

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ “ЗОНД”

УСО ЭМИКОН

Версия 4.40

Техническое описание

Москва, 2001

СОДЕРЖАНИЕ.

1. ДЕЙСТВИЯ ОПЕРАТОРА ПО КОНФИГУРИРОВАНИЮ ЗАДАЧ ОПРОСА.....	8
2. АЛГОРИТМ ЗАДАЧИ ОПРОСА КОНТРОЛЛЕРОВ	10
3. ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ В БАЗЕ ДАННЫХ И ЗАПОЛНЕНИЕ АДРЕСА ПОДКЛЮЧЕНИЯ.....	11
4. РЕЖИМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНТРОЛЛЕРОМ.....	12
4.1. ИЗМЕНЕНИЕ КОНФИГУРАЦИИ.....	12
4.2. РЕЖИМ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	12
4.3. ПРОСМОТР ЖУРНАЛА.....	14
4.4. ДЕРЕВО ССЫЛОК.....	14
4.5. ОПЕРАЦИИ С КРАНАМИ.....	15
4.6. АВАРИИ.....	15
4.7. ОШИБКИ СВЯЗИ.....	17
5. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПО УПРАВЛЕНИЮ КОНТРОЛЛЕРАМИ “ЭМИКОН”..	18
6. АЛГОРИТМЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭК.....	20
6.1. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМАНД ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ХОСТ- УСТРОЙСТВОМ.....	20
6.2. КОНФИГУРАЦИЯ.....	21
6.3. ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ.....	21
6.4. АЛГОРИТМ ОПРОСА.....	21
6.5. ВЕДЕНИЕ ЖУРНАЛА.....	22
6.6. РАЗРЕШЕНИЕ ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ.....	22
6.7. МАСКИ КРАНОВ.....	22
6.8. ОСОБЕННОСТИ ОПРОСА АНАЛОГОВЫХ ПЛАТ.....	23
6.9. МЕХАНИЗМ ОТСЛЕЖИВАНИЯ АВАРИЙ.....	23
7. ПРОТОКОЛ MODBUS RTU.....	24
7.1. СТАНДАРТНЫЕ КОМАНДЫ ПРОТОКОЛА MODBUS RTU.....	24

7.1.1 ЧТЕНИЕ СОСТОЯНИЯ COILS. _____	25
7.1.2 ЧТЕНИЕ СОСТОЯНИЯ INPUT STATUS. _____	25
7.1.3 ЧТЕНИЕ СОСТОЯНИЯ HOLDING REGISTERS. _____	25
7.1.4 ЧТЕНИЕ СОСТОЯНИЯ INPUT REGISTERS. _____	25
7.1.5 УСТАНОВКА ОДНОГО COIL. _____	26
7.1.6 УСТАНОВКА ОДНОГО HOLDING REGISTER. _____	26
7.1.7 ОШИБОЧНЫЕ ОТВЕТЫ. _____	26
7.2. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ КОМАНДЫ ПРОТОКОЛА MODBUS RTU. __	27
7.2.1 ЧТЕНИЕ ДИСКРЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ. _____	27
7.2.2 ЧТЕНИЕ АНАЛОГОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ. _____	27
7.2.3 ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ЖУРНАЛА. _____	27
7.2.4 ЗАПРОС НА ЧТЕНИЕ ЖУРНАЛА. _____	28
7.2.5 ЗАПРОС НА ЧТЕНИЕ ЖУРНАЛА ПО ПОСЛЕДНЕМУ ВРЕМЕНИ. _____	28
7.2.6 ЧТЕНИЕ БУФЕРА ЖУРНАЛА. _____	28
7.2.7 ЧТЕНИЕ КОНФИГУРАЦИИ. _____	28
7.2.8 ЧТЕНИЕ ПОКАЗАНИЙ ВРЕМЕНИ. _____	28
7.2.9 ЧТЕНИЕ МАСОК ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ СИГНАЛОВ ПЛАТЫ. _____	29
7.2.10 ЧТЕНИЕ МАСОК КРАНОВ ПЛАТЫ. _____	29
7.2.11 ЧТЕНИЕ МАСОК ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ ВСЕХ ПЛАТ. _____	29
7.2.12 ЧТЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ОБ АНАЛОГОВЫХ ПЛАТАХ. _____	29
7.2.13 ЧТЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ОБ АВАРИИ. _____	30
7.2.14 ЗАПРОС ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯВШЕЙСЯ АВАРИИ. _____	30
7.2.15 ЧТЕНИЕ БУФЕРА АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ АВАРИИ. _____	30
7.2.16 УСТАНОВКА КОНФИГУРАЦИИ. _____	30
7.2.17 УСТАНОВКА ТИПА ПЛАТЫ. _____	31
7.2.18 УСТАНОВКА ЧАСОВ И ТИКОВ ЭК. _____	31
7.2.19 УСТАНОВКА МАСОК ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ ДЛЯ СИГНАЛОВ ПЛАТЫ. _____	31
7.2.20 УСТАНОВКА МАСОК КРАНОВ ДЛЯ СИГНАЛОВ ПЛАТЫ. _____	31
7.2.21 УСТАНОВКА МАСКИ ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ ДЛЯ ОДНОГО СИГНАЛА ПЛАТЫ. _____	31
7.2.22 УСТАНОВКА МАСКИ КРАНА ДЛЯ ОДНОГО СИГНАЛА ПЛАТЫ. _____	32
7.2.23 УСТАНОВКА МАСОК ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ ДЛЯ ВСЕХ ПЛАТ. _____	32
7.2.24 УСТАНОВКА МАСОК ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ ДЛЯ ОДНОЙ ПЛАТЫ. _____	32
7.2.25 УСТАНОВКА МАСОК ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ ДЛЯ ОДНОЙ ПЛАТЫ. _____	32
7.2.26 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ НАЧАЛА АВАРИИ. _____	33

