условиях эксплуатации на территории России. Аппаратные средства автоматики превосходят по техническим характеристикам зарубежные аналоги и имеют разрешение Ростехнадзора на применение, сертификат утверждения типа и включены в Госреестр средств измерений. НИЛ АП выполняет также полный спектр работ по проектированию, монтажу, пусконаладке АСУ ТП и обучению персонала.



Назначение

Предлагаемые шкафы комплектной автоматики могут быть использованы в технологических линиях, станках, агрегатах:

- для вновь спроектированного оборудования;
- для замены устаревших щитов КИП и А;
- для увеличения точности поддержания технологических режимов;
- для приведения систем автоматики в соответствие с действующими требованиями Ростехнадзора;
- для увеличения надежности оборудования и др.

Выполняемые функции

Комплектные шкафы автоматики могут выполнять, например, следующие функции:

- управление технологическим оборудованием;
- контроль и измерение технологических параметров и параметров состояния оборудования;
- оперативное выявление аварийных и предаварийных ситуаций, отклонений технологического процесса от заданных режимов;
- формирование сигнализаций (звуковой, световой и на экране компьютера) для оповещения персонала о выходе параметров техпроцесса за границы допуска и в аварийных ситуациях;
- технологические блокировки и автоматическая защита технологического оборудования при возникновении аварийных ситуаций;
- диагностика состояния системы;
- автоматическое включение резервного оборудования;
- другие функции по требованию заказчика.

Шкафы могут иметь любую степень защиты по ГОСТ 14254-80.

Программное обеспечение

Применяемые контроллеры имеют стандартный OPC сервер, обеспечивающий подключение при необходимости компьютера со SCADA пакетом, и программируются на стандартном технологическом языке IEC 61131.

Аппаратное обеспечение

Предлагаемая система включает в себя модули ввода-вывода RealLab серии NL и промышленные контроллеры с интерфейсом RS-485 и стандартным протоколом Modbus RTU. Для подключения датчиков и исполнительных механизмов, находящихся во взрывоопасной зоне, используются искробезопасные барьеры.

Контроллеры технологических защит выполняются по схеме со 100%-ным "горячим" резервированием.

Основные технические характеристики

Шкафы комплектуются с использованием открытых международных стандартов, что обеспечивает их совместимость с аппаратурой и программным обеспечением других производителей. Предусмотрены специальные меры для обеспечения промышленной безопасности, перечисленные ниже. Основные характеристики модулей системы:

- температурный диапазон от -40 до +70 °С;
- спроектированы с учетом ГОСТов, РД, ПУЭ, Постановлений Ростехнадзора, отраслевых требований;
- возможность горячей замены модулей (без отключения питания);
- аппаратные средства диагностики обрыва и к.з. датчиков;
- двойной сторожевой таймер (в каждом модуле и на уровне системы), предохраняющий систему от "зависаний";
- возможность предустановки значений "безопасных состояний" на выходах в первый момент после включения и в случае "зависания" управляющего компьютера (контроллера);
- два уровня гальванической изоляции 2,5 кВ;
- 11 видов защит: от неправильного подключения полярности источника питания; превышения напряжения питания; перенапряжения по входу; короткого замыкания по выходу; перегрузки по току нагрузки; перенапряжения по выходу; перегрева выходных каскадов; электростатических разрядов по выходу, входу и порту RS-485; выбросов напряжения при индуктивной нагрузке; перегрева каскадов порта RS-485; короткого замыкания клемм порта RS-485;
- относительная влажность до 95% в корпусе IP20 или до 100% в корпусе IP66;
- вибрации в диапазоне 10...55 Гц с амплитудой до 0,15 мм;

- продолжительность непрерывной работы - 10 лет;
- срок службы изделия - 20 лет;
- наработка на отказ - не менее 100 тыс. час.;
- русскоязычная документация и техническая поддержка.

Многоканальная система измерения температуры с помощью цифровых датчиков фирмы Dallas и контроллера RealLab! NL-DSCon



Рис.1. Макет 64-канальной системы измерений температуры с помощью цифровых датчиков фирмы Dallas.

Цифровые 12-разрядные полупроводниковые датчики фирмы Dallas содержат на полупроводниковом кристалле датчик температуры и аналого-цифровой преобразователь. Это позволяет избавиться от погрешности измерения, вызванной шумами в контактах, сопротивлением подводящих проводов и электромагнитными наводками, которые имеют место при измерении температуры с помощью аналоговых датчиков.

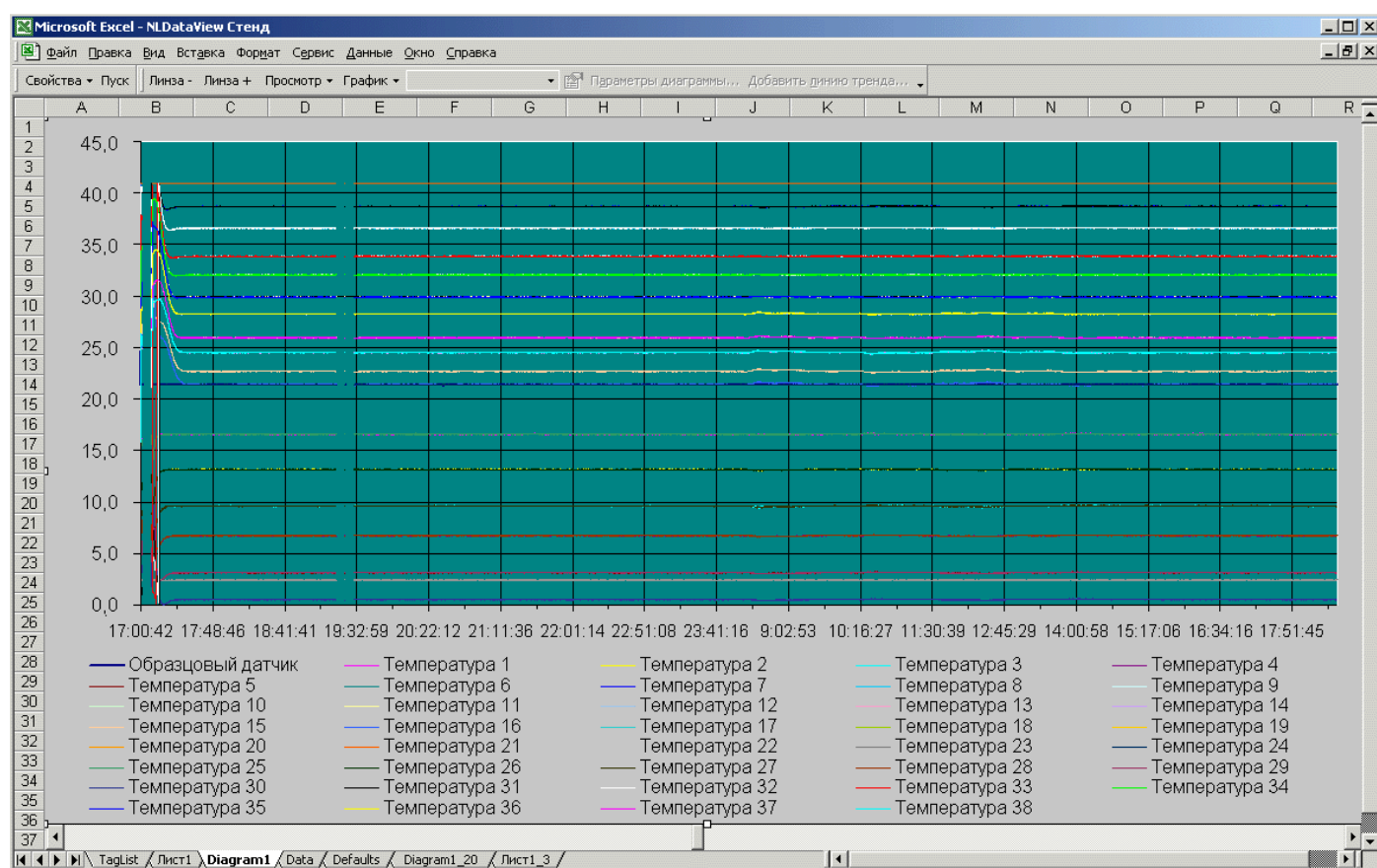
Система измерения температуры состоит из контроллера (слева внизу на рис.1), клеммных блоков, позволяющих подсоединить как угодно много датчиков (в нашем примере на рис.1. показана система с 64 датчиками), преобразователя интерфейсов RS-485 в RS-232 и блока питания. Система подключается к обычному офисному или промышленному компьютеру. Контроллер имеет интерфейс RS-485, что позволяет разместить систему на расстоянии до 1,2 км от компьютера и использовать контроллер не только самостоятельно, но и в составе промышленной сети на основе интерфейса RS-485, с протоколом MODBUS ASCII.

Программное обеспечение системы состоит из OPC сервера NLogics и программы NLDataView для сбора данных и просмотра графиков в среде MS Excel. OPC сервер позволяет подключить систему к любой стандартной SCADA, а также к MATCAD, LabView, MS Excel.



Рис.2. Процесс настройки 300-канальной системы для мониторинга температуры на складе для хранения медицинских препаратов

Программа NLDataView (см. рис.3) позволяет выполнять сбор данных на лист MS Excel (32000 x N временных точек в один файл), где N - количество датчиков. Для Pentium 3/ 500 МГц/150 Мб ОЗУ при увеличении количества датчиков более 100 сбор данных существенно замедляется. Количество графиков на одном листе может быть произвольным и таких листов может быть несколько. Программа использует все возможности MS Excel, однако дополнительно для графика сделана полоса прокрутки и "лупа", а также простые органы управления подключением оборудования. Более подробное описание программы NLDataView скоро будет размещено на нашем вебсайте.

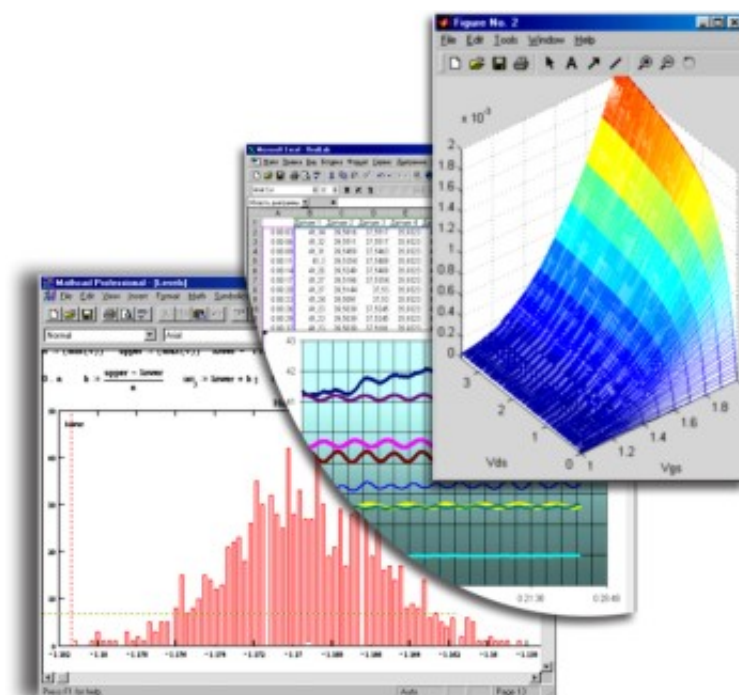


Лабораторная автоматизация. Компьютер управляет лабораторным оборудованием

Назначение

Предлагаем комплекс средств для лабораторной автоматизации с применением компьютера, который позволяет решить следующие задачи:

- построение графиков изменения температуры, давления, концентрации, pH, влажности и других параметров от времени или других параметров эксперимента;
- автоматическое поддержание или изменение по заданному закону параметров эксперимента;
- управление оборудованием, приборами, установками по заданному алгоритму (например, вольтметром, насосом, клапаном, освещением, нагревателем, вентилятором, миксером, весами, дозатором и т.п.);
- измерение и построение графиков изменения параметров эксперимента в реальном времени (как многоканальный самописец);
- хранение собранной информации на жестком диске компьютера, экспорт в файлы любого формата и последующая обработка данных.



Типы датчиков

Система обеспечивает работу с любыми датчиками, в том числе:

- температуры (термопары, термопреобразователи сопротивления, терморезисторы)
- влажности
- давления
- веса
- ускорения
- pH
- концентрации H₂, CO₂

Погрешность измерений до 0,05%, разрешающая способность 16 бит

Программное обеспечение

Предлагаемая аппаратура работает с программами MATLAB, MathCAD, MS Excel, LabView, VBA, VC+, Delphi и другими, поддерживающими OPC или COM технологию.

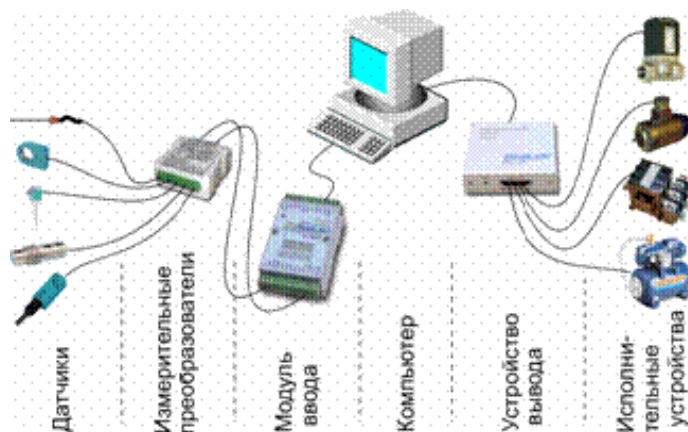


Рис.1. Подключение к компьютеру датчиков и исполнительных устройств

Принцип действия

Общая структура системы показана на рис.1. Датчики подключаются к порту COM или USB компьютера через устройства ввода; исполнительные механизмы (реле, клапаны, двигатели, и др.) - через устройства вывода. Алгоритм работы системы описывается, например, на языке бэйсик в MS Excel или языке MatLab. Система работает с вводимыми и выводимыми из компьютера физическими величинами как с переменными программы.

Компьютерный самописец медленных процессов

Введение

Компьютерный самописец предназначен для сбора и хранения в памяти компьютера разнообразный сигналов, поступающих на вход самописца с частотой не более 10 Гц для одного канала или $10/N$ Гц для N каналов.

Зарегистрированный процесс хранится в виде файла и может быть просмотрен на экране одного или нескольких компьютеров, распечатан на бумажном носителе или передан по различным телекоммуникационным каналам.

Принцип действия и состав системы

Основу системы составляют модули ввода-вывода RealLab НИЛ АП. Сбор данных выполняется с помощью модулей ввода сигналов термопар, термопреобразователей сопротивления, цифровых датчиков, унифицированных токовых сигналов 0-20, 4-20 мА, 0-5, 0-10 В и др. Система позволяет подключить любые типы датчиков по желанию заказчика.

Система может регистрировать не только аналоговые, но дискретные сигналы, для которых используются дискретные модули ввода.

Особенностью предлагаемого самописца является возможность наращивания количества каналов от 4 до нескольких тысяч каналов. наращивание каналов выполняется путем соединения модулей ввода через интерфейс RS-485. Наличие интерфейса RS-485 позволяет располагать модули системы не только в одном шкафу, но и на большом (до 1 км) расстоянии друг от друга. Это упрощает электрический монтаж, уменьшает суммарную длину соединительных кабелей и улучшает ремонтпригодность системы.

Модули ввода имеют интерфейс ADAM ASCII или Modbus, что позволяет соединять их не только между собой, но и объединять в систему АСУ стандартными средствами, на основе OPC сервера.

Технические характеристики

Самописец имеет следующие технические характеристики:

- частота опроса аналоговых входов - $10/N$ Гц, где N - число каналов;
- погрешность измерений - не более 0,1% для универсальных аналоговых входов и входов термопреобразователей сопротивления и до 2...4 град для термопар;
- количество входов - по заказу, от 8 до 4000;
- групповая гальваническая изоляция входов 2500 В;
- встроенный цифровой фильтр для исключения влияния помехи с частотой 50 Гц;
- напряжение питания - любое в диапазоне от 10 до 36 В постоянного тока или ~220 В.

Программное обеспечение

Программное обеспечение выполняет следующие функции:

- визуализация собранных данных;
- сигнализация о выходе параметра за заданные границы;
- экспорт данных в MS Excel, Matlab, MathCAD;

- распечатка данных;
- возможность отображения информации на нескольких компьютерах, объединенных в сеть.

Компьютерное управление уличным освещением

Введение

Автоматизированное управление уличным освещением и освещением реклам дает следующие преимущества:

- достигается экономия электроэнергии до 20...50% благодаря строгому соблюдению графика понижения и распределения мощности для вечернего и ночного освещения, а также сокращению эксплуатационных расходов;
- просто решаются задачи распределения (оптимизации распределения) мощности между городскими автомагистралями, транспортными развязками, пешеходными зонами, освещением дворов, школ, больниц и т.д. в разное время суток;
- сокращается численность обслуживающего персонала, занятого управлением уличным освещением;
- исключаются случаи, когда освещение включается или выключается не в установленное время;
- автоматически регистрируются и хранятся в памяти компьютера напряжение, ток и потребляемая электроэнергия для различных зон уличного освещения;
- оперативно обнаруживаются места повреждения осветительной сети.

Типовой город насчитывает от единиц до десятков тысяч светильников, которые подключены к сотням пунктов питания; протяженность линий осветительной сети достигает сотен километров. В этих условиях наиболее эффективным способом дистанционного (телемеханического) сбора информации с контролируемых пунктов освещения и управления ими является использование сотовой сети связи через GSM модемы в режиме SMS, GPRS или передачи цифровых данных по голосовому каналу. Возможно также применение радиомодемов и телефонных линий связи.

Состав системы

Система управления уличным освещением имеет две модификации: модификацию с минимальной стоимостью и модификацию с полными функциональными возможностями.

