

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|------------|
| Введение..... | 4 |
| 1. Устройства связи с объектом, модули и многофункциональные платы ввода-вывода фирмы Advantech | 5 |
| 1.1. Введение | 5 |
| 1.2. Модули нормализации и гальванической развязки серии ADAM-3000..... | 6 |
| 1.3. Устройства удаленного сбора данных и управления серии ADAM-4000 | 10 |
| 1.4. Контроллеры сбора данных и управления ADAM-5000 | 24 |
| 1.5. Многофункциональные платы ввода – вывода, совместимые с шиной PCI | 34 |
| 1.6. Многофункциональные платы ввода – вывода, совместимые с шиной ISA | 40 |
| 1.7. Многофункциональная плата ввода–вывода PCL-724 | 46 |
| 2. Лабораторный практикум | 55 |
| 2.1. Лабораторная работа №1. Аналого-цифровое преобразование информации, поступающей с датчиков технологического оборудования | 55 |
| 2.2. Лабораторная работа №2. Управление приводом вращательного движения технологического оборудования..... | 70 |
| 2.3. Лабораторная работа №3. Прием и обработка информации, поступающей с датчика угловых перемещений | 90 |
| 2.4. Лабораторная работа №4. Управление приводом линейного перемещения технологического оборудования | 98 |
| 3. Программирование работы оборудования в Delphi..... | 109 |
| 3.1. Лабораторная работа №1. Работа с 8 – канальным АЦП | 109 |
| 3.2. Лабораторная работа №2. Управление электрической заслонкой..... | 144 |
| Список литературы..... | 246 |

ВВЕДЕНИЕ

Развитие техники систем управления технологическими процессами, технологическим оборудованием соизмеримо с темпами развития компьютерной техники. Каждый год фирмы объявляют о появлении новых достижений в этой области. Это – новые модули, новые сетевые решения, новые языки программирования, новые SCADA– системы.

То, что вчера было новым и современным, сейчас уже освоено и «плетется в хвосте» новых концепций. Однако имеется ряд направлений развития компьютерной техники управления в промышленном производстве, которые за годы остались конкурентоспособными. Они и рассмотрены в данной работе. К ним относятся:

- многофункциональные платы ввода-вывода;
- распределенные системы управления на базе модулей ввода-вывода ADAM-4000;
- распределенные системы управления на базе промышленных контроллеров ADAM-5000.

Эти три направления в настоящее время не только не конкурируют, но и дополняют друг друга.

В работе выполнен обзор многофункциональных плат ввода вывода, совместимых как с шиной PCI, так и со «старой» шиной ISA. Такие платы используются, когда компьютер и промышленная установка находятся на небольшом расстоянии друг от друга. Программирование ведется на языках высокого уровня.

Использование «интеллектуальных» модулей ввода-вывода ADAM-4000 целесообразно, когда объект управления сложен и территориально распределен. Однако роль модулей здесь сводится лишь к вопросам приема, нормализации входных сигналов. Прием входной информации, поступающей с объекта, и выдача управляющей информации осуществляется централизовано под управлением контроллера сети. В роли контроллера сети обычно выступает персональный компьютер, промышленный компьютер (персональный компьютер в промышленном исполнении) или рабочая станция. Программирование: традиционное или с использованием специализированных языков программирования.

Третья концепция предполагает наличие двухуровневой разветвленной сети на основе стандарта RS-485. На верхнем уровне находится набор персональных, промышленных компьютеров и/или рабочих станций. Нижний уровень представлен промышленными контроллерами. В данной работе – это ADAM-5000.

Пособие содержит лабораторный практикум, в котором рассмотрены вопросы программного управления от персонального компьютера различными лабораторными макетами с использованием многофункциональной платы ввода–вывода PCL-724. Приведены примеры программирования как на языке Pascal, так и в среде визуального программирования Delphi.