7.2.27 Инициализация механизма аварии.	33
7.3. ПРОГРАММА ПРОВЕРКИ СВЯЗИ С КОНТРОЛЛЕРОМ ЭК.	34
7.4. ПОДКЛЮЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА.	34

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПО УПРАВЛЕНИЮ КОНТРОЛЛЕРАМИ “ЭМИКОН”.

Контроллер ЭК-2000 является многофункциональным промышленным контроллером, выпускаемым московской фирмой “Эмикон”. Он исполнен в виде набора функциональных плат, объединяющихся в крейт, смонтированный в специальном шкафу вместе с контактными клеммами, либо поставляемый самостоятельно. Ядро контроллера составляют системная плата и плата системного питания. Среди типов плат расширения можно выделить различные платы ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов, платы связи, управления движением. Плата ЦПУ выполнена на базе МП i188-16МГц и имеет 32Кб ПЗУ и 32Кб ОЗУ, часы реального времени, сторожевой таймер, последовательные порты RS-232/RS-485, контроллер табло/клавиатуры. Платы большинства типов имеют несколько модификаций. Подробнее о контроллере можно узнать из [4].

Контроллеры ЭК поддерживают стандартный промышленный интерфейс EIA 485, однако в небольших системах или при отладке могут быть подключены к Хост-устройству по принципу “точка-точка” через RS-232. Стандарт EIA RS-485 обеспечивает устойчивую передачу данных и обладает достаточной защищенностью к электростатическим и электромагнитным помехам. Он позволяет соединить вместе до 60 устройств одним кабелем длиной до 1000 метров. Линия содержит сигналы А и В. Кабель выполнен как витая пара, как правило, в экране. Различают активное (есть активный мастер) и пассивное состояние линии. Для обеспечения нормального режима работы микросхем приемопередатчика 485 в пассивном состоянии нужно поддерживать разность потенциалов $A > B$ на 200мВ. Обычно это достигается с помощью делителя напряжения на одном из устройств линии. На системной плате “Эмикона” такого делителя нет. В Хост-устройстве (персональный компьютер с комплексом ЗОНД) должна присутствовать специальная плата интерфейса RS485. Такие платы могут иметь или не иметь делители. При подключении одного контроллера к Хост-устройству с платой без делителя (например, SLINK485) удобна схема Рис. 1 .

Делитель удобно изготавливать в виде отдельной небольшой платы навесного монтажа и крепить внутри шкафа. Как правило, сигналы +5V, 0VS можно взять с панели клемм, а А485, В485 - из дополнительного разъема, описанного в формуляре.

При подключении нескольких контроллеров к одной линии обязательно наличие платы с делителем в Хост-устройстве, иначе выключение питания контроллера с делителем приведет к ненормальному состоянию линии и сделает невозможным опрос других ее контроллеров.