Модификация минимальной стоимости включает в себя только автоматику контролируемого пункта, которая состоит из:

- программируемого контроллера с часами реального времени NLcon-1AT;
- 8-канального устройства вывода дискретных сигналов RL-8RC;
- блока питания.

Поскольку контроллер имеет часы реального времени, в него закладывается программа управления на год, которая и управляет уличным освещением по заданному графику. Контроль предохранителей, фазных напряжений и токов осуществляется без участия автоматики.

Модификация с полными функциональными возможностями дополнительно содержит:

- GSM модем (или радиостанцию, телефонный модем);
- модули ввода аналоговых сигналов;
- измерительный трансформатор напряжения;
- измерительный трансформатор тока;
- измерительный преобразователь напряжения;
- датчик охранной сигнализации.

Пункт централизованного диспетчерского управления системой содержит:

- компьютер с принтером;
- GSM-модем;
- диспетчерское программное обеспечение.

Выполняемые функции

Модификация минимальной стоимости позволяет только включать и выключать уличное освещение по заранее заданному графику без участия человека.

Модификация с полными функциональными возможностями выполняет следующие функции:

- автоматически включает-выключает освещение по часам реального времени с графиком на 365...366 дней в году в автоматическом режиме или по командам оператора;
- дистанционно контролирует состояние включено-выключено;
- сигнализирует о несанкционированном доступе в шкаф автоматики;
- сигнализирует о неисправности предохранителей, о выходе фазных токов и напряжений за заданные пределы;
- дистанционно контролирует и корректирует ход часов реального времени;
- выявляет повреждения осветительной сети;
- измеряет напряжения и токи по трем фазам;
- контролирует расхода электроэнергии и наличие несанкционированных подключений;
- регистрирует время прибытия обслуживающего персонала для устранения аварии;
- отображает на мониторе компьютера мнемосхему с состоянием оборудования уличного освещения.

Поскольку контроллеры работают автономно, сбои в системе связи с центральным диспетчерским пунктом не приводят к сбоям при включении-выключении уличного освещения.

Система имеет средства разграничения доступа к управлению системой для лиц с разными правами.

Система хранит в базе данных действия оператора, аварийные ситуации, моменты срабатывания аварийной сигнализации и может формировать отчеты с выбранными данными.

Технические характеристики

Система имеет следующие технические данные:

- продолжительность работы - непрерывная, наработка до отказа 10 лет;
- температура окружающего воздуха - от -40 до +70 °С;
- количество контролируемых пунктов - до 1024;
- количество релейных выходов для управления пускателями в каждом контролируемом пункте - 8;
- количество контролируемых аналоговых сигналов - 8;

- система является открытой для дальнейшего наращивания функциональных возможностей;
- режимы управления: автоматический, диспетчерский, локальный (ручной непосредственно с контролируемого пункта);
- на мониторе компьютера отображается мнемосхема с состоянием оборудования уличного освещения.

Компьютерная автоматизация управления элеватором

Введение

Эффективность работы элеватора может быть существенно повышена путем применения современных технологий автоматизации на базе компьютеров и промышленных контроллеров. Автоматизированная система управления (АСУ) позволяет:

- уменьшить количество ошибок персонала;
- автоматически выполнять последовательность включений/выключений оборудования для приемки, сушки, очистки, перевалки и отгрузки зерна;
- автоматизировать процессы учета;
- осуществить дистанционное управление процессами на элеваторе;
- протоколировать температурные режимы в силосах;
- выполнять функции технологических блокировок и защит;
- сигнализировать об аварийных и предаварийных ситуациях;
- хранить в памяти протоколы действий операторов;
- отображать на мониторе компьютера значения всех технологических параметров и протекание технологических процессов;
- контролировать исправность технологического оборудования;
- использовать три режима работы: местный (с кнопочных постов, минуя систему автоматики - во время отладки или ремонта), ручной дистанционный (из операторской, через систему автоматики) и автоматический;
- вести технический или коммерческий учет энергоресурсов;
- разграничить доступ персонала к информации в соответствии с заранее назначенными правами;
- наблюдать все процессы в виде мнемосхем на мониторах нескольких компьютеров, объединенных в локальную сеть.

Предлагаемая система может быть использована на уже действующих элеваторах для замены устаревшей релейной автоматики на современные программируемые логические контроллеры и компьютеры с удобным программным обеспечением, а также на вновь строящихся элеваторах.

Автоматизация приемки зернопродуктов

Автоматизация приемки растительного сырья позволяет:

- распознавать номера машин;
- вести учет количества и сорта поступившего растительного сырья на компьютерной "силосной доске";
- выполнять дистанционное измерение веса на автомобильных или железнодорожных электронных весах;

- модернизировать существующие весы путем установки электронных датчиков веса;
- вести базу данных принятых зернопродуктов с указанием количества, сортности, влажности и других параметров;
- включать аспирационное оборудование, шнековые транспортеры, автозагрузчик, оборудование загрузки в силос и т.д.

Автоматизация сушки и очистки

При сушке зерна автоматизируется выбор маршрута движения зернопродуктов, включение/выключение технологического оборудования, выполнение технологических защит и блокировок, а также другие функции, изложенные во "Введении".

Система позволяет контролировать правильность распределения зерна по силосам в соответствии с его сортом.

Автоматизация перевалки зерна между силосами

При перевалке зернопродуктов автоматизированная система позволяет:

- выбрать маршрут движения зерна путем указания силоса-источника, силоса-приемника и, при необходимости, промежуточного силоса;
- учесть неисправное оборудование и показывать только допустимые маршруты перевалки;
- автоматически управлять последовательностью включения и выключения технологического оборудования;
- отображать на мнемосхемах в компьютере состояние технологического оборудования в процессе перевалки.

Протоколирование событий

Все действия, выполняемые в автоматизированной системе, протоколируются в журнале событий и могут быть проанализированы при расследовании причин аварийных ситуаций.

Система запрещает также неправильные действия персонала путем защитной блокировки срабатывания исполнительных механизмов.

Администратор системы может установить разные уровни разрешений доступа к системе для оператора, наладчика, начальника цеха и директора.

Структура автоматизированной системы

Автоматизированная система имеет двухуровневую архитектуру. На нижнем уровне используются программируемые контроллеры NLcon-1AT (НИЛ АП) и модули ввода-вывода серии NL (имеют разрешение Ростехнадзора № PPC БК-13607) для управления отдельными единицами технологического оборудования; все контроллеры объединены в промышленную сеть на основе интерфейса RS-485. На верхнем уровне иерархии находятся один или несколько офисных компьютеров, расположенных в разных помещениях (зданиях) и объединенных в сеть Ethernet.

Система использует только стандартные интерфейсы RS-485, стандартный ADAM-совместимый протокол обмена в ASCII кодах, стандартный OPC сервер и средства программирования на SCADA системе MasterSCADA, совместимой со стандартом OPC. Поэтому предлагаемая система является открытой для дальнейшего расширения и

модернизации как по аппаратному, так и по программному обеспечению.

Автоматизация нефтеперекачивающих станций (НПС), АСУ ТП для нефтегазовой отрасли

Предлагается АСУ ТП НПС, построенная на основе распределенной системы сбора данных и управления, которая спроектирована специально для работы на опасных промышленных объектах в жестких условиях эксплуатации на территории России. Серия превосходит по функциональным возможностям и ряду технических характеристик зарубежные аналоги, имеет разрешение Ростехнадзора на применение, сертификат утверждения типа и включена в Госреестр средств измерений. НИЛ АП выполняет полный спектр работ по проектированию, монтажу, пусконаладке АСУ ТП и обучению персонала.

Функции АСУ ТП

Предлагаемая АСУ ТП нефтеперекачивающей станции (НПС) полностью соответствует РД 153-39.4-087-01 и выполняет следующие функции:

- дистанционный сбор и отображение технологической информации на мнемосхемах;
- контроль технологических параметров и параметров состояния оборудования;
- управление технологическим оборудованием;
- оперативное выявление аварийных и предаварийных ситуаций, отклонений технологического процесса от заданных режимов;
- формирование сигнализаций (звуковой, световой и на экране компьютера) для оповещения персонала о выходе параметров техпроцесса за границы допуска и в аварийных ситуациях;
- технологические блокировки и автоматическая защита технологического оборудования при возникновении аварийных ситуаций;
- диагностика состояния системы;
- диагностика состояния каналов связи;
- регулирование давления (расхода) в магистральном нефтепроводе;
- связь с другими системами;
- хранение в базе данных и воспроизведение истории технологического процесса за заданный период времени;
- регистрация действий оператора;
- автоматическое заполнение журналов событий, происходящих в системе;
- автоматическое включение резервного оборудования;
- учет наработки технологического оборудования;
- другие функции по требованию заказчика (поддержание давления нефти на приеме и выкиде НПС, давления в коллекторе НПС,

Контроль тока электродвигателей, мощности, загазованности помещений и других параметров).

Режимы работы: автоматический, диспетчерский, ручной

Программное обеспечение

Типовое программное обеспечение работает в среде Windows XP, интерфейс пользователя разработан с использованием инструментальной среды MasterSCADA фирмы InSAT, связь с базой данных осуществляется через MS SQL сервер, связь с модулями ввода-вывода - через OPC сервер NLogics (НИЛ АП). Для написания технологических алгоритмов используются

стандартные технологические языки IEC 61131. Возможно применение другого программного обеспечения по желанию заказчика.

Аппаратное обеспечение

Предлагаемая система включает в себя модули ввода-вывода RealLab серии NL и промышленные контроллеры с интерфейсом RS-485 и стандартным протоколом Modbus RTU. Для подключения датчиков и исполнительных механизмов, находящихся во взрывоопасной зоне, используются искробезопасные барьеры.

Контроллеры технологических защит выполняются по схеме со 100%-ным "горячим" резервированием.

Основные технические характеристики

Предлагаемая система соответствует открытым международным стандартам, что обеспечивает ее совместимость с аппаратурой и программным обеспечением других производителей. Предусмотрены специальные меры для обеспечения промышленной безопасности, перечисленные ниже. Основные характеристики модулей системы:

- температурный диапазон от -40 до +70 °С;
- спроектированы с учетом ГОСТов, РД, ПУЭ, Постановлений Ростехнадзора, отраслевых требований;
- возможность горячей замены модулей (без отключения питания);
- аппаратные средства диагностики обрыва и к.з. датчиков;
- двойной сторожевой таймер (в каждом модуле и на уровне системы), предохраняющий систему от "зависаний";
- возможность предустановки значений "безопасных состояний" на выходах в первый момент после включения и в случае "зависания" управляющего компьютера (контроллера);
- два уровня гальванической изоляции 2,5 кВ;
- 11 видов защит: от неправильного подключения полярности источника питания; превышения напряжения питания; перенапряжения по входу; короткого замыкания по выходу; перегрузки по току нагрузки; перенапряжения по выходу; перегрева выходных каскадов; электростатических разрядов по выходу, входу и порту RS-485; выбросов напряжения при индуктивной нагрузке; перегрева каскадов порта RS-485; короткого замыкания клемм порта RS-485;
- относительная влажность до 95% в корпусе IP20 или до 100% в корпусе IP66;
- вибрации в диапазоне 10...55 Гц с амплитудой до 0,15 мм;
- продолжительность непрерывной работы - 10 лет;
- срок службы изделия - 20 лет;
- наработка на отказ - не менее 100 тыс. час.;
- русскоязычная документация и техническая поддержка.

Архитектура системы

АСУ ТП имеет трехуровневую архитектуру. На верхнем уровне располагаются рабочие станции, соединенные сетью Ethernet, которая позволяет включать дополнительные рабочие места. На среднем уровне - промышленные контроллеры, на нижнем - датчики и исполнительные механизмы.

Части системы могут взаимодействовать по различным каналам связи: выделенные линии; коммутируемые телефонные линии; связь через радиомодемы; оптоволоконные каналы, GSM связь и др.

В качестве первичных датчиков используются ультразвуковые датчики и сигнализаторы уровня, расхода, раздела фаз, температуры, давления, вибрации.

Автоматизация кустовых и дожимных насосных станций (КНС, ДНС) для нефтегазовой отрасли

Предлагается АСУ ТП кустовых и дожимных насосных станций, построенная на основе распределенной системы сбора данных и управления, которая спроектирована специально для работы на опасных промышленных объектах в жестких условиях эксплуатации на территории России. Серия превосходит по техническим характеристикам зарубежные аналоги и имеет разрешение Ростехнадзора на применение, сертификат утверждения типа и включена в Госреестр средств измерений. НИЛ АП выполняет полный спектр работ по проектированию, монтажу, пусконаладке АСУ ТП и обучению персонала.

Функции АСУ ТП

Предлагаемые АСУ ТП дожимной насосной станции (ДНС) и кустовой насосной станции (КНС) выполняют следующие функции:

- дистанционный сбор и отображение технологической информации на мнемосхемах;
- контроль технологических параметров и параметров состояния оборудования;
- управление технологическим оборудованием;
- оперативное выявление аварийных и предаварийных ситуаций, отклонений технологического процесса от заданных режимов;
- формирование сигнализаций (звуковой, световой и на экране компьютера) для оповещения персонала о выходе параметров техпроцесса за границы допуска и в аварийных ситуациях;
- технологические блокировки и автоматическая защита технологического оборудования при возникновении аварийных ситуаций;
- диагностика состояния системы;
- диагностика состояния каналов связи;
- связь с другими системами;
- хранение в базе данных и воспроизведение истории технологического процесса за заданный период времени;
- регистрация действий оператора;
- автоматическое заполнение журналов событий, происходящих в системе;
- автоматическое включение резервного оборудования;
- учет наработки технологического оборудования;
- другие функции по требованию заказчика.

Режимы работы: автоматический, диспетчерский и ручной.

Контролируются: для КНС - температура подшипников насоса и двигателя, температуры гидропаты, давление воды в насосе на приеме и выкиде, давление в масляной линии, ток нагрузки электродвигателя, сигнал "Утечка сальников", сигнал "Состояние насоса", расход воды; для ДНС - уровни взлива и раздела фаз в резервуарах, уровни и давления в нефтегазосепараторах и отстойниках, давление и температура в насосных агрегатах, расход нефти и газа и другие параметры в соответствии с ТЗ.

Программное обеспечение

Типовое программное обеспечение включает Windows XP, программный пакет MasterSCADA фирмы InSAT, MS SQL сервер, OPC сервер NLopec (НИЛ АП). Возможно применение другого программного обеспечения по желанию заказчика.

MasterSCADA - это современная SCADA система, позволяющая разрабатывать операторские интерфейсы и связываться с контроллерами через стандартный OPC сервер, а также программировать контроллеры на стандартном технологическом языке IEC 1131.

Аппаратное обеспечение

Предлагаемая система включает в себя модули ввода-вывода RealLab серии NL и промышленные контроллеры с интерфейсом RS-485 и стандартным протоколом Modbus RTU. Для подключения датчиков и исполнительных механизмов, находящихся во взрывоопасной зоне, используются искробезопасные барьеры.

Контроллеры технологических защит выполняются по схеме со 100%-ным "горячим" резервированием.

Основные технические характеристики

Предлагаемая система соответствует открытым международным стандартам, что обеспечивает ее совместимость с аппаратурой и программным обеспечением других производителей. Предусмотрены специальные меры для обеспечения промышленной безопасности, перечисленные ниже. Основные характеристики модулей системы:

- температурный диапазон от -40 до +70 °C;
- спроектированы с учетом ГОСТов, РД, ПУЭ, Постановлений Ростехнадзора, отраслевых требований;
- возможность горячей замены модулей (без отключения питания);
- аппаратные средства диагностики обрыва и к.з. датчиков;
- двойной сторожевой таймер (в каждом модуле и на уровне системы), предохраняющий систему от "зависаний";
- возможность предустановки значений "безопасных состояний" на выходах в первый момент после включения и в случае "зависания" управляющего компьютера (контроллера);
- два уровня гальванической изоляции 2,5 кВ;
- 11 видов защит: от неправильного подключения полярности источника питания; превышения напряжения питания; перенапряжения по входу; короткого замыкания по выходу; перегрузки по току нагрузки; перенапряжения по выходу; перегрева выходных каскадов; электростатических разрядов по выходу, входу и порту RS-485; выбросов напряжения при индуктивной нагрузке; перегрева каскадов порта RS-485; короткого замыкания клемм порта RS-485;
- относительная влажность до 95% в корпусе IP20 или до 100% в корпусе IP66;
- вибрации в диапазоне 10...55 Гц с амплитудой до 0,15 мм;
- продолжительность непрерывной работы - 10 лет;
- срок службы изделия - 20 лет;
- наработка на отказ - не менее 100 тыс. час.;
- русскоязычная документация и техническая поддержка.

Архитектура системы

АСУ ТП имеет трехуровневую архитектуру. На верхнем уровне располагаются рабочие станции, соединенные сетью Ethernet, которая позволяет включать дополнительные рабочие места. На среднем уровне - промышленные контроллеры, на нижнем - датчики и исполнительные механизмы.

Части системы могут взаимодействовать по различным каналам связи: выделенные линии; коммутируемые телефонные линии; связь через радиомодемы; оптоволоконные каналы, GSM связь и др.

В качестве первичных датчиков используются ультразвуковые датчики и сигнализаторы уровня, расхода, раздела фаз, температуры, давления, вибрации.

Автоматизация котельных

Предлагается автоматизированная система управления технологическими процессами котельных, в которых используются одnogорелочные или многогорелочные водогрейные и паровые котлы различной мощности. АСУ ТП спроектирована специально для работы на опасных промышленных объектах в жестких условиях эксплуатации на территории России. Все компоненты системы имеют разрешение Ростехнадзора на применение, сертификат утверждения типа включена в Госреестр средств измерений. НИЛ АП выполняет полный спектр работ по проектированию, монтажу, пусконаладке АСУ ТП и обучению персонала.