1. УСТРОЙСТВА СВЯЗИ С ОБЪЕКТОМ, МОДУЛИ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПЛАТЫ ВВОДА-ВЫВОДА ФИРМЫ ADVANTECH

1.1. Введение

Неотъемлемой частью любой автоматизированной системы управления технологическим процессом (**АСУ ТП**) являются устройства связи с объектом (**УСО**), назначение которых заключается в сопряжении датчиковой аппаратуры и исполнительных механизмов контролируемого объекта и/или технологического процесса с вычислительными средствами системы. Как правило, на УСО возлагаются следующие функции:

- **Нормализация аналогового сигнала** – приведение границ шкалы первичного непрерывного сигнала к одному из стандартных диапазонов входного сигнала аналого-цифрового преобразователя измерительного канала. Наиболее распространены следующие диапазоны: 0 В..+ 5 В; -5 В.. +5 В; 0 В .. +10 В.
- **Предварительная низкочастотная фильтрация аналогового сигнала** – ограничение полосы частот первичного непрерывного сигнала с целью снижения влияния на результат измерения помех различного происхождения. На промышленных объектах наиболее распространены помехи с частотой сети переменного тока, а также хаотические импульсные помехи, вызванные влиянием на технические средства измерительного канала переходных процессов и наводок при коммутации исполнительных механизмов повышенной мощности.
- **Обеспечение гальванической изоляции** между источником аналогового или дискретного сигнала и измерительным и/или статусным каналами системы. В равной степени это относится к изоляции между каналами дискретного вывода системы и управляемым силовым оборудованием. Кроме защиты выходных и входных цепей гальваническая изоляция позволяет снизить влияние на систему помех по цепям заземления за счет полного разделения «Общего» провода вычислительной системы и контролируемого оборудования. Отсутствие гальванической изоляции допускается только в технически обоснованных случаях.

Кроме перечисленных функций, ряд УСО может выполнять более сложные задачи за счет наличия в их составе подсистемы аналого – цифрового преобразования и дискретного ввода – вывода, микропроцессора и средств организации одного из интерфейсов последовательной передачи данных.

Этот раздел содержит обзор технических средств, производимых фирмой **Advantech**, которые предназначены для построения нижнего уровня АСУ ТП, в том числе территориально распределенных.

1.2. Модули нормализации и гальванической развязки серии ADAM-3000

Модули серии ADAM-3000 предназначены для нормализации аналоговых сигналов датчиков и гальванической изоляции каналов аналогового ввода-вывода информационно-измерительных систем и систем управления. Каждый модуль представляет собой функционально законченное устройство, заключенное в пластмассовый корпус и оснащенное клеммными соединителями с винтовой фиксацией для подключения входных и выходных цепей. Габаритные размеры модуля 101,0. 93,5. 23,2 мм (высота модуля приведена с учетом несущего рельса). Внешний вид модуля и способы его установки показаны на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Модули ADAM-3000

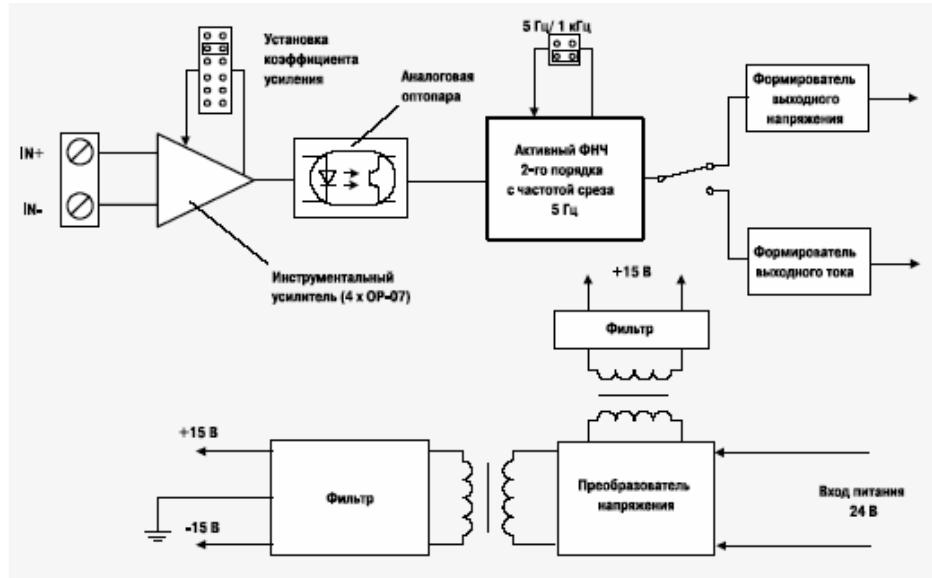


Рис. 1.2. Структурная схема модуля ADAM-3012

Модули серии ADAM-3000 имеют ряд отличий от изделий аналогичного назначения других производителей:

- для установки модулей не требуется специальных объединительных плат; установка производится на стандартный несущий DIN-рельс 35. 7,5 мм;
- тип и диапазон входного сигнала задаются при помощи миниатюрных переключателей, расположенных под монтажным кронштейном;
- модули имеют относительно невысокую стоимость в сравнении с изделиями подобного назначения других производителей.

Питание модулей осуществляется напряжением 24 В постоянного тока. Диапазон рабочих температур от 0 до 70°C (кроме ADAM-3011).

Структурная схема модуля нормализации аналогового сигнала ADAM-3012 показана на рис. 1.2.

Модуль гальванически изолированного ввода сигнала термопары ADAM-3011

Типы термопар, диапазоны измерения температуры и абсолютная погрешность при нормальных условиях:

- J 0...760°C ($\pm 2^\circ\text{C}$),
- K 0...1000°C ($\pm 2^\circ\text{C}$),
- T -100...400°C ($\pm 2^\circ\text{C}$),
- E 0...1000°C ($\pm 2^\circ\text{C}$),
- R 500...1750°C ($\pm 4^\circ\text{C}$),
- S 500...1750°C ($\pm 4^\circ\text{C}$),
- B 500...1800°C ($\pm 4^\circ\text{C}$).



Основные параметры модуля:

- диапазон выходного напряжения 0 В...+10 В;
- выходное сопротивление 0,5 Ом;
- напряжение изоляции 1000 В постоянного тока;
- коэффициент ослабления синфазной составляющей помехи на частоте 50 Гц не менее 115 дБ;
- диапазон рабочих температур от 0 до 50°C;
- потребляемая мощность 1,4 Вт.

Модуль гальванически изолированного аналогового ввода ADAM-3012

Параметры входа в режиме измерения напряжения:

- диапазон входного сигнала в режиме дифференциального ввода: ± 10 мВ, ± 50 мВ, ± 500 мВ, $\pm 2,5$ В, ± 5 В;
- диапазон входного сигнала в режиме однополярного ввода: 0..20 мВ, 0..100 мВ, 0..1 В, 0..5 В, 0..10 В;
- входное сопротивление 800 кОм;

- полоса пропускания 5 Гц, 1000 Гц (устанавливается при помощи переключателя).

Параметры входа в режиме измерения тока:

- диапазон входного сигнала в режиме дифференциального ввода: ± 20 мА;
- диапазон входного сигнала в режиме однополярного ввода: 0...20 мА;
- входное сопротивление 250 Ом.

Параметры выхода в режиме формирования напряжения:

- диапазон выходного сигнала в режиме дифференциального вывода ± 5 В;
- диапазон выходного сигнала в режиме однополярного вывода 0...10 В;
- выходное сопротивление не более 50 Ом;
- максимальный ток нагрузки 10 мА.

Параметры выхода в режиме формирования тока:

- диапазон выходного сигнала 0...20 мА;
- сопротивление нагрузки от 0 до 500 Ом;
- напряжение изоляции 1000 В постоянного тока;
- основная погрешность не хуже $\pm 0,1\%$ полной шкалы;
- температурный коэффициент смещения нуля $\pm 177,7 \text{ мкВ/}^{\circ}\text{C}$;
- коэффициент ослабления синфазной составляющей помехи на частоте 50 Гц не менее 100 дБ;
- потребляемая мощность 0,85 Вт.