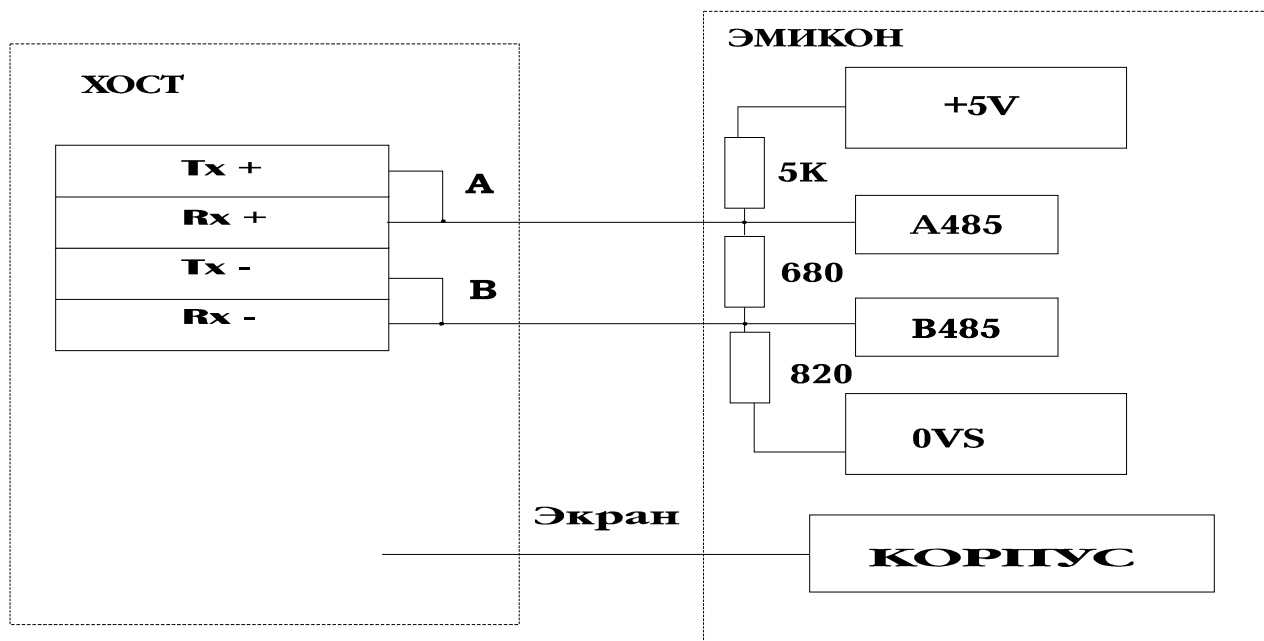


Рис. 1 Схема включения контроллеров и Хост-компьютера в сеть.

В общем случае в качестве Хоста возможно использование любого устройства, имеющего интерфейс RS-422/485 и соответствующее программное обеспечение. В случае использования персонального компьютера наряду с платами RS485 можно применять специальные конверторы RS232-RS485 (например, выпускаемые фирмой AEG), задействуя при этом стандартные COM-порты. Требование наличия одного делителя в линии сохраняется.

Системное программное обеспечение (СПО) ЭК реализовано разработчиками контроллера в виде ядра "OS188", код которого присутствует в системном ПЗУ на системной плате. Оно, в частности, поддерживает стандартный протокол MODBUS RTU, подразумевающий одно активное (запрашивающее) устройство в линии и позволяющий опрашивать устройства, обращаясь к ним по уникальному в линии адресу. Параметры передачи фиксированы (9600 бод, контроль по четности, 1 стоп-бит). Контроллеры по запросу отдают информацию о контролируемых параметрах. Подробнее о протоколе MODBUS можно прочитать в [6].

Кроме того, "OS188" позволила реализовать в контроллере специализированное программное обеспечение пользователя (СПОП) по техническим заданиям П "Мострансгаз", что сыграло решающую роль в интеграции ЭК с комплексом программ (КП) "Зонд". Стандартный протокол MODBUS RTU расширен за счет введения команд пользователя (команда 41H), с помощью которых ЗОНД осуществляет требуемое взаимодействие с контроллерами. Код СПОП помещается в ПЗУ пользователя, расположенное на системной плате. Подробнее о командах расширения протокола MODBUS можно прочитать в [6].

СПО ЭК имеет следующие особенности. Опрос плат ведется в соответствии с конфигурационной информацией. Принято, что базовая конфигурация ЭК (нет ни одной платы) помещается в ПЗУ пользователя. Затем она устанавливается со стороны ЗОНДа при наладке (в зависимости от конкретного проекта и монтажных соединений) и хранится в ОЗУ, питаемом батареейкой. Поддерживаются платы дискретного ввода (DI-01), аналогового ввода (AI-02В, AI-04В) и расширения аналогового ввода (AI-02ВЕ, AI-04ВЕ). Исходя из данных конфигурации СПО производит опрос 10 плат с тактом 100мс, при этом эмулируется таймер, в котором время измеряется в 0.1с. тиках с 01.01.95. Значения дискретных и аналоговых сигналов записываются во внутренние буфера, откуда по запросу выдаются Хост-компьютеру. Кроме того, о переключении дискретных сигналов, включении питания, синхронизации времени и других событиях делается запись в журнал, который также отдается в ЗОНД по запросу. Запись о переключении дискретных сигналов можно запретить и на уровне платы, и на уровне отдельных сигналов. Вид такой записи зависит от того, имеет ли сигнал тип “кран”, поэтому есть возможность указать это из ЗОНДа. Также возможно занести в ЭК информацию о совокупности аварийных сигналов, на основании которой СПО формирует “фотографию” аварии, которую потом ЗОНД может забрать и рассмотреть. Вышеперечисленные операции обрабатываются в главном цикле СПО. Помимо этого ЭК отвечает на команды ручного управления.