Эффект от внедрения

Предлагаемая система автоматизации котельной позволяет получить следующий эффект:

- повысить экономию топлива за счет оптимизации процессов сгорания по содержанию СО в дымовых газах;
- исключить аварийные ситуации благодаря автоматизации розжига и исключения субъективных факторов из процесса управления котлом;
- сократить эксплуатационные расходы;
- обеспечить высокую надежность системы управления оборудованием;
- сократить объем вредных выбросов в атмосферу.

Функции АСУ ТП

Система выполняет следующие функции:

- автоматический пуск и останов оборудования;
- управление котлом (вентиляция топки, опрессовка, поддержание заданного давления в общем газопроводе, поддержание заданного разрежения в топке), розжиг запальника, розжиг и вывод горелки на номинальную мощность;
- управление запорной арматурой, насосными агрегатами, процессом химводоподготовки;
- автоматическое регулирование питания водой;
- автоматическое поддержание заданной температуры воды, поступающей к потребителям;
- дистанционное управление всем оборудованием котельной, в том числе механизмами арматуры, вентиляторов, насосов;
- технический учет топлива и теплоносителей;
- контроль технологических параметров и параметров состояния оборудования;
- технологические блокировки и автоматическая защита технологического оборудования при возникновении аварийных ситуаций;
- сигнализация (звуковая, световая и на экране компьютера) о выходе параметров техпроцесса за границы допуска и в аварийных ситуациях;
- диагностика состояния системы;
- другие функции по требованию заказчика.

Режимы работы: автоматический, диспетчерский и ручной.

АСУ ТП котельной может быть соединена средствами телемеханики с удаленным диспетчерским пунктом.

Программное обеспечение

Типовое программное обеспечение АРМ оператора включает Windows XP, программный пакет MasterSCADA или TraceMode, OPC сервер NLog (НИЛ АП). Возможно применение другого программного обеспечения по желанию заказчика.

Программное обеспечение выполняет:

- отображение на мнемосхеме информации о всех процессах, происходящих в котельной;
- архивирование технологических параметров;
- архивирование тревог;
- формирование отчетов и графиков, расчет технико-экономических показателей.

Архитектура системы

АСУ ТП имеет двухуровневую архитектуру. На верхнем уровне располагается АРМ оператора, который может быть соединен с офисной сетью Ethernet, на нижнем уровне находятся промышленные контроллеры, датчики и исполнительные механизмы.

АСУ ТП котельной может быть соединена с удаленным диспетчерским пунктом по различным каналам связи: выделенные линии; коммутируемые телефонные линии; радиомодемы; оптоволоконные каналы, GSM связь и др.

Аппаратное обеспечение

Предлагаемая система включает в себя модули ввода-вывода и промышленные контроллеры RealLab! серии NL с интерфейсом RS-485.

Контроллеры технологических защит выполняются по схеме со 100%-ным "горячим" резервированием.

Основные технические характеристики

АСУ ТП котельной соответствует открытым международным стандартам, что обеспечивает ее совместимость с аппаратурой и программным обеспечением других производителей. Предусмотрены специальные меры для обеспечения промышленной безопасности, перечисленные ниже. Основные характеристики модулей системы:

- температурный диапазон от -40 до +70 °С;
- спроектированы с учетом ГОСТов, РД, ПУЭ, ПБ, Постановлений Ростехнадзора, отраслевых требований;
- возможность горячей замены модулей (без отключения питания);
- аппаратные средства диагностики обрыва и к.з. датчиков;
- двойной сторожевой таймер (в каждом модуле и на уровне системы), предохраняющий систему от "зависаний";
- возможность предустановки значений "безопасных состояний" на выходах в первый момент после включения и в случае "зависания" управляющего компьютера (контроллера);
- два уровня гальванической изоляции 2,5 кВ;
- 11 видов защит;
- наработка на отказ - не менее 100 тыс. час.;
- русскоязычная документация и техническая поддержка.

Стадии создания системы

В общем случае создание системы выполняется в несколько этапов:

- разработка концепции;
- техническое задание;
- эскизный проект;
- технический проект;
- рабочая документация;
- поставка оборудования и программного обеспечения;
- изготовление и поставка шкафов автоматики;
- технологическое программирование;
- шеф-монтаж;
- пусконаладка;
- сдача в эксплуатацию;
- обучение персонала Заказчика;
- сопровождение в течение всего жизненного цикла.

Автоматизация комбикормовых заводов

Предлагается автоматизированная система управления комбикормовым заводом. АСУ ТП спроектирована специально для работы в жестких условиях эксплуатации на территории России. Все компоненты системы имеют разрешение Ростехнадзора на применение, сертификат утверждения типа и включены в Госреестр средств измерений. НИЛ АП выполняет полный спектр работ по проектированию, монтажу, пусконаладке АСУ ТП и обучению персонала.

Эффект от внедрения

Предлагаемая система автоматизации комбикормового завода позволяет получить следующий эффект:

- исключить ошибки персонала при управлении сложным оборудованием;
- автоматизировать ручные операции управления потоками сырья;
- повысить безопасность благодаря применению быстродействующих микропроцессорных средств защиты и сигнализации;
- на порядок повысить точность дозирования.

Функции АСУ ТП

Система выполняет следующие функции:

- контроль технологических процессов по экрану монитора;
- программное управление технологическим процессом;
- автоматическое регулирование;
- автоматизированное управление многокомпонентными весами (автоматическое или дистанционное управление двигателями дозаторов, задвижками и другим оборудованием);
- автоматическое или дистанционное управление двигателями норий, транспортеров, шнеков и др.
- автоматизированное или ручное дистанционное управление маршрутами движения сырья и готового продукта;
- управление дроблением и экструдированием зерна;
- звуковая аварийная сигнализация;
- аварийное отключение оборудования;
- учет расхода и прихода сырья;
- формирование отчетов и ведение архивов;
- другие функции по требованию заказчика.

Режимы работы: автоматический, диспетчерский и ручной.

Программное обеспечение

Типовое программное обеспечение АРМ оператора включает Windows XP, программный пакет MasterSCADA или TraceMode, OPC сервер NLogsc (НИЛ АП). Возможно применение другого программного обеспечения по желанию заказчика.

Программное обеспечение позволяет выполнять дозирование в ручном или автоматическом режиме. В автоматическом режиме дозирование выполняется в соответствии с рецептом приготовления смеси, который выбирается из базы заранее введенных рецептов.

Перед началом процесса дозирования выбирается силос для складирования готовой продукции и маршрут движения сырья и продукта. Маршрут представляет собой определенную, заранее продуманную последовательность включения-выключения исполнительных механизмов. На мнемосхеме каждый механизм имеет свой индикатор состояния, заданный надписями, цветом или миганием. Запуск маршрута возможен, если нет ни одной аварии или блокировки механизмов, участвующих в маршруте.

Процесс набора веса компонента отображается на мониторе оператора-технолога. После достижения всеми компонентами заданных значений веса подается команда на открывание задвижек под весами для продвижения продукта в смеситель.

Компьютер оператора-технолога может быть подключен к офисной сети завода для наблюдения за технологическими процессами с других компьютеров.

Аппаратное обеспечение

АСУ ТП имеет двухуровневую архитектуру. На верхнем уровне располагается АРМ оператора (офисный компьютер), на нижнем уровне находятся промышленные контроллеры, датчики и исполнительные механизмы.

АРМ оператора-технолога - это комплекс аппаратно-программных средств, позволяющих управлять технологическими процессами. АРМ может быть соединен с офисной сетью завода для обмена информацией с другими его службами. Из АРМ поступают команды в технологические контроллеры, которые выполняют отдельные технологические операции. Из контроллеров и модулей ввода в компьютер поступает информация о состоянии оборудования и измеренные значения технологических параметров

Предлагаемая система включает в себя модули ввода-вывода и промышленные контроллеры RealLab! серии NL с интерфейсом RS-485.

Основные технические характеристики

Предлагаемая АСУ ТП соответствует открытым международным стандартам, что обеспечивает ее совместимость с аппаратурой и программным обеспечением других производителей. Основные характеристики модулей системы:

- температурный диапазон от -40 до +70 °С;
- спроектированы с учетом ГОСТов, РД, ПУЭ, ПБ, Постановлений Ростехнадзора, отраслевых требований;
- возможность горячей замены модулей (без отключения питания);
- аппаратные средства диагностики обрыва и к.з. датчиков;
- двойной сторожевой таймер (в каждом модуле и на уровне системы), предохраняющий систему от "зависаний";
- возможность предустановки значений "безопасных состояний" на выходах в первый момент после включения и в случае "зависания" управляющего компьютера (контроллера);
- 11 видов защит;
- наработка на отказ - не менее 100 тыс. час.;
- русскоязычная документация и техническая поддержка.

Стадии создания системы

В общем случае создание системы выполняется в несколько этапов:

- техническое задание;
- технический проект;
- поставка оборудования и программного обеспечения;
- изготовление и поставка шкафов автоматики;
- шеф-монтаж;
- пусконаладка;
- сдача в эксплуатацию;
- обучение персонала Заказчика;
- сопровождение в течение всего жизненного цикла.

Испытания электронной аппаратуры

Проблемы испытаний электронной аппаратуры возникают при необходимости выполнить и обработать большой объем измерений или провести качественные испытания большого количества серийной продукции. В настоящей статье предлагается очень эффективный подход к проведению испытаний, основанный на применении обычного компьютера и относительно новых технических и программных средств, таких как распределенные системы сбора данных и управления RelLab!, сеть на основе интерфейса RS-485, OPC сервер, ActiveX объекты, VBA и MS Excel. Рассматривается также нормативный аспект построения испытательных стендов.

Введение

Испытания электронной аппаратуры проводятся на двух этапах жизненного цикла изделий: на этапе разработки и на этапе производства. На этапе разработки проблемы возникают, когда необходимо измерить и обработать большой объем данных, например, оценить временную стабильность источника напряжения или изменение в течение суток напряженность электрического поля радиопомех, коэффициент корреляции между погрешностью измерительного прибора и напряжением питающей сети. На этапе серийного производства проблемы связаны с большим количеством продукции, для каждого экземпляра которой необходимо выполнить весь объем приемо-сдаточных испытаний, записанных в технических условиях. В последнем случае трудоемкость испытаний может вносить существенный вклад в себестоимость изделия.

Решением названных проблем может быть автоматизация испытательного стенда с помощью компьютера, при которой доля зарплаты в себестоимости испытаний становится пренебрежимо малой, а достоверность результатов и качество продукции существенно повышаются. Компьютер в автоматическом режиме может измерить и построить, например, изотермы испытательной камеры или график зависимости эффективной разрядности АЦП от температуры или зависимость погрешности вольтметра от входного напряжения.

Испытательный стенд в общем случае состоит из источников воздействий (электрических, механических, химических, климатических и т.п.) на испытуемый прибор и средств измерения результатов этих воздействий. Источники электрических воздействий и средства измерений могут подключаться к испытуемому прибору с помощью коммутатора на электромагнитных или электронных реле. Задача автоматизации испытаний может быть решена достаточно быстро, с высокой степенью достоверности результатов и с высокой точностью, если центральное место в стенде займет обычный компьютер, снабженный органами взаимодействия с окружающим миром - датчиками и исполнительными устройствами.

В настоящей статье предлагается "конструктор" для сборки такой автоматизированной системы, разработанный в НИЛ АП (RLDA) авторами статьи. В его состав входят:

- компьютер с Windows NT/2000/XP;
- программа MS Excel со встроенным языком программирования Visual Basic for Application;
- набор ActiveX элементов, встраиваемых на лист MS Excel;
- OPC сервер для связи компьютера с модулями ввода-вывода;
- модули ввода сигналов термодпар, термопреобразователей сопротивления, универсальный модуль аналогового ввода, модуль ввода частотных сигналов, счетчик, модули ввода дискретных сигналов; модули вывода напряжения и тока, модули вывода дискретных сигналов, модули релейной коммутации, преобразователь интерфейса (модули "RelLab" серии NL [7]);
- промышленная сеть на основе двухпроводного интерфейса RS-485, соединенная с офисной сетью Ethernet.

Структура системы позволяет добавлять в нее оборудования сторонних производителей.

Предлагаемая система имеет наращиваемую модульную архитектуру. Модули конструктивно выполнены в отдельных корпусах, что позволяет физически располагать их возле соответствующего оборудования (например, модуль регулирования температуры - возле камеры тепла и камеры холода, модуль аналогового ввода - возле вибростенда, модуль релейной коммутации - возле испытуемого прибора и т.п.). Наращиваемость обеспечивается применением сети на основе двухпроводного интерфейса RS-485, который осуществляет информационную связь между модулями системы и управляющим компьютером. Набор компонентов системы образует "конструктор", который позволяет собрать практически любую автоматизированную систему для испытания электронной аппаратуры, в частности для приемо-сдаточных испытаний серийной продукции. Благодаря наличию в составе системы компьютера и удобного программного обеспечения под Windows появляется возможность полной замены ручной работы на автоматизированную. Автоматизированная система имеет следующие преимущества:

- исключаются свойственные человеку ошибки;
- ускоряется процесс испытаний;
- появляется возможность быстрого получения достоверной статистической информации, которую получить измерениями "вручную" практически невозможно из-за больших затрат времени;
- результаты работы могут быть представлены в наглядной форме в виде графиков и автоматически заполненных бланков отчетов с результатами испытаний на каждое изделие.

1. Нормативная база разработки испытательного оборудования

Ответственность за результаты испытаний, проводимых в процессе разработки аппаратуры и исследования новых принципов ее построения, принимает на себя сам разработчик. При процессе же производства продукции, подлежащей обязательной сертификации, достоверность приемо-сдаточных испытаний должно гарантировать государство с целью защиты потребителей от поставки на рынок продукции, не удовлетворяющей обязательным требованиям стандартов. Поэтому методика приемо-сдаточных испытаний и использованная для испытаний аппаратура должны быть аттестованы комиссией, в состав которой должны входить представители органов государственной метрологической службы. Под аттестацией испытательного оборудования понимается определение нормированных точностных характеристик и их соответствия требованиям нормативных документов, а также установление пригодности этого оборудования к эксплуатации.

Аттестация испытательного оборудования выполняется по ГОСТ Р 8.568-97 [1], согласно которому для аттестации испытательного оборудования, используемого при обязательной сертификации продукции, при испытаниях продукции на соответствие обязательным требованиям государственных стандартов и при производстве продукции, поставляемой по контрактам для государственных нужд, должны применяться средства измерений утвержденных типов в соответствии с правилами ПР 50.2.009 [2]. Эти средства должны пройти первичную поверку и подлежать периодической поверке в процессе эксплуатации, а методики выполнения поверки должны быть аттестованы по ГОСТ Р 8.563.

Для средств измерений, используемых в сферах, на которые не распространяется действие государственного метрологического контроля и надзора [3], поверка может быть заменена калибровкой. Между поверкой и калибровкой имеются принципиальные отличия. Поверка средств измерений - это совокупность операций, выполняемых органами государственной метрологической службы (или другими аккредитованными на это органами) с целью определения и подтверждения соответствия средства измерения установленным техническими требованиями и выполняемая для средств измерений, используемых в сферах, на которые распространяется действие государственного метрологического контроля и надзора. Поверка выполняется физическим лицом, аттестованным в качестве поверителя органом Государственной метрологической службы. Калибровка же выполняется для приборов, которые используются в сферах, на которые не распространяется действие государственного метрологического контроля и надзора и может выполняться метрологическими службами юридических лиц, не имеющими аккредитации на выполнение поверки.

Аттестация испытательного стенда выполняется при его вводе в эксплуатацию (первичная аттестация) и в процессе эксплуатации (периодическая аттестация). Для аттестации подготавливаются эксплуатационные документы по ГОСТ 2.601, программа и методика первичной и периодической аттестации. В процессе первичной аттестации устанавливаются: возможность воспроизведения внешних воздействующих факторов или режимов функционирования объекта испытаний, отклонения условий испытаний от нормированных значений, обеспеченность безопасности персонала и отсутствие вредного воздействия на окружающую среду, а также перечень характеристик испытательного оборудования, которые проверяют при его периодической аттестации. При проектировании и разработке испытательных стендов, которые являются измерительными системами, следует использовать рекомендации Госкомитета РФ по стандартизации, метрологии и сертификации: при разработке метрологического обеспечения - МИ 2438-97 [3], при регламентации метрологических характеристик - МИ 2439-97 [4], при контроле характеристик погрешности измерительных каналов - МИ 2440-97 [5], при испытаниях с целью утверждения типа - МИ 2441-97 [6].

2. Архитектура системы

Архитектура электронной части предлагаемой системы представлена на Рис. 2.1 - Рис. 2.4. Система состоит из компьютера, набора необходимых датчиков, измерительных преобразователей, устройств аналого-цифрового преобразования и ввода сигналов в компьютер, устройств вывода и исполнительных устройств. В простейшем случае используется один компьютер и один блок ввода-вывода. Однако множество устройств ввода-вывода могут быть объединены в промышленную сеть на основе интерфейса RS-485 или подключены к различным портам компьютера, а компьютеры, входящие в

состав системы, могут быть подключены к сети Ethernet (Рис. 2.2 - Рис. 2.4), что позволяет наблюдать процесс испытаний или управлять им с любого компьютера сети, пользуясь технологией DCOM фирмы Microsoft, воплощенной в OPC сервер [7,8].

2.1. СОСТАВ СИСТЕМЫ

Существует огромное разнообразие датчиков (температуры, влажности, давления, потока, скорости, ускорения, вибрации, веса, натяжения, частоты, момента, освещенности, шума, объема, количества теплоты, тока, уровня и др.). Датчики преобразуют измеряемую физическую величину (температуру, давление и т.п.) в сигнал, удобный для дальнейшей обработки. Если величина этого сигнала не согласуется с входом аналого-цифрового преобразователя (например, если входной величиной АЦП является напряжение в диапазоне $0... \pm 10$ В, а датчик (термопара) имеет выходное напряжение в диапазоне от 0 до 100 мВ и нелинейную зависимость от температуры), то используют измерительный преобразователь, который обеспечивает нормализацию сигнала датчика, например, усиление и линеаризацию. Измерительные преобразователи должны иметь нормированные метрологические характеристики (например, коэффициент усиления преобразователя и его погрешность должны быть известны). Примером измерительного преобразователя может служить преобразователь RL-4RVC фирмы RLDA, который используется для преобразования величины сопротивления резистивного датчика температуры в напряжение в диапазоне ± 10 В [7].