Модуль гальванически изолированного ввода сигнала термометра сопротивления ADAM-3013

Типы термометров сопротивления, диапазоны измерения температуры:

- платина -100...100°C $\alpha=0,00385$,
- платина 0...100°C $\alpha=0,00385$,
- платина 0...200°C $\alpha=0,00385$,
- платина 0...600°C $\alpha=0,00385$,
- платина -100...0°C $\alpha=0,00385$,
- платина -100...200°C $\alpha=0,00385$,
- платина -50...50°C $\alpha=0,00385$,
- платина -50...150°C $\alpha=0,00385$,
- платина -100...100°C $\alpha=0,00392$,
- платина 0...100°C $\alpha=0,00392$,
- платина 0...200°C $\alpha=0,00392$,
- платина 0...600°C $\alpha=0,00392$,
- никель -80...100°C,
- никель 0...100°C;

Основные параметры:

- входное сопротивление 2 МОм;
- полоса пропускания 5 Гц;
- диапазон выходного сигнала: 0...10 В, 0...5 В, 0...20 мА;
- выходное сопротивление не более 5 Ом;
- напряжение изоляции 1000 В постоянного тока;
- основная погрешность:
 - в режиме формирования напряжения не хуже $\pm 0,1\%$ полной шкалы;
 - в режиме формирования тока не хуже $\pm 0,2\%$ полной шкалы;
- тип присоединения термометра сопротивления: 2-, 3-, 4-проводное;
- потребляемая мощность 0,95 Вт.

Модуль гальванически изолированного ввода сигнала датчика силы ADAM-3016

- диапазон входного сигнала: ± 15 мВ, ± 30 мВ, ± 100 мВ;
- возбуждение 3...10 В;
- диапазон выходного сигнала: 0...5 В, 0...10 В, 0...20 мА;
- напряжение изоляции 1000 В постоянного тока;
- основная погрешность 0,05% полной шкалы;
- потребляемая мощность 2,15 Вт.

Модуль гальванически изолированного аналогового вывода ADAM-3021

Параметры выхода в режиме формирования напряжения:

- диапазон входного сигнала: ± 5 В, ± 10 В;
- диапазон выходного сигнала: ± 10 В.



Параметры входа в режиме формирования тока:

- диапазон входного сигнала: 0..5 В, 0..10 В, 0..20 мА,
- диапазон выходного сигнала: 1..5 В, 2..10 В, 4..20 мА.

Основные параметры:

- полоса пропускания 1000 Гц;
- выходное сопротивление не более 50 Ом;
- сопротивление нагрузки от 0 до 500 Ом;
- напряжение изоляции 1000 В постоянного тока;
- основная погрешность не хуже $\pm 0,1\%$ полной шкалы;
- температурный коэффициент смещения нуля $\pm 177,7$ мкВ/ °C;
- коэффициент ослабления синфазной составляющей помехи на частоте 50 Гц не менее 100 дБ;
- потребляемая мощность 0,85 Вт.

1.3. Устройства удаленного сбора данных и управления серии ADAM-4000

Назначение

Модули серии ADAM-4000 предназначены для организации взаимодействия между вычислительной системой и датчиками непрерывных и дискретных параметров, а также для выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы. Каждый модуль представляет собой функционально законченное устройство, заключенное в пластмассовый корпус. Габаритные размеры модуля 112.60.25 мм. Внешний вид модулей и способы их монтажа представлены на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Внешний вид модулей серии ADAM-4000 и способы их установки

Модули обеспечивают выполнение следующих основных функций:

- прием и дешифрацию команд по каналу RS – 485;
- ввод и нормализацию аналоговых сигналов (ток, напряжение);
- опрос состояния дискретных входов;
- фильтрацию аналоговых и дискретных входных сигналов;
- вывод аналоговых (ток, напряжение) и дискретных сигналов;
- для модулей аналогового ввода аналого–цифровое преобразование (далее – АЦ–преобразование);
- для модулей аналогового вывода цифро–аналоговое преобразование (далее – ЦА–преобразование);
- преобразование шкалы значений непрерывных параметров в предварительно заданные единицы измерения;
- после получения соответствующего запроса по каналу RS–485 формирование и передача в адрес основной вычислительной системы информа-

мации, содержащей результат измерения или состояние дискретных входов.

Модули аналогового ввода и вывода имеют гальваническую изоляцию между цепями, реализующими функции нормализации, низкочастотной фильтрации и АЦ/ЦА-преобразования, и встроенным микропроцессором.