1.ДЕЙСТВИЯ ОПЕРАТОРА ПО КОНФИГУРИРОВАНИЮ ЗАДАЧ ОПРОСА

В КП “Зонд” предусмотрено подключение максимум 4-х линий (каналов связи) по 4 ЭК. Управление контроллером осуществляется с панели инженера (Рис. 2), в которой можно выделить поля, отображающие конфигурацию системы: линии, контроллеры в них, в левом верхнем углу - конфигурация плат текущего контроллера, ниже - значения сигналов текущей платы. Оставшееся место (правый нижний угол) занимает монитор, где отображаются результаты взаимодействия оператора с ЭК. Переход между уровнями - с помощью клавиш **Tab-ShiftTab**, при этом маркер текущих элементов отмечен характерной подсветкой. Каждому уровню соответствует свой набор возможных действий, которые описаны в окнах помощи (**F1**).

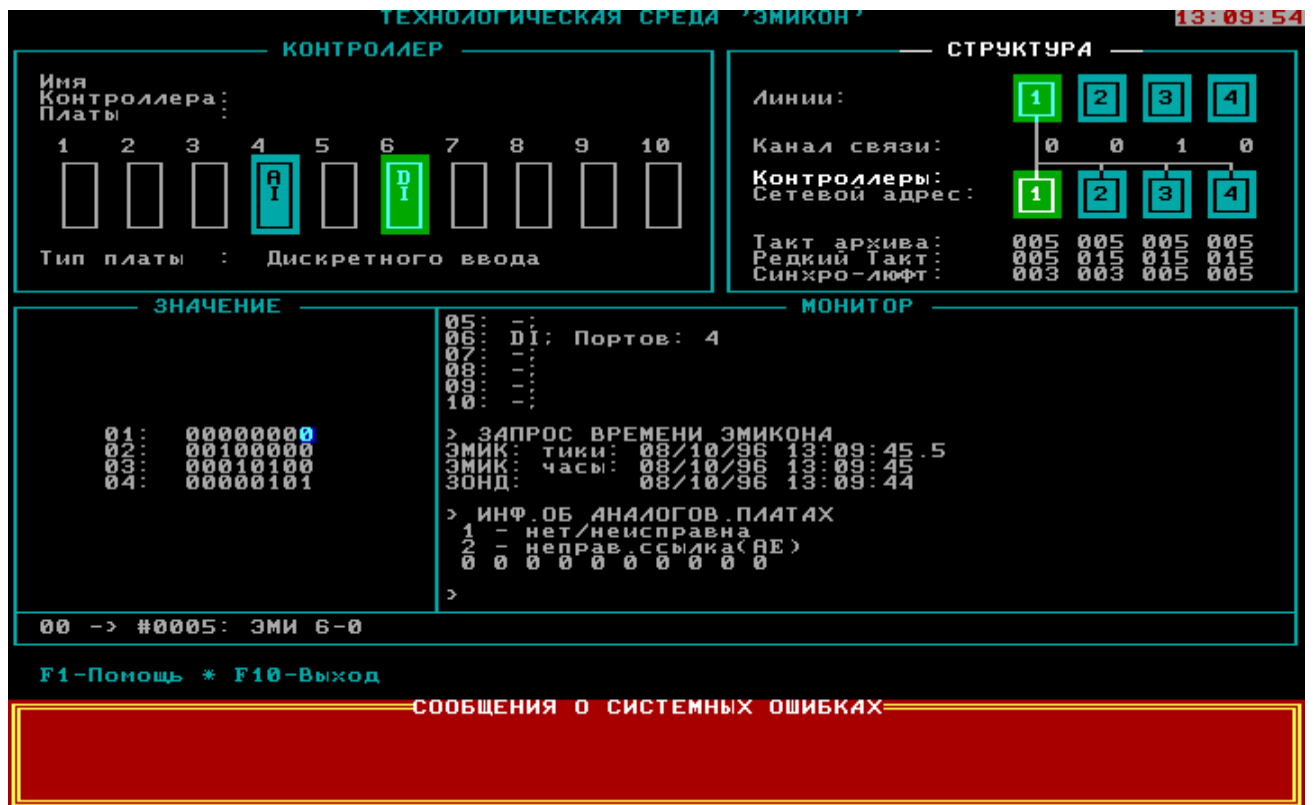


Рис. 2 Панель инженера.