Измерительные преобразователи могут иметь встроенный аналого-цифровой или цифро-аналоговый преобразователь, а также микропроцессор с памятью для линеаризации характеристик датчика и компенсации погрешностей аналоговой части системы. В последнее время получили распространение датчики, объединяющие в себе первичный преобразователь физической величины в электрический сигнал и измерительный преобразователь. Примером могут быть датчики температуры DS18D20 фирмы Dallas, у которых выходной сигнал является цифровым и может быть введен в компьютер без использования промежуточных преобразователей.

Для преобразования входной аналоговой величины в цифровой код перед вводом его в компьютер в общем случае служат модули аналогового ввода (Рис. 2.1). Модули ввода могут быть общего применения, обычно для ввода сигналов напряжения в диапазоне ± 10 В, и совмещенные с измерительными преобразователями (например, модуль NL-8TI позволяет подключать к нему непосредственно термопары, а модуль NL-4RTD – резистивные датчики температуры [7]).

Кроме модулей аналогового ввода распространены модули дискретного ввода, которые не содержат АЦП и позволяют вводить сигналы, имеющие два уровня (например, сигналы от концевых выключателей, датчиков уровня, датчиков движения и т.п.). Входные напряжения модулей дискретного ввода могут изменяться в диапазоне, как правило, $0...40$ В (например, модуль NL-16DI [7]), или в $0...220$ В (модуль NL-16HV [7]). Модули с входом 220 В используют, например, для регистрации наличия напряжения на клеммах электродвигателя или нагревательного прибора.

Отдельное место занимают устройства счетного ввода (например, NL-2C [7]), которые имеют дискретный вход, но позволяют считать количество импульсов, поступающих на их вход, или частоту следования импульсов. Их используют, например, для измерения скорости вращения вала электродвигателя или подсчета количества продукции на конвейере.

Компьютер является «мозгом» автоматизированной системы. Он принимает сигналы датчиков, исполняет записанную в него программу и выдает необходимые данные в устройство вывода. Коммуникации между компьютером и устройствами ввода-вывода выполняются обычно через последовательные интерфейсы USB, RS-232, RS-485, RS-422, Ethernet или параллельный интерфейс LPT. Иногда устройства АЦП-ЦАП выполняют в виде плат, которые вставляют непосредственно в компьютер, в разъемы шины PCI или ISA. Достоинством плат является возможность получения ввода-вывода с высокой пропускной способностью (свыше 10 Мбит/с), что трудно достижимо при использовании внешних устройств. Недостатком является более высокий уровень электромагнитных наводок от компьютера и конструктивные ограничения на количество каналов ввода-вывода.

Внешние устройства обычно подключают к компьютеру через изолирующие преобразователи интерфейсов, которые защищают порты компьютера от высокого напряжения, которое может появиться в случае аварии или при небрежном обращении с оборудованием. Примером изолирующего преобразователя для порта RS-232 может быть оптический изолятор ОI-232-1000 [7] с напряжением изоляции 1000 В.

Устройства вывода позволяют выводить аналоговый, дискретный или частотный сигнал. Наиболее распространенными выходными сигналами являются дискретные, которые используются, например, для включения электродвигателей с помощью реле-пускателей, включения нагрева печи, управления клапанами, насосами и другими исполнительными устройствами. Частотный сигнал обычно используется с широтно-импульсной модуляцией, которая позволяет задавать среднюю мощность нагревательных устройств, имеющих большую инерционность.

2.2. АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ С ОДНИМ УСТРОЙСТВОМ ВВОДА-ВЫВОДА

Изображенная на Рис. 2.1 система является простейшим вариантом автоматизированной испытательной системы, построенной на основе одного компьютера, с одним портом ввода-вывода.

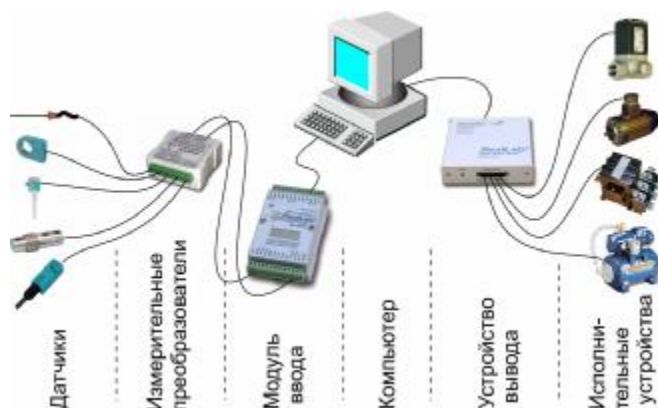


Рис. 2.1. Простейший вариант автоматизированной системы с одним компьютером и одним устройством ввода и вывода

передачи к офисному компьютеру можно подключить оптоволоконный преобразователь интерфейса (например, SN-OFC-ST-62.5/125 [7]).

Если к компьютеру необходимо подключить еще одно устройство, а свободных портов не осталось, то можно использовать разветвители интерфейсов. Распространены разветвители интерфейсов USB (USB хабы) и RS-232 [7]. Устройство, имеющее интерфейс RS-232, можно подключить к USB порту компьютера, если использовать преобразователь USB в RS-232.

К компьютеру могут быть подключены не только специальные модули ввода-вывода, но и многие измерительные приборы широкого применения. Например, вольтметр HP 34401A имеет интерфейс RS-232 и может быть подключен к компьютеру как часть автоматизированной системы измерения.



Рис. 2.2. Для подключения устройств ввода-вывода могут быть использованы все порты компьютера

общего количества датчиков (входов) или исполнительных устройств (выходов) достигается путем объединения модулей в промышленную сеть на основе двухпроводного интерфейса RS-485 (Рис. 2.3). Для подключения промышленной сети к компьютеру используют преобразователь между интерфейсами RS-232 и RS-485 (например, NL-232C [7]). Такие системы называются распределенными (имеется в виду, что они распределены в пространстве) в отличие от сосредоточенных (т.е. расположенных в одном общем корпусе). Например, если в испытательный стенд входит камера тепла, камера холода и вибростенд, то удобно использовать три устройства ввода, одно из которых расположено возле камеры тепла,

На Рис. 2.1 датчики подсоединены к одному многоканальному измерительному преобразователю. Однако различные типы датчиков могут требовать различных типов преобразователей или работать вообще без них. Системы мониторинга (наблюдения) за физическими процессами не содержат исполнительных устройств, но могут использовать электромагнитные или полупроводниковые реле для коммутации измерительных цепей и приборов.

Обычный офисный компьютер в стандартной конфигурации имеет два порта USB, два COM-порта (COM1 и COM2), один принтерный порт LPT и порт Ethernet, который появляется после установки в компьютер Ethernet-платы. Промышленные компьютеры, кроме этого, обычно имеют порты RS-485, RS-422 и оптоволоконный порт. Все эти порты можно использовать для ввода и вывода сигналов в устройства автоматизированной системы (Рис. 2.1). Для использования оптоволоконного канала

2.3. АРХИТЕКТУРА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

При увеличении количества датчиков в системе, показанной на Рис. 2.1, растет число проводов, соединяющих датчики с устройством ввода. В реальных системах число датчиков может достигать нескольких тысяч. Это приводит не только к росту стоимости кабельного оборудования, но и к проблемам, связанным с электромагнитными наводками на длинные провода с аналоговыми сигналами, когда датчики расположены на большом расстоянии от устройства ввода. Решить проблему позволяют распределенные системы ввода-вывода. Суть их заключается в том, что модули системы изготавливаются с небольшим количеством входов (обычно до 8-16), сами модули располагаются вблизи места установки датчиков, а увеличение

второе - возле камеры холода и третье - возле вибростенда; при этом все три устройства соединяются с компьютером всего двумя общими проводами, через интерфейс RS-485.

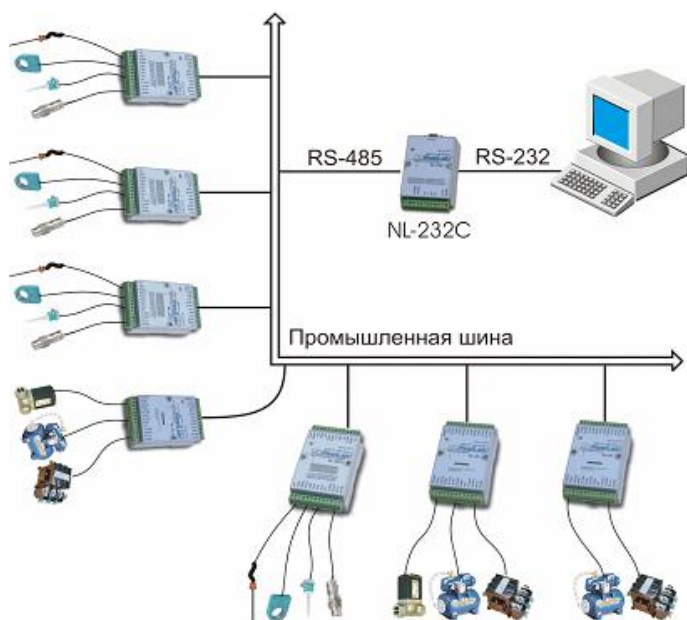


Рис. 2.3. Структура распределенной системы сбора данных и управления

Распределенные системы имеют следующие преимущества по сравнению с сосредоточенными:

- уменьшают длину проводов, по которым передаются аналоговые сигналы и общую длину проводов в системе, упрощают монтаж системы и улучшают ремонтопригодность;
- снижают цену и требования к качеству кабелей, поскольку вместо аналоговых сигналов передаются цифровые;
- имеют повышенную помехоустойчивость;
- имеют повышенную надежность и живучесть;
- стоимость работ по установке, тестированию, вводу в эксплуатацию и сопровождению распределенной системы гораздо ниже, чем сосредоточенной;
- «распределенный интеллект» увеличивает быстродействие системы;
- упрощается наращивание (развитие) системы.

В распределенной системе каждый модуль имеет индивидуальный адрес, по которому компьютер отличает один модуль от другого. Для того, чтобы получить данные из модуля, компьютер посылает в общую шину адрес модуля и команду запроса данных. Микропроцессор, входя-

щий в состав каждого модуля, сверяет адрес на шине с его собственным адресом, записанным в ПЗУ модуля, и если адреса совпадают, исполняет следующую за адресом команду. Команда ввода позволяет считать данные с входов модуля, команда вывода позволяет вывести на выходы модуля необходимые сигналы.

Модули системы используют передачу символьных команд в ASCII кодах (например, команда чтения данных из модуля с адресом 14 имеет вид #14). Это позволяет посылать команды в модули, используя, например, программу Hyper Terminal, входящую в стандартную поставку MS Windows и использовать любой компьютер, способный посылать в порт ввода-вывода команды в ASCII кодах. Однако для упрощения работы с модулями из-под Windows нами разработан OPC сервер (п. 4).

Некоторые модули серии NL [7], входящие в состав распределенной системы, позволяют по команде из компьютера выполнять автономные операции регулирования. Для этого в них посылают команду старта процесса ПИД или релейного регулирования и ее параметры. Например, для ПИД-регулятора такими параметрами являются значение физической величины, которую необходимо стабилизировать, а также величины пропорционального, интегрального и дифференциального коэффициентов регулятора. Наличие ПИД-регулятора в модулях распределенной системы позволяет осуществить локальное регулирование (например, поддержание стабильной температуры в камере холода), тем самым разгрузив общую шину и компьютер от выполнения низкоинтеллектуальной работы.

2.4. СЕТЕВАЯ АРХИТЕКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Устройства ввода-вывода или промышленная сеть могут быть подключены не только к одному компьютеру, но и к локальной сети Ethernet (Рис. 2.4) и глобальной сети Internet. Такая архитектура автоматизированной системы удобна при коллективной работе или когда одна и та же информация используется многими клиентами сети. Например, параметры продукции на конвейере могут контролироваться одновременно начальником производства, главным инженером, начальником ОТК и ее разработчиками, находящимися в разных зданиях, на разных предприятиях или в разных странах.

Доступ любого компьютера сети к устройствам ввода-вывода осуществляется программно с помощью OPC-сервера (см. п. 4, [8]). OPC серверы могут располагаться на нескольких компьютерах сети и доступ к любому OPC серверу может осуществляться с любого компьютера. Архитектура такой автоматизированной системы показана на Рис. 2.4..

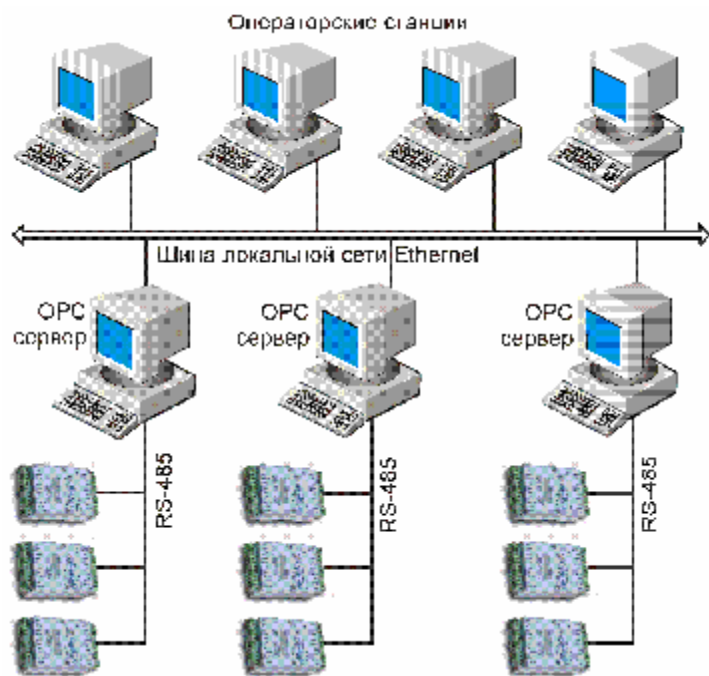


Рис. 2.4. Двухуровневая архитектура распределенной системы сбора данных и управления

водит выходы модуля в безопасные состояния при "зависании" управляющего компьютера.

Набор команд каждого модуля состоит из примерно 20...50 различных команд. Команды передаются в стандартных АСИ кодах, что позволяет программировать модули с помощью практически любого языка программирования высокого уровня.

Конструктивно модуль состоит из основания и крышки, которая прикрепляется к основанию двумя винтами, устройства для крепления на DIN-рейку и съемных клеммных колодок (Рис. 3.1). Съемные клеммные колодки позволяют выполнить быструю замену модуля без отсоединения подведенных к нему проводов. Корпус и устройство крепления к стене выполнены из ударопрочного полистирола методом литья под давлением. Внутри корпуса находится печатная плата. Монтаж платы выполнен по технологии монтажа на поверхность. При проведении испытаний на открытом воздухе в условиях тумана или дождя можно использовать дополнительный корпус со степенью защиты IP65 по ГОСТ 14254-80 (Рис. 3.2).



Рис. 3.1. Внешний вид модуля ввода сигналов резистивных датчиков температуры



Рис. 3.2. Модуль серии NL в пылевлагозащищенном корпусе IP66

3. Модульная распределенная измерительная система RealLab!

Модули RealLab! серии NL [7] являются централизованно управляемыми компонентами распределенной системы сбора данных и управления. Они обеспечивают аналого-цифровое, цифро-аналоговое преобразование информации и ввод-вывод дискретных сигналов, счет импульсов, измерение частоты, преобразование интерфейсов.

Модули не содержат механических переключателей. Все настройки модулей выполняются программно из управляющего компьютера (контроллера). Программно устанавливаются: диапазон измерения, формат данных, адрес модуля, скорость обмена, наличие бита контрольной суммы, параметры калибровки. Настроенные параметры запоминаются в ЭПЗУ и сохраняются при выключении питания.

Некоторые модули имеют светодиодный дисплей, что позволяет контролировать технологический параметр непосредственно в месте установки модуля, а не на управляющем компьютере.

Все модули имеют два сторожевых таймера, один из которых перезапускает модуль в случае его "зависания" или провалов напряжения питания, второй пере-

Модули выполнены для применения в жестких условиях эксплуатации, при температуре окружающего воздуха от -40 до +70 °С, имеют два уровня гальванической изоляции с испытательным напряжением изоляции 2,5 кВ (ГОСТ 12997-84): один уровень - между входами и портом RS-485, второй уровень - между выходами и портом RS-485.

Модули имеют следующие отличительные особенности:

- имеют 11 видов защиты от небрежного использования и аварийных режимов работы системы;
- большинство модулей ввода выполняют также функцию дискретного вывода, а модули дискретного вывода имеют также и дискретные входы. Это позволяет использовать модули серии NL для реализации алгоритма локального релейного или ПИД регулирования;
- некоторые модули серии NL имеют дополни-

тельный разъем для расширения их функциональных возможностей путем подключения внешних плат расширения через шину SPI;

Модули ввода сигналов термопар и резистивных термопреобразователей имеют калибровочные таблицы, взятые из ГОСТ 6651-94 и ГОСТ Р 8.585-2001, записанные в ЭПЗУ микроконтроллера, расположенного внутри каждого модуля.

Модули имеют защиту от:

- неправильного подключения полярности источника питания;

- превышения напряжения питания;
- перенапряжения по входу;
- короткого замыкания по выходу;
- перегрузки по току нагрузки;
- перенапряжения по выходу;
- перегрева выходных каскадов;
- электростатических разрядов по выходу, входу и порту RS-485;
- выбросов напряжения при индуктивной нагрузке;
- перегрева выходных каскадов порта RS-485;
- короткого замыкания клемм порта RS-485.