Настройка и калибровка модулей осуществляется программным способом путем передачи в их адрес соответствующих команд по информационной сети на основе интерфейса RS-485.

Параметры конфигурации модулей:

- скорость обмена по последовательному каналу связи,
- наличие проверки контрольной суммы в принятом сообщении,
- диапазон изменения входного сигнала и его размерность,
- вид представления измеренных значений при передаче в адрес основной вычислительной системы,
- верхнее и нижнее предельные значения входного сигнала, по которым производится автоматическое управление дискретными выходами.

Параметры сохраняются во встроенном репрограммируемом ПЗУ с электрической записью/стиранием. Питание модулей осуществляется напряжением +10 В ..30 В постоянного тока. Допускаемый размах пульсаций напряжения питания составляет ± 5 В при условии пребывания его значения в указанных пределах.

Общие технические характеристики

Общие технические характеристики модулей серии ADAM-4000 приведены в табл. 1.1. Основная вычислительная система – контроллер сети (**КС**) осуществляет сбор информации и управление промышленным оборудованием через модули. Взаимодействие между КС и модулями, объединенными в сеть, осуществляется путем последовательной передачи из КС в адрес каждого модуля:

- запроса, содержащего префикс типа команды,
- символьного представления сетевого адреса запрашиваемого модуля,
- числа, соответствующего подтипу команды,
- символа «возврат каретки».

Для программного обеспечения КС выдача запроса означает вывод строки символов в последовательный порт. При получении команды встроенное программное обеспечение модуля ADAM производит проверку ее корректности и идентификацию. После этого модуль посыпает в адрес КС запрашиваемую информацию в виде строки символов.

Информационная сеть модулей серии ADAM-4000 строится на базе интерфейса RS-485.

Возможные варианты объединения модулей ADAM-4000 в информационно-измерительную сеть показаны на рис. 1.4.

Таблица 1.1.

| Протокол физического уровня | EIA RS-485 |
|--|--|
| Линия передачи | Симметричная экранированная витая пара. Волновое сопротивление (100-120) Ом, погонная емкость (20-40) пФ/м |
| Скорость передачи, бит/с | 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 |
| Длина сегмента сети, м | 1200 |
| Количество модулей в пределах сегмента | 32 |
| Максимальное количество модулей в сети | 255 |
| Протокол канального уровня | Символьный ASCII с непосредственной адресацией абонентов |
| Достоверность | Контрольная сумма длиной 2 байта |
| Режим обмена данными | Асинхронный, полудуплексный, 1 старт-бит, 1 стоп-бит, 8 бит данных, без контроля четности |
| Протокол прикладного уровня | Символьный ASCII |
| Условия эксплуатации: | |
| диапазон рабочих температур | -10...70°C |
| диапазон температур хранения | -25...85°C |
| относительная влажность воздуха | 5...95% при 25°C без конденсации влаги |

Модули аналогового и дискретного ввода-вывода

Принцип функционирования модулей аналогового ввода рассмотрим на примере модуля ADAM-4012, который имеет

- один дифференциальный аналоговый вход,
- один дискретный вход счетчика внешних событий,
- два дискретных выхода, позволяющих осуществлять управление (включение и отключение) исполнительными механизмами при выходе значения измеряемого параметра за пределы предварительно установленного диапазона.

Структурная схема модуля аналогового ввода ADAM-4012 приведена на рис. 1.5.

Входной сигнал, присутствующий на дифференциальном входе модуля, поступает на малошумящий инструментальный усилитель с программируемым коэффициентом усиления. Коэффициент усиления может принимать значение от 1 до 128. Далее сигнал, напряжение которого лежит в диапазоне от -2,5 В..+2,5 В, подвергается низкочастотной фильтрации в фильтре низких частот с граничной частотой, равной 10 Гц, и поступает на вход сигма-дельта АЦП. Результат АЦ– преобразования через цепи оптоизоляции поступает во встроенный микропроцессор. Программное обеспечение микропроцессора выполняет следующие функции:

- сравнение значения входного сигнала с предварительно заданными верхним и нижним предельными значениями и управление (включение или отключение) соответствующими дискретными выходами в случае достижения входным сигналом уровня, выходящего за пределы заданного диапазона;