На уровне линий возможно включение/исключение линии из опроса (**Ins-Del**), задание номера канала КП ЗОНД для данной линии (**F2**), формирование деревьев выборки (**F5**) и просмотр файлов аварий (**F6**).

На уровне плат можно поменять тип или параметры платы (**Ctrl-Enter**), отредактировать имя платы (**F2**), разрешить/запретить запись событий от платы в журнал (**F3**).

На уровне контроллеров можно включить/исключить опрос каждого контроллера (+,-), отредактировать его имя (**F2**), сетевой адрес в MODBUS-линии (**F3**, должен соответствовать адресу, установленному в контроллере), установить такт обновления журнала (период времени, с которым ЗОНД запрашивает у ЭК "свежие" события, **F4**), такт редкого опроса (период времени, с которым ЗОНД делает попытку восстановить потерянную связь с ЭК, **F5**), люфт синхронизации (расхождение показаний системных часов Хост-компьютера с ЗОНДом и ЭК, при котором ЗОНД выдает команду установить в ЭК "свое" время, **F6**) и просмотреть журнал (**F7**).

На уровне сигналов можно разрешить/запретить запись событий в журнал от отдельных сигналов (**F2**), для дискретных плат можно указать, какие из сигналов нужно рассматривать как краны (**F3**) и автоматически подстроить признаки кранов в соответствии с базой данных ЗОНДа (**F4**), а для аналоговых - проставить типы датчиков, подключенных к плате (**F3**). Также можно отредактировать паспорт параметра (**F7**).

На уровне контроллеров, плат и сигналов возможно также провести сеанс ручного управления контроллером (**F8**).

2.АЛГОРИТМ ЗАДАЧИ ОПРОСА КОНТРОЛЛЕРОВ

На каждую MODBUS-линию ЭК в ЗОНДе выделяется задача опроса. Запуск задачи опроса конкретной линии осуществляется автоматически при запуске комплекса ЗОНД в случае, если она была запущена в предыдущем сеансе работы. Первоначальный запуск задачи осуществляется вручную. Если для линии такая задача не запущена, данные всех ее контроллеров считаются недостоверными.

Алгоритм задачи опроса представляет собой замкнутый цикл. Сначала запрашивается состояние дискретных входов. Протокол построен так, что вместе с ответом приходит CRC-сумма данных конфигурации, текущее значение времени ЭК в тиках и маски начала и конца отсчета аварии. Если CRC-сумма не совпадает со своим аналогом в ЗОНДе, то считается, что конфигурации различны, и алгоритм переходит на медленный опрос. При совпадении конфигураций производятся следующие шаги. Проверяется факт сброса часов ЭК (при выключении батарейки на плате CPU ЭК), с возможной их поправкой. Если замечено рассогласование времени ЗОНДа и ЭК больше чем люфт синхронизации, то время ЭК поправляется. Считываются маски разрешения записи в журнал уровня сигналов и плат, маски кранов и информация об авариях, все это проверяется на соответствие аналогичным данным ЗОНДа и при необходимости правится. Далее идет проверка наступления времени считывания очередной порции данных журнала событий (регулируется установкой такта обновления журнала). Если оно подошло, считывается блок событий журнала, накопившихся со времени последнего подобного считывания, который записывается в конец файла журнала на диске. Потом идет запрос значений аналоговых сигналов (такт - в 5 раз реже, чем дискретных). Последним выполняется считывание данных и формирование файла аварии, если замечены ее начало или конец.

В режиме редкого опроса алгоритм пытается выполнить транзакцию (посылка команды ЗОНДом и принятие ответа от ЭК) по запросу значений дискретных сигналов с тактом редкого опроса. Если она проходит удовлетворительно, то он переходит в режим нормального опроса.

При трех подряд неудачных окончаниях любой транзакции алгоритм переходит в режим редкого опроса соответствующего контроллера. О переходах между режимами опроса посылается сообщение в окно технологических сообщений, а об ошибочных окончаниях транзакций - в окно системных ошибок. В режиме редкого опроса данные контроллера считаются недостоверными и выглядят на панели как крестики, а на фрагментах мнемосхем - звездочками.

3.ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ В БАЗЕ ДАННЫХ И ЗАПОЛНЕНИЕ АДРЕСА ПОДКЛЮЧЕНИЯ

Создание и описание параметров в базе данных ЗОНДа производится в соответствии с [3]. Указание адреса подключения параметра в БД ЗОНДа означает установку соответствия одного из параметров БД конкретному сигналу конкретного контроллера ЭК. При этом надо обычным образом заполнить раздел "Подключение" в паспорте параметра, указав номера линии, контроллера, платы и сигнала. Диапазоны этих величин описаны тут же. Возможно подключение дискретных (однобитных и 2-битных) и аналоговых параметров.

4. РЕЖИМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНТРОЛЛЕРОМ.

4.1. ИЗМЕНЕНИЕ КОНФИГУРАЦИИ.

Изменение конфигурации происходит путем редактирования типа (Рис. 3) и параметров плат (пустой слот, DI - число портов ввода (в стандартном случае 4), AI - число изолированных каналов и тип платы, AIE - число изолированных каналов, ссылка на AI-плату и ее неизолированный канал; подробнее в [4]). С каждым изменением конфигурации производится попытка изменить ее в ЭК. Конфигурация сохраняется в файле настроек при выходе из ЗОНДа.

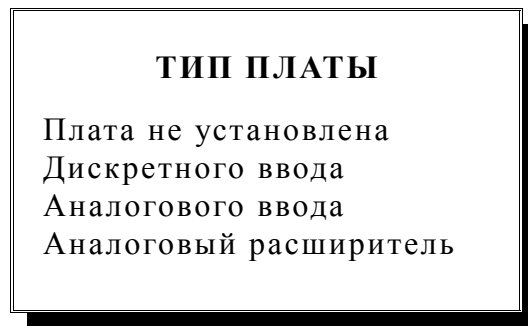


Рис. 3 Изменение конфигурации.

Функция изменения конфигурации инициируется нажатием комбинации клавиш **CTRL+ENTER** на уровне плат (переход к данному уровню по клавишам **TAB** или **SHIFT+TAB**).

4.2. РЕЖИМ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ.

Помимо задачи опроса существует возможность обратиться к ЭК с помощью режима ручного управления (**F8** на уровне контроллеров, плат и сигналов). Здесь под ручным управлением понимается не управление выходными сигналами, а режим взаимодействия с контроллером, когда команды инициируются пользователем (Рис. 4).

Возможны следующие операции: запрос и установка конфигурации ЭК и его времени (исправляются и тики, и часы), просмотр масок записи в журнал (на уровне сигналов и плат) и кранов, просмотр информации об аналоговых платах (алгоритм опроса аналоговых плат СПО ЭК замечает неправильную работу АЦП и выдает информацию о физическом отсутствии или неисправности платы AI или неправильной ссылке в плате AI-E на плату AI), инициализация журнала и просмотр информации об авариях внутри ЭК. Информация о результатах выполнении команд ручного управления и сами данные отображаются в монитор.

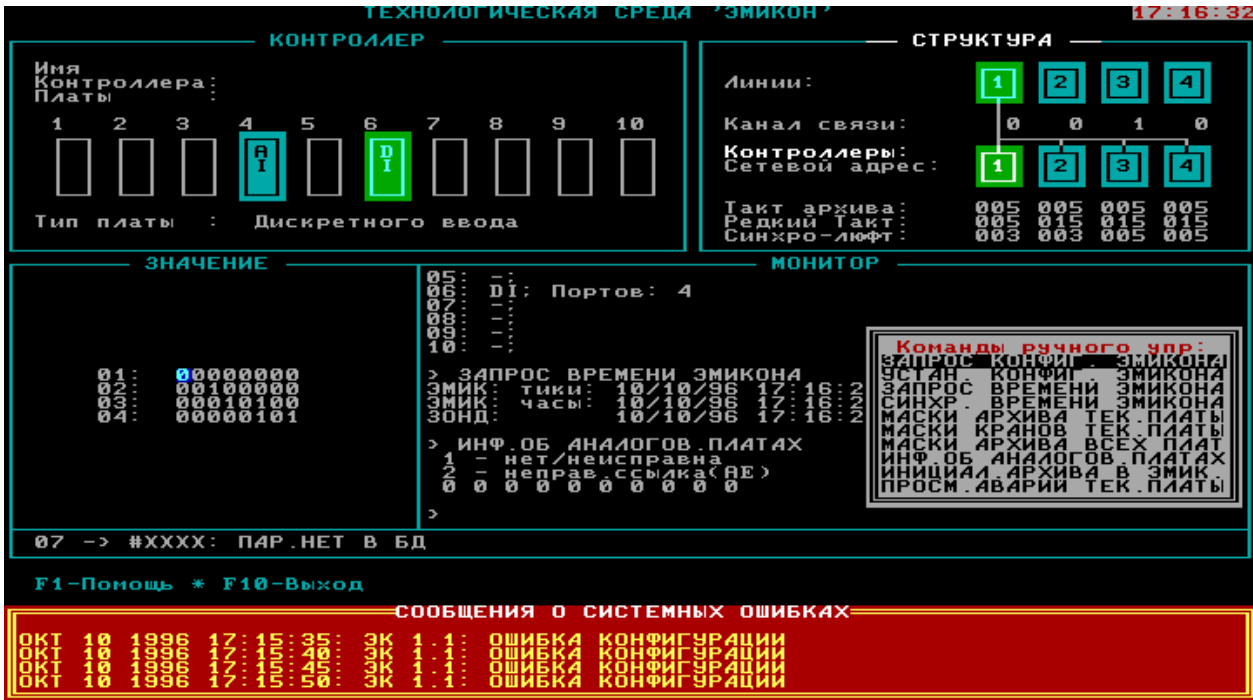


Рис. 4 Режим ручного управления.