Двойной сторожевой таймер выполняет рестарт модуля в случае его "зависания" и провалов питания, а также переводит выходы в безопасные состояния при "зависании" управляющего компьютера. Скорость обмена информацией через порт RS-485 модуля выбирается программно из ряда (бит/с): 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200.

Входы имеют общую гальваническую изоляцию от части модуля, соединенной с источником питания и портом RS-485 (см. Рис. 3.3 -Рис. 3.4) с помощью новейших микроэлектронных гальванических изоляторов с магнитной связью вместо традиционных изоляторов на оптронах. Изоляция обеспечивает защиту модуля и соединенного с ним оборудования от высокого синфазного напряжения (гарантированное напряжение до 300 В, изоляция испытывается напряжением 2500 В), которое допустимо на входных клеммах. Изоляция защищает модуль также от разности потенциалов между "землей" источника сигнала и приемника, которая может возникнуть при наличии недалеко расположенного мощного оборудования. Модули питаются от любого источника нестабилизированного напряжения в диапазоне от 10 до 30 В.

Аналоговые модули выполняют 16-разрядное аналого-цифровое преобразование и имеют программно переключаемые диапазоны: ± 15 мВ, ± 50 мВ, ± 100 мВ, ± 500 мВ, ± 1 В, $\pm 2,5$ В, ± 5 В, ± 10 В, ± 20 мА.

3.1. СТРУКТУРА МОДУЛЕЙ СЕРИИ NL

Модули имеют дифференциальные входы (за исключением NL-8AI, который позволяет программно выбирать дифференциальный или одиночный тип входов). Сигналы с входа подаются на АЦП через аналоговый коммутатор (мультиплексор) и преобразуются в цифровой 16-разрядный код. Используемый в модулях 24-разрядный АЦП имеет встроенный цифровой фильтр и усилитель с цифруправляемым коэффициентом усиления. Это позволяет программно изменять полосу пропускания и диапазон входных напряжений.

Цифровой сигнал с выхода АЦП поступает в микроконтроллер через изолирующий повторитель с магнитной связью. Изолированная часть модуля, содержащая АЦП, питается через развязывающий преобразователь постоянного напряжения, чем обеспечивается полная гальваническая изоляция входов от блока питания и интерфейсной части (Рис. 3.3 - Рис. 3.4).

Микроконтроллер модуля выполняет следующие функции:

- исполняет команды, посылаемые из управляющего компьютера;
- компенсирует нелинейности термопар и резистивных термопреобразователей с помощью записанной в ЭППЗУ калибровочной таблицы;
- выполняет алгоритмы релейного или ПИД-регулирования;
- реализует протокол обмена через интерфейс RS-485.

Схема питания модулей содержит вторичный импульсный источник питания, позволяющий с высоким к.п.д. преобразовывать напряжение питания в диапазоне от +10 до +30 В в напряжение +5 В. Модули содержат также изолирующий преобразователь напряжения из +5В в ± 15 В для питания аналоговой части и второй изолирующий преобразователь для питания выходных каскадов модуля. Для питания АЦП используется линейный стабилизатор напряжения, преобразующий +15 В в +5 В.

Для получения дискретных выходов с высокой степенью защиты использованы интеллектуальные МОП ключи фирмы International Rectifier, имеющие защиту от перегрузки по току, от перегрева выходных каскадов, от перенапряжения и от статического электричества.

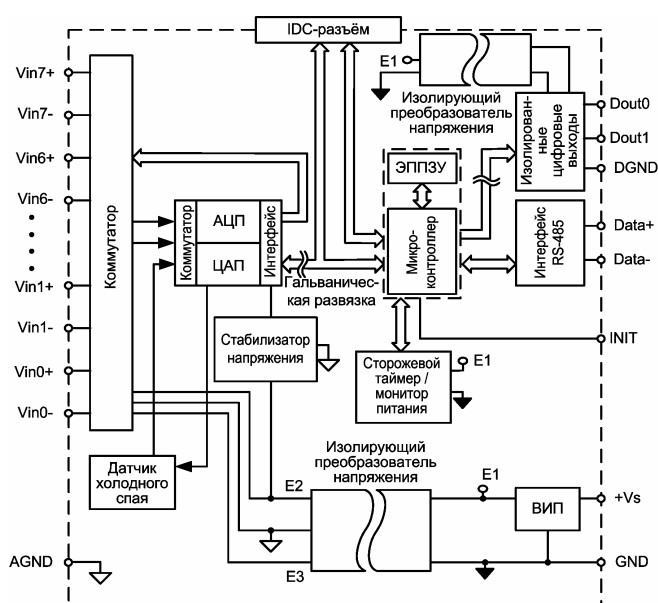


Рис. 3.3. Структурная схема модуля NL-8TI

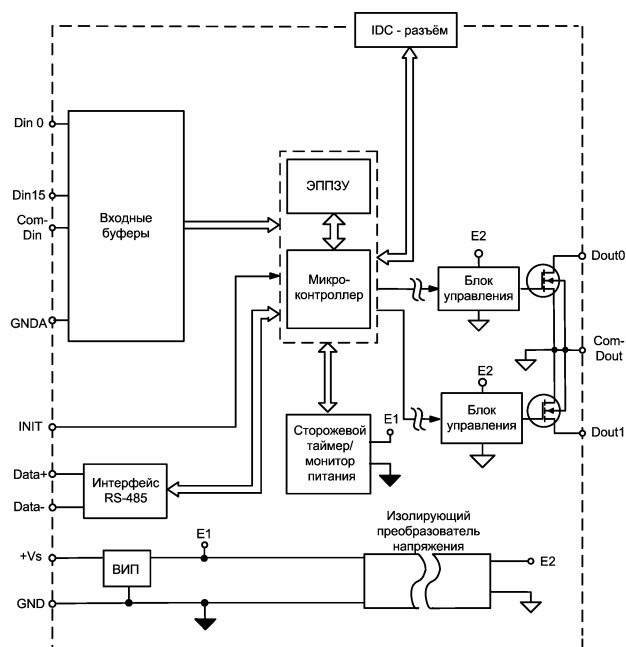


Рис. 3.4. Структурная схема модуля NL-16DI. Структуру входных каскадов см. на Рис. 3.6 - Рис. 3.9

Интерфейс RS-485 выполнен на микросхемах фирмы Analog Devices, удовлетворяющих стандартам EIA для интерфейсов RS-485 и RS-422 и имеющих защиту от электростатических зарядов, от выбросов на линии связи, от короткого замыкания и от перенапряжения. Дополнительно в модуле использована позисторная защита от перенапряжения на клеммах порта RS-485. Аналогичная защита использована для входа источника питания.

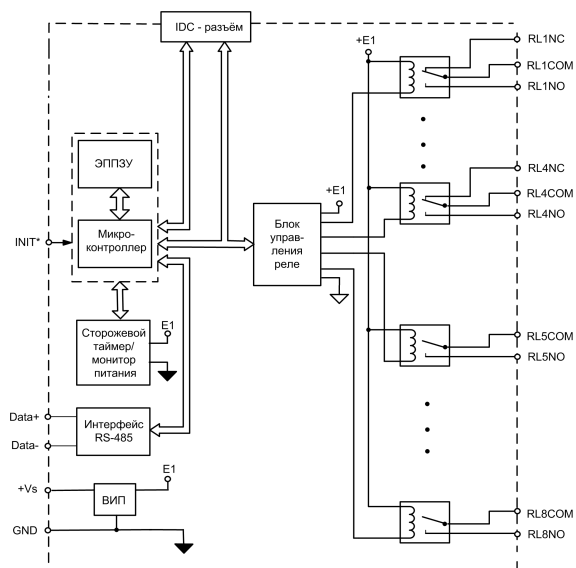


Рис. 3.5. Структурная схема модуля NL-8R. Обозначения: COM - "Common" - "общий", "C" - "Closed" - нормально замкнутый, "O" - "Open" - нормально открытый

Входные каскады модулей могут иметь различную электрическую схему. Каскад типа D (Рис. 3.6) предназначен для подключения источников сигнала "сухой контакт", т.е. обычных механических переключателей, например, концевых выключателей. Его особенностью является наличие внутреннего изолированного источника питания "сухих" контактов, который гальванически изолирован от источника питания модуля.

Входной буфер типа С (Рис. 3.7) предназначен для подключения источников сигнала с переменным напряжением 220 В. Буфер типа Т (Рис. 3.8) имеет входное сопротивление, которое возрастает при увеличении входного напряжения, что позволило добиться очень малого потребления тока (не более 2 мА при напряжении 40 В) от источника входного сигнала. Входной каскад типа R (Рис. 3.9) является типовым, его особенностью является двуполярность, т.е. возможность подачи как положительных, так и отрицательных напряжений дискретных сигналов.

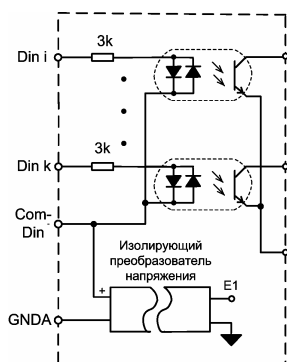


Рис. 3.6. Входной каскад типа D. Для источника сигнала типа "сухой контакт". $I_{Vx} < +1,5$ мА.

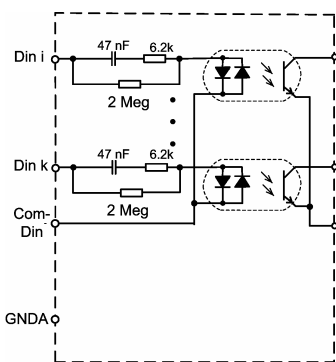


Рис. 3.7. Входной каскад типа C. $U_{Vx} < \sim 250$ В; $I_{Vx} < \sim 4$ мА.

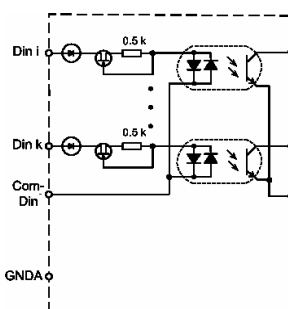


Рис. 3.8. Входной каскад типа T. $U_{Vx} = 0...+40$ В; $I_{Vx} < 2$ мА.

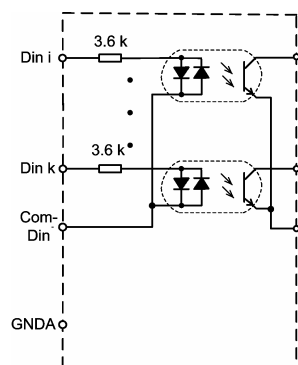


Рис. 3.9. Входной каскад типа R. $U_{Vx} = -30...+30$ В; $I_{Vx} = -10$ мА... $+10$ мА.

3.2. ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

Модули аналогового ввода непосредственно измеряют только напряжение. Измерение тока выполняется косвенным методом, т.е. по падению напряжения на измерительном резисторе (Рис. 3.10). Однако калибровка модуля в режиме измерения тока выполняется при подключенном измерительном резисторе. Это позволяет скомпенсировать погрешность, вызванную технологическим разбросом сопротивления, и, таким образом, погрешность измерения тока становится равной погрешности измерения напряжения. Для ввода сигналов 0-20 мА или 4-20 мА используют измерительный резистор сопротивлением 125 Ом (Рис. 3.10). При этом току 0 мА будет соответствовать напряжение 0 В, току 20 мА - напряжение 2,5 В, току 4 мА - напряжение 0,5 В. Аналогично можно вводить ток любой величины, выбрав соответствующую величину измерительного резистора.

При наличии прецизионного измерительного резистора калибровку в режиме измерения тока можно не проводить. В этом случае предельная погрешность измерений будет равна сумме погрешности модуля $\Delta V/V$ и погрешности измерительного резистора $\Delta R/R$:

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta R}{R}.$$

Среднеквадратическое суммирование в данном случае неприменимо, поскольку в силу особенностей технологической разбраковки резисторов разброс их сопротивлений обычно не является случайным.

Аналогично, погрешность измерения температуры с помощью модуля, калиброванного только по напряжению, является суммой погрешности термодатчика $\Delta T_{TC}/T_{TC}$, погрешности датчика температуры холодного спая $\Delta T_{TJC}/T_{TJC}$, погрешности модуля $\Delta V/V$ и погрешности линеаризации характеристик термодатчика $\frac{\Delta V_{Lin}}{V}$ (ГОСТ 23222-88):

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta T_{TC}}{T_{TC}} + \frac{\Delta T_{TJC}}{T_{TJC}} + \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta V_{Lin}}{V}.$$

Выше рассмотрена основная погрешность измерения. Для учета температурной погрешности, вызванной влиянием температуры окружающей среды, следует учитывать дополнительную погрешность, величина которой пропорциональна отклонению температуры от 20 °C:

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta T}{T} \Big|_{t=20^{\circ}C} + \delta_{дон} \cdot \frac{T - 20}{10},$$

где $\delta_{дон}$ - дополнительная погрешность.

Следует подчеркнуть, что кроме понятия точности, модуль характеризуется разрешающей способностью (16 бит). Это означает, что, даже при низкой точности датчика температуры можно наблюдать изменения температуры с дискретностью $1/2^{16} = 0,0015\%$. Например, при измерении температуры платиновым датчиком 100П (Pt 100) на пределе измерений 0...100 °C можно регистрировать изменения температуры на 0,001°C. Высокая разрешающая способность полезна, когда требуется определить тенденцию изменения температуры во времени (например, для регистрации момента начала химической реакции), для измерения разности температур (при измерении теплового потока), для обнаружения температурных колебаний (например, в инкубаторе), когда величина изменений температуры меньше погрешности измерений.

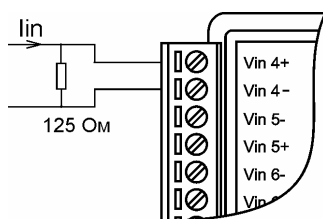


Рис. 3.10. Подключение резистора 125 Ом для измерения тока I_{in} .

3.3. СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ МОДУЛЕЙ

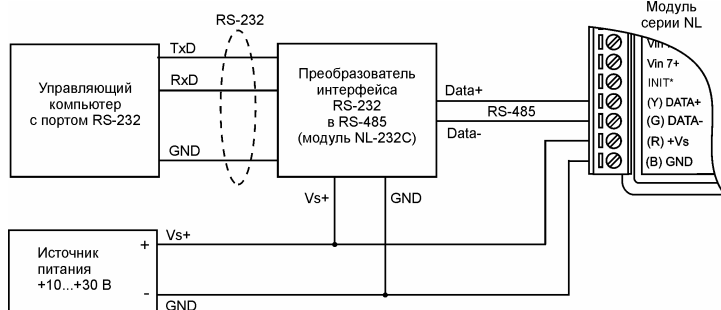


Рис. 3.11. Подключение модуля к порту RS-232 компьютера

Подсоединение модуля к промышленной сети на основе интерфейсов RS-485 выполняется экранированной витой парой. Такой провод уменьшает наводки на кабель и повышает устойчивость системы к сбоям во время эксплуатации.

К компьютеру модуль подключается через преобразователь интерфейса RS-232 в RS-485 (Рис. 3.11).

Термопара или резистивный датчик температуры подключаются к входным зажимам модуля непосредственно (см. Рис. 3.12). Резистивные медные, платиновые или никелевые термопреобразователи (термопреобразователи сопротивления) подключаются к модулю

по одному из трех вариантов (Рис. 3.13 - Рис. 3.15). Для измерения сопротивления из модуля задают ток с помощью "идеальных" источников тока I_{ex0+} и I_{ex0-} и снимают величину падения напряжения на датчике с помощью потенциальных входов модуля Sense+ и Sense- (Рис. 3.13). При фиксированном токе падение напряжения прямо пропорционально сопротивлению датчика, которое затем пересчитывается в значения температуры по табличным данным, взятым из ГОСТ 6651-94 и хранимым в ЭППЗУ модуля.

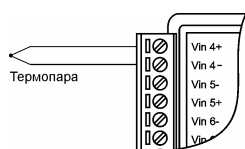


Рис. 3.12. Подключение термопары к каналу 4 модуля.

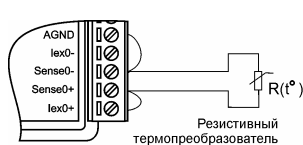


Рис. 3.13. Двухпроводное подключение резистивного термопреобразователя

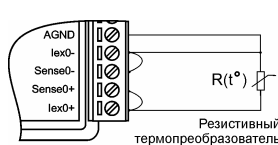


Рис. 3.14. Трехпроводное подключение резистивного термопреобразователя

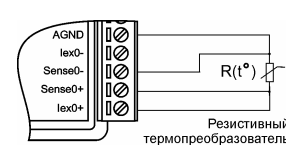


Рис. 3.15. Четырехпроводное подключение резистивного термопреобразователя

Однако такой простейший путь может быть использован только в случае, когда длина проводов, идущих к датчику, не превышает нескольких метров. В общем случае необходимо учитывать их сопротивление, которое может быть сравнимо с сопротивлением датчика (обычно 50-100 Ом). Для этого используют трехпроводную или четырехпроводную схему включения. Особенность трехпроводной схемы (Рис. 3.14) состоит в том, что она основана на принципе взаимной компенсации падений напряжений на проводах, по которым текут одинаковые токи в противоположных направлениях. Поэтому эта схема компенсирует только среднее значение сопротивлений проводов, но не их разность. Кроме того, в погрешность измерения добавляется погрешность рассогласования токов источников тока I_{ex0+} и I_{ex0-} . Достоинством этой схемы по сравнению с четырехпроводной является 30% экономия соединительных проводов.

Четырехпроводная схема (Рис. 3.15) использует только один источник тока. Поэтому исключается погрешность рассогласования токов I_{ex0+} и I_{ex0-} . Четырехпроводная схема не использует принцип компенсации сопротивлений и поэтому позволяет исключить влияние проводов независимо от величины рассогласования их сопротивлений. Для этого напряжение измеряется непосредственно на выводах датчика. Эта схема измерения является наиболее точной.