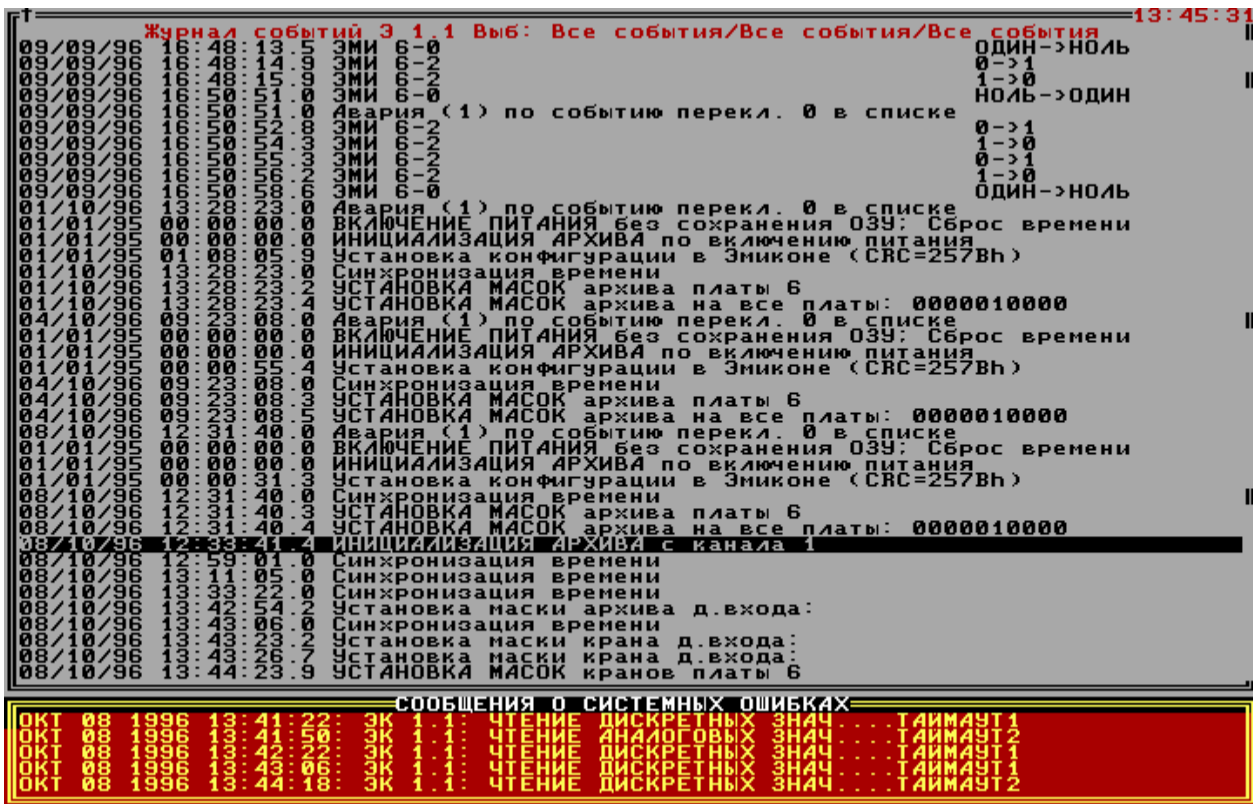


Рис. 5 Просмотр журнала.

4.3.ПРОСМОТР ЖУРНАЛА.

Для каждого ЭК ведется в каталоге БД свой журнал событий (файл ejrnXdYc.jrn, где X-номер линии, Y - контроллера). Блоки событий дописываются в “хвост” файла автоматически задачей опроса в режиме нормального опроса контроллера. События делятся на системные (разрешение/запрет записи в журнал, установка масок кранов, времени и конфигурации, включение питания, инициализация журнала и обнаружение аварии) и технологические (переключения сигналов дискретного ввода) и имеют уточняющие данные. Журнал можно просмотреть (F7 на уровне контроллеров), задав различные фильтры выборки: системные/технологические, по времени, реперу, дереву ссылок (Рис. 5).