Выходные каскады модулей выполнены по схеме с открытым стоком, что позволяет получить логические уровни любой величины, до +47В, в зависимости от напряжения источника питания выходных каскадов (Рис. 3.16).

Выходные каскады модулей имеют максимальное рабочее напряжение 47 В и ток нагрузки не более 0,75А. Однако их можно использовать для переключения нагрузок любой мощности, если подключить к выходным каскадам модуля элек-

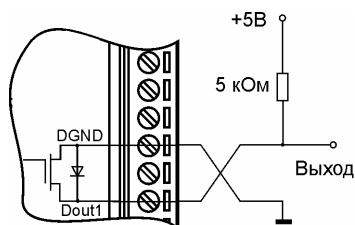


Рис. 3.16. Получения логических уровней напряжения на выходах модулей

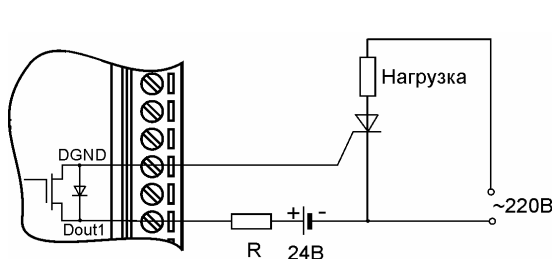


Рис. 3.17. Подключение симистора к выходу модуля.

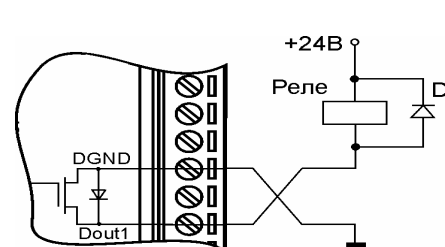


Рис. 3.18. Применение модуля для управления электромагнитным реле

тромагнитное или полупроводниковое реле, тиристор или симистор. Соответствующие схемы включения приведены на Рис. 3.17, Рис. 3.18 и Рис. 3.19.

3.4. ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ МОДУЛЯ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Модули имеют встроенный алгоритм релейного и ПИД регулирования. Это позволяет использовать их в качестве локального технологического контроллера для выполнения функции стабилизации температуры. В качестве примера на

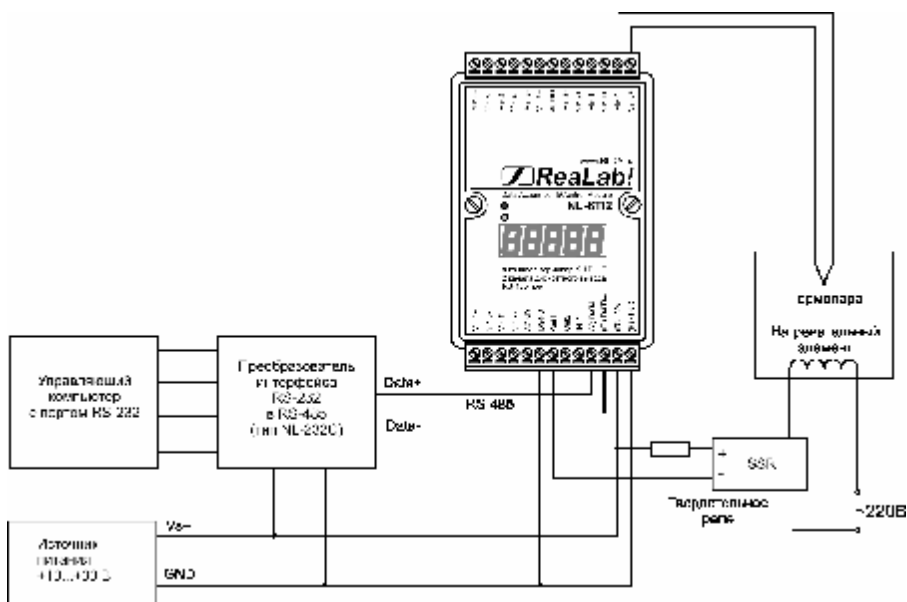


Рис. 3.19 показана структурная схема системы поддержания стабильной температуры в емкости с нагревательным элементом.

Термопара является нелинейным преобразователем температуры в напряжение. Для компенсации нелинейности в модулях используется поправочная таблица, взятая из ГОСТ Р 8.585-01 для термопар типа К, J, В, L, Е, S, R, N, Т и занесенная в ЭППЗУ модуля. Микроконтроллер, имеющийся в модуле, вносит поправки в результат измерения, пользуясь этой таблицей. Поэтому модуль выдает через порт RS-485 значение температуры.

Напряжение на зажимах термопары зависит не от абсолютного значения температуры, а от разности температур горячего и холодного спаев. Температура холодного спаев в модуле измеряется линейным полупроводниковым датчиком температуры.

Рис. 3.19. Применение модуля для стабилизации температуры. Управляющий компьютер и преобразователь интерфейса после конфигурирования модуля могут быть исключены из системы

3.5. ПРОМЫШЛЕННАЯ СЕТЬ НА ОСНОВЕ ИНТЕРФЕЙСА RS-485

Модули серии NL могут быть включены в промышленную сеть на основе интерфейса RS-485, которая использует передачу сигналов в обоих направлениях по двум проводам. RS-485 является стандартным интерфейсом, специально спроектированным для передачи цифровых данных в условиях промышленного окружения. Он широко используется для построения промышленных сетей, связывающих устройства с интерфейсом RS-485 на расстоянии до 1,2 км (ретрансляторы позволяют увеличить это расстояние). Линия передачи сигнала в стандарте RS-485 является дифференциальной, симметричной относительно "земли". Один сегмент промышленной сети может содержать до 32 устройств. Передача сигнала по сети является двунаправленной, иницируемой одним ведущим устройством, в качестве которого обычно используется офисный или промышленный компьютер (контроллер). Если управляющий компьютер по истечении некоторого времени не получает от модуля ответ, обмен прерывается и инициатива вновь передается управляющему компьютеру. Любой модуль, который ничего не передает, постоянно находится в состоянии ожидания запроса. Ведущее устройство не имеет адреса, ведомые - имеют.

Удобной особенностью сети на основе стандарта RS-485 является возможность отключения любого ведомого устройства без нарушения работы всей сети. Это позволяет делать "горячую" замену неисправных устройств.

Применение модулей серии NL в промышленной сети на основе интерфейса RS-485 позволяет расположить модули в непосредственной близости к контролируемому оборудованию и таким образом уменьшить общую длину проводов и величину паразитных наводок на входные цепи.

Размер адресного пространства модулей позволяет объединить в сеть 256 устройств. Однако при использовании для адресации кода скорости обмена можно адресовать 2048 устройств. Поскольку нагрузочная способность интерфейса RS-485 модулей составляет 32 стандартных устройства, для расширения сети до 256 единиц необходимо использовать RS-485 ретрансляторы между фрагментами, содержащими до 32 модулей. Конвертеры и ретрансляторы (репитеры) сети не являются адресуемыми устройствами и поэтому не уменьшают предельную размерность сети.

Управляющий компьютер, имеющий порт RS-485, подключается к сети непосредственно. Компьютер с портом RS-232 подключается через преобразователь интерфейса RS-232 в RS-485, (например, NL-232C) (Рис. 3.11). Для построения сети рекомендуется использовать экранированную витую пару проводов.

Любые разрывы зависимости импеданса линии от пространственной координаты вызывают отражения и искажения сигналов. Чтобы избежать отражений на концах линии, к ним подключают согласующие резисторы (Рис. 3.20). Сопротив-

ление резисторов должно быть равно волновому сопротивлению линии передачи сигнала. Если на конце линии сосредоточено много приемников сигнала, то при выборе сопротивления согласующего резистора надо учитывать, что входные сопротивления приемников оказываются соединенными параллельно между собой и параллельно согласующему резистору. В этом случае суммарное сопротивление приемников сигнала и согласующего резистора должно быть равно волновому сопротивлению линии. Поэтому на Рис. 3.20 показано сопротивление $R=120\text{ Ом}$, хотя волновое сопротивление линии равно 100 Ом . Чем больше приемников сигнала на конце линии, тем большее сопротивление должен иметь терминальный резистор.

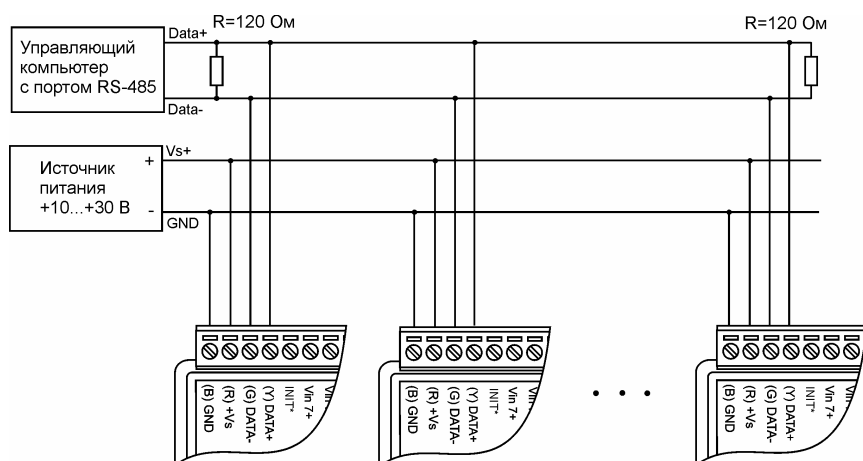


Рис. 3.20. Соединение нескольких модулей в сеть на основе интерфейса RS-485

например, с помощью программы Hyper Terminal, которая входит в стандартную поставку Windows. Однако для упрощения управления модулями разработан OPC сервер, который позволяет управлять модулями из широко известных программ LabView, MATLAB, Excel, Word, Access. Для самостоятельного программирования на Visual C++, Visual Basic и VBA кроме OPC интерфейса разработан более простой в изучении упрощенный интерфейс EasyAccess с сокращенным набором функций.

OPC сервер NLogics для модулей RealLab! соответствует международной спецификации OPC Data Access 2.0. Сервер обеспечивает доступ к переменным модулей неограниченному числу клиентских программ. Сервер NLogics имеет следующие отличительные особенности:

- возможность задания различных прав доступа к тегам (входным переменным) для различных клиентов сервера;
- возможность добавления новых устройств в расширяемую библиотеку драйверов;
- содержит встроенный скрипт VBScript для описания пользовательских конверторов входных переменных;
- поддерживает пользовательские DLL-библиотеки для описания сложных конверторов входных переменных;
- кроме стандартного OPC интерфейса имеет дополнительный упрощенный COM интерфейс EasyAccess для управления устройствами;
- содержит объект, служащий для интеграции сервера NLogics и OPC серверов сторонних производителей с программами, не поддерживающими OPC, но поддерживающими OLE, например MS Excel, Matlab.

OPC (OLE for Process Control) - стандартизованные интерфейсы для Microsoft технологии OLE, предназначенные для применения в области компьютерной автоматизации [8]. Стандарт OPC разработан международным фондом OPC Foundation, который был создан фирмами Fisher-Rosemount, Intellution, Intuitive Technology, Opto22, Rockwell и Siemens в 1995 году. В 1996 году появилась первая версия спецификации OPC.

OPC в настоящее время является общепризнанным стандартом. Сегодня практически все производители программного и аппаратного обеспечения средств автоматизации разрабатывают продукты, соответствующие этому стандарту.

За последние несколько лет OPC серверы полностью вытеснили DDE (Dynamic Data Exchange) серверы и специализированные драйверы для аппаратных средств автоматизации. DDE - самый старый (время рождения - 1989-1991 годы) и очень медленный способ динамического обмена данными между Windows приложениями, был со временем заменен (преобразован) в OLE (Object Linking and Embedding). OLE первоначально и до середины 90-х годов использовался исключительно Microsoft для обмена данными между ее офисными приложениями. Во время разработки Windows NT появилась технология DCOM (Distributed Component Object Model) как продолжение технологии COM. DCOM была разработана для распределенных клиент-серверных приложений. Один клиент мог одновременно использовать несколько серверов, установленных на разных компьютерах в сети и каждый сервер одновременно мог обслуживать несколько клиентов. В настоящее время OPC базируется практически исключительно на DCOM технологии фирмы Microsoft для распределенных систем. Главным понятием DCOM является понятие интерфейса, посредством которого DCOM объекты обслуживают клиентов.

Главное окно программы "NLogics" показано на Рис. 4.1. В левой половине отображается дерево представления устройств, которые подключены к компьютеру или для которых созданы их "образы", а также логические группы тегов (т.е. входных или выходных сигналов модулей). В правой половине отображается список тегов устройства или список тегов логи-

Наилучшей топологией сети является длинная линия, к которой в разных местах подключены адресуемые устройства (Рис. 3.20). Структура сети в виде звезды не рекомендуется в связи со множественностью отражений сигналов и проблемами ее согласования.

4. OPC сервер

Модули управляются посылкой команд в ASCII кодах через порт RS-232 любого компьютера. Например, чтобы получить из модуля все напряжения на его входах, посылают команду #AA, для компенсации напряжения нуля при калибровке посылают команду \$AA1, где AA - адрес модуля в сети. Посылать такие команды можно,

ческой группы тегов, которые выбраны в левой половине окна. При нажатии кнопки обновления значений тегов принимаемые OPC сервером величины отображаются в графе "Значение".

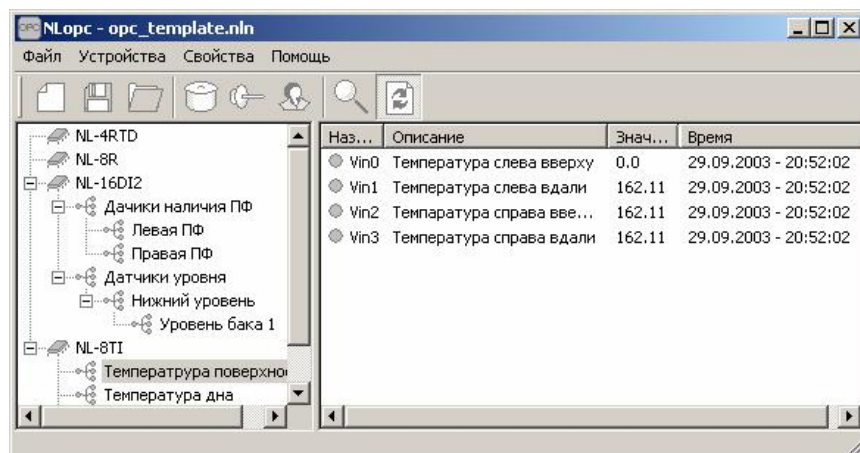


Рис. 4.1. Главное окно программы NLogsc

погрешности датчиков или измерительных преобразователей при их калибровке, а также применение нелинейных функций линеаризации (как, например, для термопар или термопреобразователей сопротивления). Для решения этой задачи OPC сервер NLogsc снабжен библиотекой конверторов. Библиотека конверторов сервера NLogsc представляет собой динамически подключаемую библиотеку (DLL), которая при необходимости может быть написана пользователем на любом языке программирования. Однако для оперативного преобразования сигналов, поступающих от модулей, в OPC сервер встроен скрипт VBScript, который позволяет задать любую функцию конвертирования непосредственно из окна OPC сервера (Рис. 4.2).

Конвертор, написанный на языке VBScript, представляет собой реализацию функции вида:

Function Convert (value)

Convert = f(value) *'возвращается значение функции*

End Function

Здесь value - входная конвертируемая величина; Convert - результат конвертирования; f(value) - некоторая функция, например, sin(value), 2*value^2 и т.п. Апострофом в VBScript помечаются комментарии. Возвращаемое функцией значение будет передано клиентам OPC сервера как преобразованное значение тега.

При нажатии кнопки «Принять» (Рис. 4.2) происходит проверка скрипта на отсутствие синтаксических ошибок интерпретатором VBScript. Корректный скрипт принимается и в окне свойств тега появляется график передаточной функции конвертора.

Полное описание встроенного VBScript можно найти в описании Windows или на веб-узле компании Microsoft.

OPC сервер NLogsc позволяет управлять подключением и правами доступа к тегам для различных пользователей в пределах локальной сети.

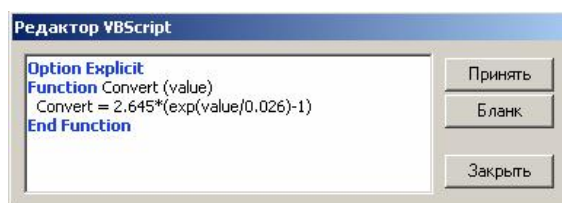


Рис. 4.2. Окно редактора VBScript

4.2. ИНТЕРФЕЙС К MATLAB, LABVIEW, MS EXCEL

Описываемый ниже интерфейс служит для интеграции серверов стандарта OPC Data Access с клиентами, не поддерживающими стандарт OPC, но поддерживающими OLE. Он является буфером, преобразующим стандартные вызовы OPC в стандартные вызовы автоматизации OLE. Например, он может быть использован для получения данных от OPC сервера для программ MATLAB, LabView, MS Office.

Интерфейс объекта состоит из четырех функций:

- OpсOpenServer() - для создания соединения с OPC сервером;
- OpсReadItem() - для чтения данных на входе устройства;
- OpсWriteItem() - для записи данных в устройство;
- OpсCloseServer() - разрыв связи с сервером.

4.1. КОНВЕРТИРОВАНИЕ ВХОДНЫХ ВЕЛИЧИН С ПОМОЩЬЮ VBSCRIPT

При подключении к модулям нестандартных датчиков может потребоваться особая, задаваемая пользователем, линеаризация характеристик или компенсация погрешностей. Конвертор полезен, когда, например, устройство передает данные от терморезистивного преобразователя в Омах, а требуется иметь данные в градусах, или когда датчик выдает частотный сигнал от анемометра, а его надо преобразовать в скорость ветра. Другим примером может быть применение линейной коррекции мультипликативной и аддитивной

Функция `OpcOpenServer()` создает соединение с выбранным OPC сервером на выбранном компьютере. Она имеет следующий синтаксис (на языке Visual Basic):

`Boolean OpcOpenServer(servername as String, serverlocation as String),`

где `servername` - имя сервера (`NLopc.Server`), `serverlocation` - имя компьютера в сети, на котором расположен OPC сервер. Возвращается значение `True` в случае успеха, `False` в случае неудачи.

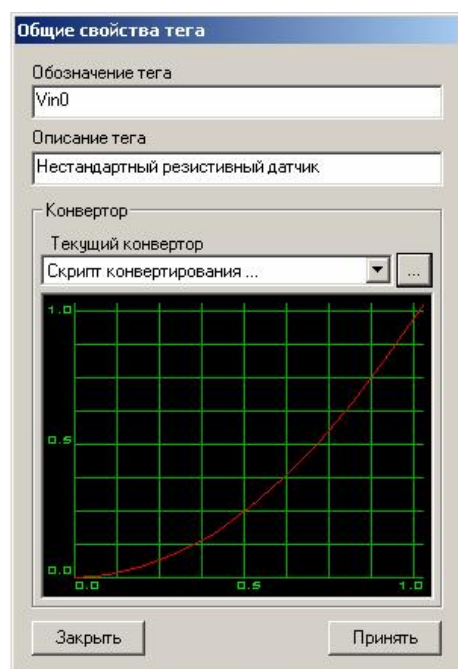


Рис. 4.3. Окно для выбора конвертора входной переменной

Функция `OpcReadItem()` предназначена для чтения данных из указанного тега сервера, соединенного с объектом `OPCWrapper.Service`. Прототип функции на языке Visual Basic имеет вид

`Variant OpcReadItem(itemname as String).`

Здесь `tagname` – полное имя тега сервера OPC. Полное имя тега состоит из перечисления родительских групп тега, разделенных символом «.» и имени тега. Так, например, для тега «Vin1» группы «NL-8AI» имя тега будет `NL-8AI.Vin1`. Возвращаемое значение – прочитанное значение тега.

Функция `OpcWriteItem()` предназначена для записи данных в указанный тег сервера, соединенного с объектом `OPCWrapper.Service`. Прототип функции на языке Visual Basic:

`OpcWriteItem (itemname as String, value as Variant)`

Пример использования функции в Visual Basic и VBA:

```
Sub Func()
    Dim obj As Object
    Dim rd As Variant
    Dim wr As Variant
    Set obj = CreateObject("OPCWrapper.Service") 'создание соединения с
    obj.OpcOpenServer "NLopc.Server", ""         'соединение объекта с сер-
    wr = obj.OpcWriteItem "Out", wr              'вером NLopc.Server
    rd = obj.OpcReadItem "In"                    'вместо In должно быть имя тега сервера
    wr = 1
    obj.OpcWriteItem "Out", wr                   'вместо Out должно быть имя тега сервера
    obj.OpcCloseServer                           'отсоединение объекта от сервера
    Set obj = Nothing                             'разрывается связь объектной переменной obj с объектом
End Sub
```

5. MS Excel и ActiveX объекты

Широко известная программа MS Excel является превосходной средой для реализации алгоритмов управления экспериментом, обработки и визуализации его результатов [9, 10]. При этом используются не только вычисления в ячейках, но и встроенный в MS Excel язык Visual Basic for Application (VBA). Ниже предлагается набор дополнительных ActiveX объектов, которые позволяют еще более упростить и ускорить процесс достижения цели для людей, не имеющих навыков программирования.

Каждый ActiveX объект позволяет выполнить поиск OPC серверов в локальной сети (Рис. 2.4) с помощью браузера тегов (Рис. 5.2). В левой части окна «Tag Browser» выбирается OPC сервер, находящийся на любом компьютере локальной сети. При выборе сервера происходит считывание его «пространства имен» (набора тегов) в правую часть окна. Пользователь должен выбрать требуемые ему теги и нажать кнопку «ОК». Выбранные теги будут добавлены в ActiveX объект, из которого был вызван браузер тегов.

5.1. ACTIVEX ОБЪЕКТ "NLdigi"

Наиболее часто используемым ActiveX объектом является цифровое табло (Рис. 5.1).

Оно предназначено для динамического отображения входной величины в цифровом виде. Входной может быть также величина, заданная из программы на VBA, входящей в состав MS Excel.

При задании в качестве входной величины тега OPC сервера объект `NLdigi` может осуществлять циклическое (динамическое) чтение значения тега с задаваемым периодом. При этом данные, получаемый из устройства ввода, будут обновляться на табло по мере их поступления.

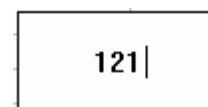


Рис. 5.1. Внешний вид цифрового табло `NLdigi`

ActiveX объект NLdigi позволяет также задавать с клавиатуры значения, выводимые из компьютера через модули вывода.

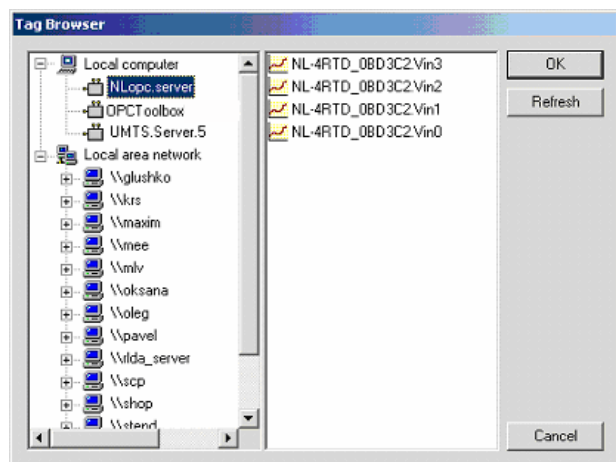


Рис. 5.2. Окно объекта «Tag Browser»

В окне «Tag name» задается имя тега, служащего входной величиной объекта. Имя тега может задаваться как вручную, так и при помощи объекта «Tag Browser» (Рис. 5.2). В окнах «Min value», «Max value» задаются минимальная и максимальная величина, отображаемая на шкале объекта. В поле «Updating» задается период обновления значения тега OPC сервера в миллисекундах. В полях «Levels at percent» задаются цветовые уровни в процентах от ширины шкалы. Окно «Data bar» предназначено для задания цвета столбика данных. При щелчке по цветному окну «Data bar» появляется стандартное диалоговое окно выбора цвета. Задания параметров через окно свойств объекта NLgraph вполне достаточно для работы объекта с OPC серверами.

5.2. ACTIVEX ОБЪЕКТ "NLGRAPH"

Внешний вид объекта NLgraph представлен на Рис. 5.3. Он предназначен для динамического отображения входной величины в виде «столбика». Объект может принимать как горизонтальное положение, так и вертикальное, в зависимости от соотношения его ширины и высоты.

Входной может быть величина, устанавливаемая из VBA или непосредственно из тега. В последнем случае объект может осуществлять циклическое чтение значения тега. Окно свойств объекта «NLgraph» изображено на Рис. 5.4:

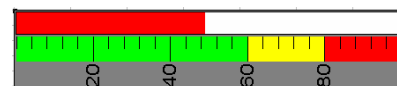


Рис. 5.3. Внешний вид объекта NLbar

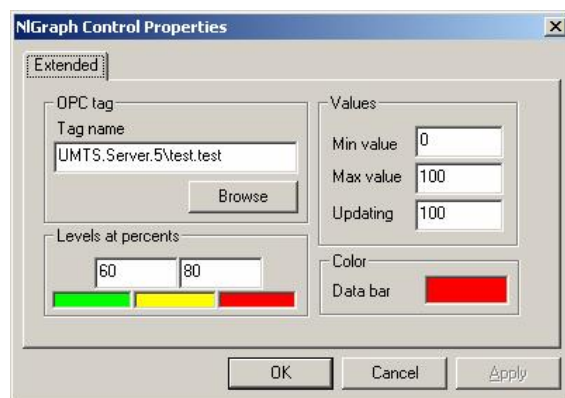


Рис. 5.4. Окно свойств объекта «NLbar»

5.3. ACTIVEX ОБЪЕКТ "NLVIEW"

Внешний вид объекта «NLview» представлен на Рис. 6.4. Объект предназначен для динамического отображения данных на графике в виде зависимости $Y=f(x)$. На одном ActiveX объекте можно построить практически неограниченное количество кривых. Ось абсцисс графика может быть представлена в формате «время/дата» или в обычном формате вещественного числа. Поле построения графиков поддерживает функцию «прокрутки» при помощи перемещения мыши (правая кнопка при этом должна быть нажата) и функцию «электронной лупы» - для увеличения выбранного участка графика.

Для удобной настройки объекта имеется окно свойств, позволяющее задавать теги, диапазон их изменения, цвет линии. По умолчанию цвета линий задаются автоматически случайным образом. Задаются также глубина буфера данных, частота обновления тегов, цвет заднего фона, сетки, линеек и цвет обозначений на осях.

Для задания собственных линий, не связанных с тегами OPC серверов, а также для вывода любых графиков из VBA объект имеет набор методов и свойств, которые можно использовать при программировании на VBA.

5.4. СОЗДАНИЕ ДРУГИХ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ EXCEL

Примеры типовых органов управления, функционирующих в MS Excel, представлены на Рис. 5.5. Это "оживленные" рисунки, выполненные в любом пиксельном формате и вставленные на лист Excel. При нажатии мышкой на правую стрелку переключателя пределов измерения (Рис. 5.5, а) белая точка, указывающая предел измерения, перемещается на один шаг по часовой стрелке; при нажатии на левую кнопку точка движется в обратном направлении. При этом в заранее заданной ячейке Excel (например, A3) появляется число, указывающее номер позиции переключателя. Этот номер можно использовать, например, для масштабирования данных, принятых от датчика.

Точка, указывающая положение переключателя на Рис. 5.5, а) является овалом, нарисованным средствами Excel. Она не может быть рисунком в пиксельном формате, поскольку VBA, входящий в состав Excel, не позволяет выполнять поворот растровых рисунков.

Важно отметить, что код, управляющий движением рассматриваемых ниже органов управления и контроля, можно не писать, а включить режим записи макроса и в это время произвести нужные операции над создаваемым объектом. В результате Excel автоматически создаст код, выполняющий то, что вы делали вручную. Это избавляет вас от изучения языка VBA. Конечно, желательно понимать смысл того, что создал вместо вас визард макросов MS Excel, но для этого достаточно знать английский язык, который помогает угадать смысл отдельных команд записанного макроса.

Макрос, перемещающий точку на Рис. 5.5, а) по часовой стрелке, выглядит следующим образом:

```
GaugePosition = Sheets("Gauge").Range("A3")
Sheets("Gauge").Shapes("Point").IncrementRotation 22
GaugePosition = GaugePosition + 1
Sheets("Gauge").Range("A3").Value = GaugePosition
```

Здесь первая строка считывает начальную позицию переключателя, которая хранится в ячейке A3 на листе "Gauge". Вторая строка выполняет поворот точки "Point" относительно центра вращения на угол 22 градуса. Для создания центра вращения в нужном месте следует создать вторую точку симметрично относительно центра ручки, сделать ее невидимой и сгруппировать с видимой точкой. Такая группа в нашем примере названа "Point". Третья строка представляет собой стандартный счетчик с приращением 1, четвертая строка записывает значение счетчика в ячейку A3. Переменную GaugePosition можно использовать в дальнейшем для масштабирования принятых данных.

Слайдер (Рис. 5.5, в) является стандартным элементом Excel, мы добавили к нему лишь шкалу. Позиция указателя записывается в ячейку, которую вы

выбираете сами. Кнопки "СТОП" и "ПУСК" (Рис. 5.5, д) являются стандартными кнопками MS Excel, мы только изменили их цвет. Оригинальная кнопка (Рис. 5.5, е) является растровым рисунком, а зеленый "светодиод" на ней - векторным рисунком, выполненным средствами Excel. При нажатии кнопки светодиод "гаснет", т.е. его цвет изменяется на серый. При этом в ячейку A6 записывается значение "False", при повторном нажатии светодиод загорается и в ячейку записывается значение "True":

```
If Worksheets("Gauge").Range("A6").FormulaR1C1 = "=TRUE()" Then
    Worksheets("Gauge").Range("A6").FormulaR1C1 = "=FALSE()"
    Worksheets("Gauge").Shapes("Light").Fill.Visible = msoTrue
Else
    Worksheets("Gauge").Range("A6") = "=TRUE()"
    Worksheets("Gauge").Shapes("Light").Fill.Visible = msoFalse
End If
```

Третья строчка кода делает "светодиод" видимым (Fill.Visible = msoTrue), а шестая - "гасит" его.

MS Excel позволяет "закрепить" каждый элемент на листе, защитить его от случайного удаления и защитить весь рабочий лист. Ввод данных можно выполнять непосредственно в ячейки рабочего листа Excel, в текстовые поля или в специальные элементы управления, поставляемые в составе MS Excel.

Отметим некоторые общие особенности создания программ автоматизации эксперимента с помощью MS Excel. После отладки программы ее следует защитить от случайной порчи исходного текста. Для этого используется пункт меню "Сервис/Защита". Перед защитой в свойствах каждого элемента следует указать, должен ли он быть защищен после защиты всего листа. Если некоторые элементы должны изменяться программно, сначала нужно снять их защиту, а после модификации элемента вновь защитить его. Однако есть более простой способ: поверх изменяемого элемента можно положить "стекло" - прозрачный растровый рисунок - и защитить его. Тогда пользователю лежащие под "стеклом" объекты будут недоступны, а программа может их модифицировать.

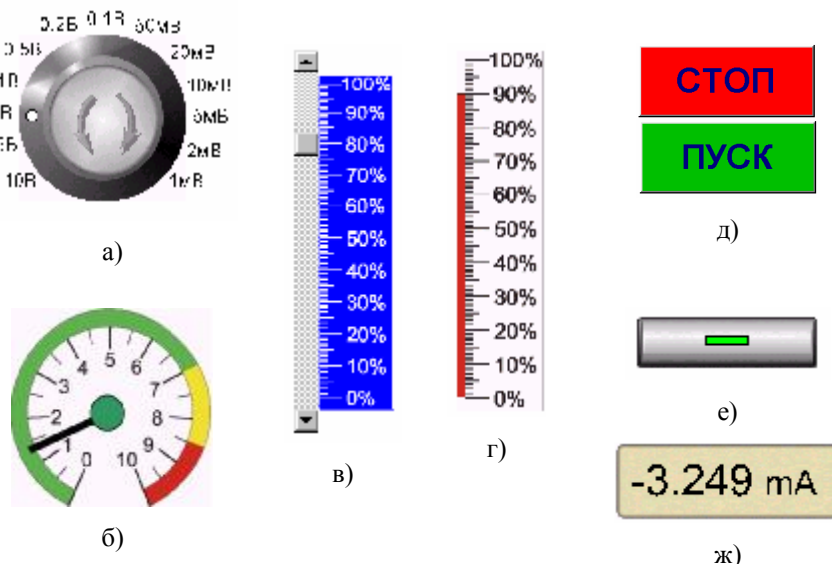


Рис. 5.5. Примеры типовых элементов виртуальных приборов, созданных в MS Excel

6. Пример стенда для приемо-сдаточных испытаний



которых представлены ниже. Для управления камерой холода с сосудом Дюара использован модуль NL-4RTD [7], кото-

- основная и дополнительная погрешность измерения напряжения;
- основная и дополнительная погрешность измерения тока;
- основная и дополнительная погрешность измерения сопротивления;
- основная и дополнительная погрешность измерения частоты следования импульсов;
- погрешность компенсации температуры холодного спая термопары;
- временная нестабильность источника опорного напряжения;
- зависимость погрешности измерения от уровня входного напряжения;
- взаимное влияние входов;
- взаимное влияние выходов;
- ток утечки закрытых выходных ключей;
- напряжение логического нуля на входе;
- напряжение логической единицы на входе;
- напряжение логического нуля на выходе;
- ток утечки дискретных выходов;
- ток утечки потенциальных входов;
- скорость передачи информации в порт RS-232.

Модули, обеспечивающие подачу на испытуемый прибор сигналов и считывание результатов, помещены в общий шкаф (Рис. 6.1).

Измеряемые стендом параметры записаны на листе MS Excel (Рис. 6.2). При нажатии кнопки "Автоматическая проверка" происходит синтаксический анализ имен проверяемых параметров и вызов соответствующего макроса VBA, который выполняет измерение данного параметра. Полученные значения записываются в колонку "Измерено" и сравниваются со значениями, указанными в ТУ. Результат сравнения указывается в столбце "Годен/Негоден".

Весь список параметров проверяется автоматически, без участия оператора. Оператору остается только посмотреть, нет ли среди

Microsoft Excel - N-Testing.dwt				
Файл Правка Вид Формулы Сервис Справочные Данные Сервис Справка				
100% 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024				

Рис. 6.2. Измеряемые в процессе приемо-сдаточных испытаний параметры записываются на лист Excel непосредственно из порта RS-485 модулей серии NL и сравниваются с данными из ТУ

записей в столбце "Годен/Негоден" записи, выделенной красным цветом.

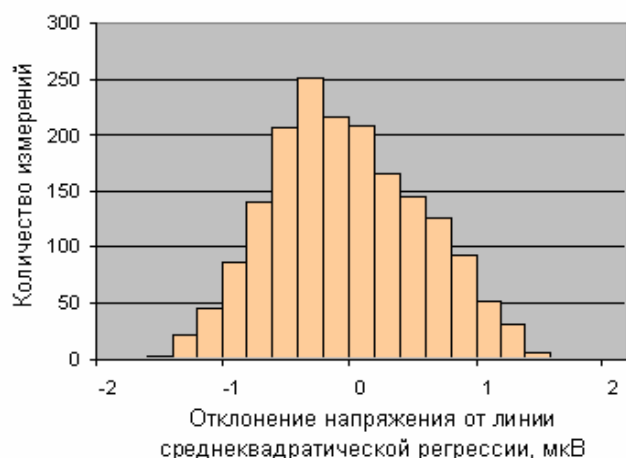


Рис. 6.3. Плотность распределения отклонений напряжения на выходе источника опорного напряжения стенда от линии среднеквадратической регрессии (1700 отсчетов), полученная в автоматическом режиме

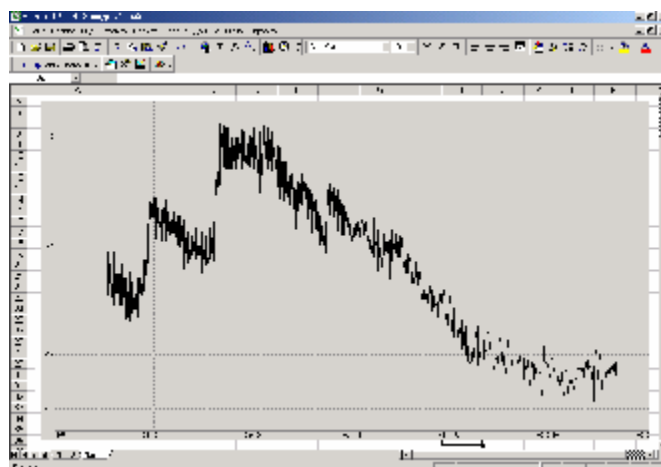


Рис. 6.4. Зависимость абсолютной погрешности датчика температуры холодного спая термопары от температуры холодного спая. По оси абсцисс - 8 град./дел., по оси ординат температур указана в сантиградусах, 0,13 град./дел.

Отдельный параметр может быть проверен в ручном режиме, путем нажатия кнопки "Проверка команды выделенной курсором", для чего клетку с именем проверяемого параметра нужно сначала выделить курсором.

Применение компьютера позволяет не только автоматизировать испытания, но и выполнить уникальные измерения, например, получить гистограмму плотности распределения случайной величины - напряжения на выходе источника опорного напряжения (Рис. 6.3), построенную на основе 1700 измерений, или построить зависимость абсолютной погрешности измерения температуры датчиком температуры холодного спая термопары от величины температуры ее холодного спая (Рис. 6.4). Резкие скачки температуры на графике (на 0,2 град) получаются, когда в термостат со льдом подбрасывают лед.

На Рис. 6.5 представлена зависимость абсолютной погрешности измерения испытуемого прибора от величины входного напряжения, построенная за 15 мин. Эту зависимость вручную можно построить только за несколько дней. На Рис. 6.6 представлена зависимость напряжения опорного источника напряжения от времени, необходимая для оценки его временной стабильности. По оси абсцисс указан номер отсчета, что эквивалентно времени, полученному из условия, что измерения происходят с периодичностью 2 раза в сек. Описанные графики получены с помощью ActiveX объекта NLView в реальном времени, т.е данные отображаются на графике по мере их поступления из устройства ввода, без сбора в промежуточный файл. Это позволяет остановить или скорректировать проводимый эксперимент по мере его проведения.

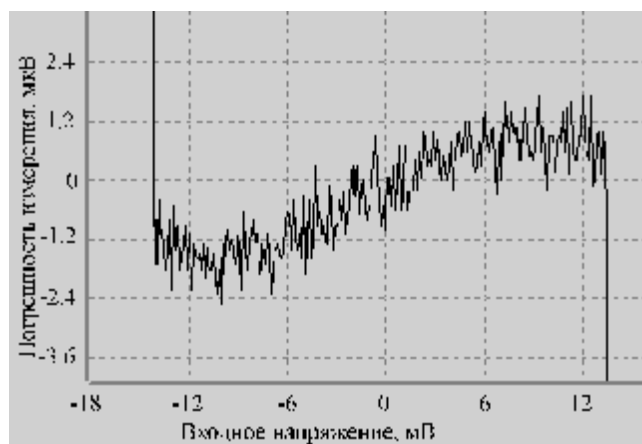


Рис. 6.5. Зависимость абсолютной погрешности измерения модуля NL-8TI для диапазона измерений ± 15 мкВ от величины входного измеряемого напряжения.

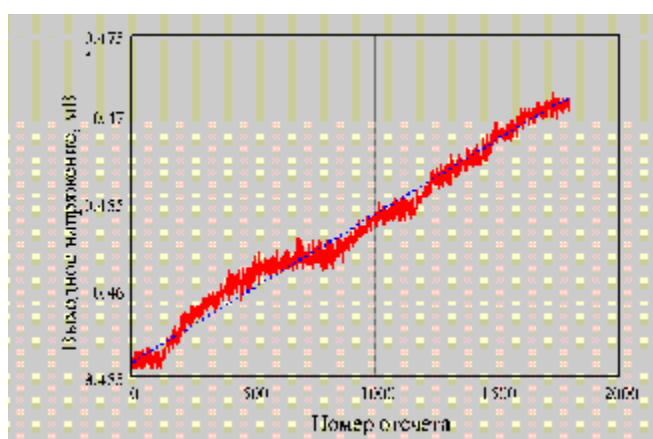


Рис. 6.6. Зависимость напряжения опорного источника от номера отсчета; отсчеты взяты с частотой 2 Гц.

Следует обратить внимание, что на оси абсцисс графиков на Рис. 6.4 и Рис. 6.5 отложено не время, а напряжение или температура, хотя вновь поступившие данные отображаются на графике по мере их получения. Аналогичным способом можно снять зависимость, например, коэффициента усиления транзистора от температуры или его вольт-амперную ха-

рактеристику, АЧХ четырехполюсника, зависимость частоты вибрации от амплитуды смещения, зависимость температуры пара от давления в котле, зависимость относительного растяжения образца от усилия растяжения и т.п.

7. Выводы

В статье рассмотрены основные принципы построения автоматизированных испытательных стендов с помощью модулей "RealLab!", OPC сервера и программы MS Excel. Использование этих универсальных компонентов позволяет планировать испытания различной сложности при низкой стоимости разработки программного обеспечения и аппаратной части системы.

Система контроля и управления микроклиматом в овощехранилище «Агротерм»

1 ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ «АГРОТЕРМ»

Система «Агротерм» предназначена для поддержания оптимального микроклимата в овощехранилище, а также автоматического управления всем технологическим оборудованием и параметрами технологического процесса. Ниже перечислены функциональные возможности системы (рис. 1):

- контроль температуры наружного воздуха;
- контроль уровня влажности наружного воздуха;
- контроль температуры в воздушных распределительных каналах;
- контроль температуры растительного продукта;
- контроль влажности растительного продукта;
- контроль уровня CO₂ в хранилище;
- контроль температуры воздуха внутри хранилища;
- аварийная сигнализация, в том числе путем передачи SMS сообщений;
- управление вентиляторами внутри хранилища;
- управление приточными клапанами;
- управление системой увлажнения воздуха;
- управление системой охлаждения воздуха;
- управление рециркуляционными вентиляторами;
- обогрев овощехранилища;
- оперативное отображение информации о технологическом объекте, протекающих процессах и основных параметрах работы на экране мониторов операторских станций;
- обеспечение бесперебойного электроснабжения системы (при помощи источников бесперебойного питания).

Реализация других возможностей - по желанию заказчика.

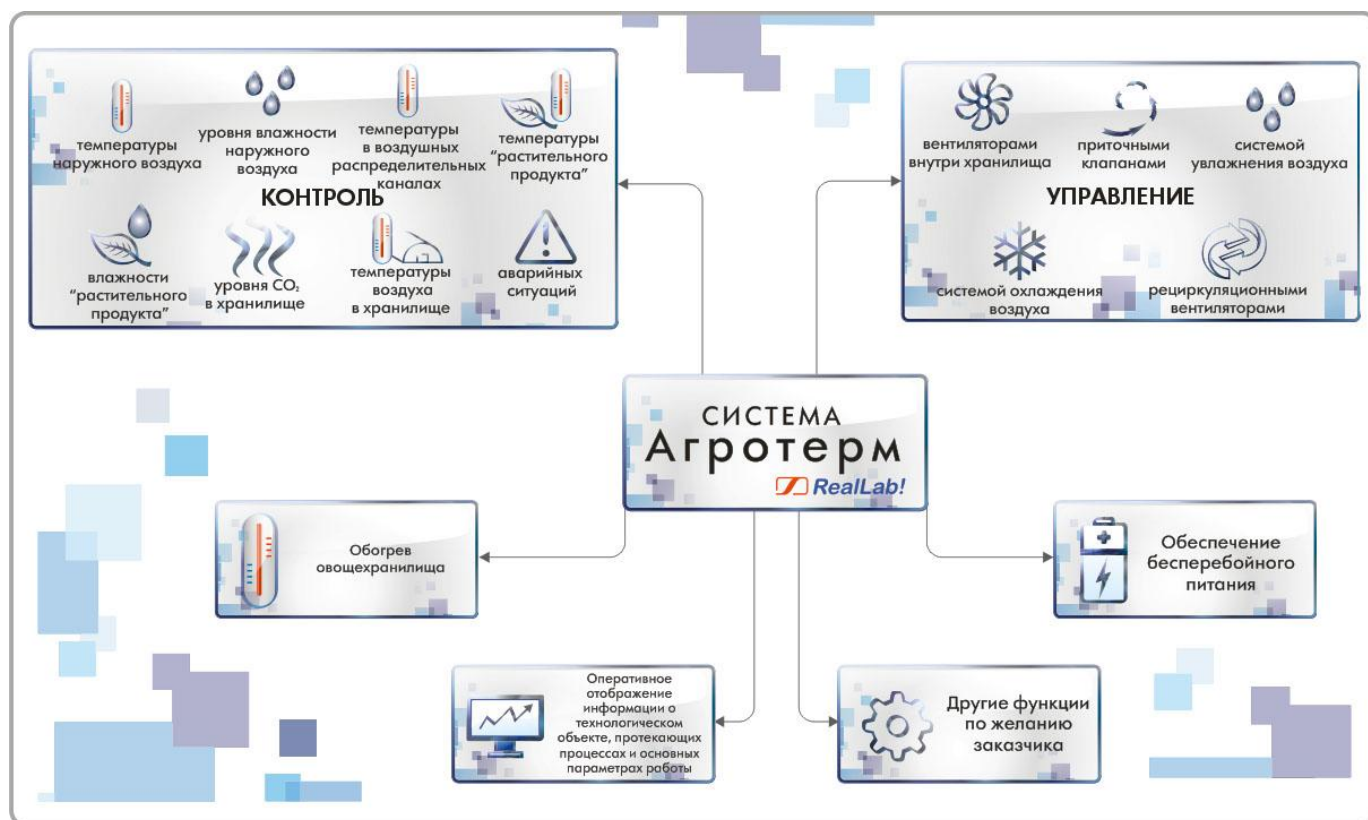


Рис. 1 - Функциональные возможности системы

2. СОСТАВ И АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ

Система «Агротерм» включает в себя (рис. 2):

- подсистему оперативно-диспетчерского контроля и управления;
- подсистему контроллерного управления.

Подсистема контроллерного управления может быть дополнена основными возможностями подсистемы диспетчерского контроля и управления (подробнее см. в разделе 2.2.1). В этом случае визуализация происходит на дисплее контроллера NLcon-CED с диагональю 5,7 дюймов (рис. 3).

Необходимо отметить, что гибкая архитектура системы «Агротерм» позволяет изменять набор функциональных возможностей системы и ее состав по желанию заказчика.



Рис. 2 - Общая схема системы «Агротерм»



Рис. 3 - Подсистема контроллерного управления с дополнительными возможностями

2.1. ПОДСИСТЕМА ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Подсистема оперативно-диспетчерского контроля и управления предназначена для комплексной визуализации, мониторинга и управления объектом автоматизации, отображения оперативных и архивных данных, любых параметров технологического процесса.

Подсистема представляет собой автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора и имеет в своем составе:

- персональный компьютер;
- устройства ввода-вывода;
- преобразователь интерфейса;
- источники питания;
- сервер технологической базы данных.

АРМ оператора обладает следующими функциональными возможностями:



визуализация технологического процесса (с помощью мнемосхем);



контроль и управление технологическим процессом в автоматическом режиме и ручном режиме;



изменение параметров технологического процесса;



сохранение параметров технологического процесса на серверах технологической базы данных;



формирование истории технологического процесса на основе данных, сохраненных на сервере технологической базы данных;



сигнализация (световая, звуковая, SMS) о возникновении аварийных ситуаций;



диагностика технических средств системы и вывод на экран аварийных сообщений в случае их неисправности;



ведение журнала событий, в который записываются аварийные сообщения, предупреждения и изменения ключевых значений параметров;



возможность подключения к АРМ оператора нескольких объектов управления (овощехранилищ).

2.2. Подсистема контроллерного управления

Подсистема контроллерного управления предназначена для сбора и обработки информации о состоянии технологического процесса, последующей ее передачи подсистеме оперативно-диспетчерского контроля, формирования управляющих воздействий и их передачи на исполнительные механизмы.

Подсистема контроллерного управления имеет в своем составе:

- управляющий контроллер;
- модули релейного вывода;
- модули дискретного и аналогового ввода;
- средства индикации и сигнализации;
- датчики температуры влажности, уровня CO₂, положение заслонок и др.;
- магнитные пускатели или устройства плавного пуска для запуска двигателей технологического оборудования (отдельный шкаф);
- шкаф программного управления.

Функциональные возможности подсистемы контроллерного управления:



прием сигналов от датчиков о параметрах технологического процесса, а также о положении исполнительных механизмов;



получение достоверной информации о технологическом процессе и возможность ее дальнейшей обработки;



диагностика работоспособности исполнительных механизмов и всей системы в целом;



передача данных о технологическом процессе и состоянии системы для оперативно-диспетчерского контроля;



прием и обработка команд от подсистемы оперативно-диспетчерского контроля и управления;



автоматическое формирование управляющих воздействий для установки и поддержания заданных параметров технологического процесса с помощью вычислительных и логических алгоритмов, а также, на основе команд оператора.

2.2.1. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ПОДСИСТЕМЫ КОНТРОЛЛЕРОНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Подсистема контроллерного управления может выполнять следующие оперативно-диспетчерские функции:



визуализация технологического процесса (с помощью мнемосхем);



контроль и управление технологическим процессом в автоматическом режиме и ручном режиме;



формирование истории технологического процесса на основе данных, сохраненных на сервере технологической базы данных;



ведение журнала событий, в который записываются аварийные сообщения, предупреждения и изменения ключевых значений параметров.

3. КОНСТРУКТИВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОСТАВКА СИСТЕМЫ

В состав системы «Агротерм» входят шкафы комплексной автоматики, оборудование (компьютер, устройства ввода-вывода) для организации АРМ оператора (подробнее см. раздел 2.1), датчики измеряемых и контролируемых величин, преобразователи интерфейса, источники бесперебойного питания, кабели, комплект программного обеспечения.

Шкафы комплексной автоматики (рис. 4) рассчитаны на питание напряжением 220 В или 380 В и имеют степень защиты IP 54 по ГОСТ 14254-96.

Компоненты системы размещаются и маркируются таким образом, чтобы облегчить персоналу обслуживание, тестирование оборудования, а также поиск и устранение неисправностей.



Рис. 4 - Пример шкафа программного управления и шкафа управления приводами

4. ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

НИЛ АП предоставляет различные виды технической поддержки и пользователь системы имеет возможность выбрать оптимальный для себя вариант.

1. Телефонная консультация — возможность получить мгновенную консультацию по интересующей проблеме от специалиста компании.
2. Обработка запросов по эл. почте или факсу.
3. Обработка вопросов, присланных на форум.
4. Ремонт или замена вышедшего из строя оборудования в течение всего гарантийного срока и после его окончания.
5. Выезд специалиста на территорию Заказчика.

На систему предоставляется гарантия 18 месяцев с момента подписания акта выполненных работ.

5. О КОМПАНИИ

Более 15 лет НИЛ АП разрабатывает, производит и поставляет различные средства промышленной автоматизации (устройства ввода-вывода, датчики, промышленные контроллеры, преобразователи интерфейсов и т.д.), а также автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Оборудование и системы нашего производства успешно работают на более чем 1000 предприятий, расположенных по всей территории России, среди которых: картофелехранилище на 3000 т. во Владимирской области, картофелехранилище на 4000 т. в Брянской области (рис. 5); теплица ООО "Солнечное" Ростовской области (6 га); ОАО "Солнечный" Ставропольского края (7 га); совхоз "Тепличный" г. Шахты (9 га), СПК "Калтанский" Кемеровской обл. (20 га); ОАО АК «Горьковский» (20 га); СПК "Тепличный" Волгоградской обл. (12 га) и т.д.

НИЛ АП гарантирует высокий уровень качества и надежности всех производимых систем. Наша компания - участник СРО и имеет свидетельства о допуске на выполнение всех необходимых работ:

- предпроектное обследование объекта автоматизации, формализация задачи и разработка технического задания;
- разработка проекта системы;
- разработка комплекта программного обеспечения (программное обеспечение для контроллеров, проект в SCADA-системе);
- изготовление системы автоматизированного управления (аппаратной части);
- лабораторная отладка оборудования;
- поставка комплекса технических и программных средств;
- монтажные, шефмонтажные работы;
- пусконаладочные работы на объекте;
- запуск системы в эксплуатацию;
- обучение и техническое сопровождение персонала;
- последующее гарантийное обслуживание.

Система менеджмента качества НИЛ АП сертифицирована на соответствие международному стандарту ISO 9001.

В 2006, 2008 и 2010 годах продукция НИЛ АП по итогам Всероссийского конкурса вошла в сотню лучших товаров России, что подтверждено соответствующими дипломами.

С 2010 года запущено производство серии взрывозащищенных модулей NL-Ex с искробезопасными цепями для автоматизации технологических процессов на взрывоопасных промышленных объектах.

НИЛ АП - участник проекта создания и обеспечения функционирования инновационного центра «Сколково».



Рис. 5 - Фотографии объекта автоматизации

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72
Астана +7(7172)727-132
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-03-58
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93