4.4.ДЕРЕВО ССЫЛОК.

Для удобства представления параметров БД ЗОНД в виде иерархических структур в ПИ Эмикон введен механизм дерева ссылок. Это структуры данных, позволяющие построить связанный список из системных номеров параметров в БД ЗОНДа. Таким образом, появилась возможность, не меняя одномерную структуру БД, представлять ее элементы в виде списка реперов с вертикальными связями (типа “цеха-агрегаты-параметры” или по любым другим соображениям - файлов деревьев может быть много). Формирование дерева ссылок (F6 с уровня линий) происходит в специальном окне с двумя панелями (Рис. 6).

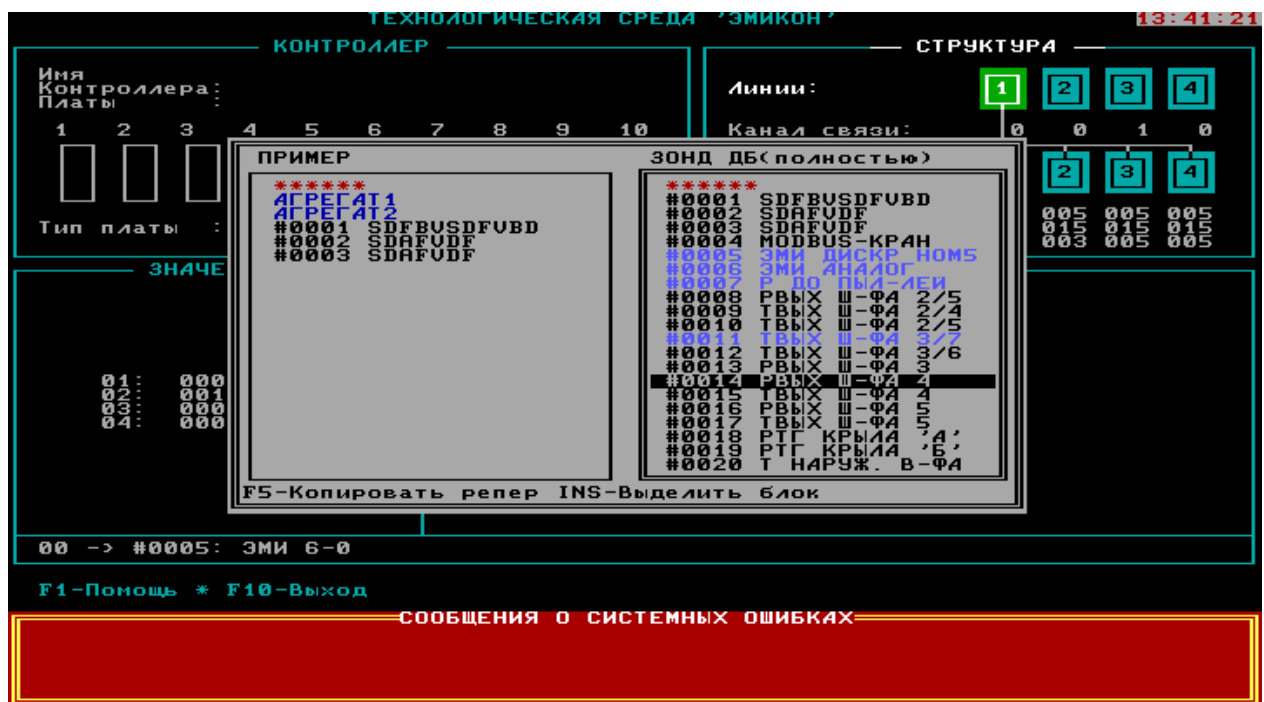


Рис. 6 Редактирование дерева ссылок.

Можно строить новое дерево на основе существующего или специального дерева, содержащего все реперы БД ЗОНД на единственном уровне. Допустимы вставка, удаление, копирование, переименование элементов и целых ветвей с элементами внутри, а также блочные операции. Файлы деревьев хранятся в каталоге TREES. При формировании выборки просмотра журнала можно отметить произвольные элементы и ветви произвольного дерева, и тогда в нее попадут только параметры с соответствующими реперами.

4.5. ОПЕРАЦИИ С КРАНАМИ.

В СПО ЭК принято, что делаются различия в записи события о переключении дискретного сигнала в зависимости от того, считается ли, что он имеет тип "кран" (2-битный) или нет. Эта информация устанавливается внутри ЭК командой ручного управления и автоматически в задаче опроса с целью добиться ее соответствия аналогичной в ЗОНДе (F3 с уровня сигналов). Очевидно, что та, в свою очередь, должна соответствовать данным БД ЗОНДа, иначе возможна неправильная интерпретация информации. По F4 с уровня сигналов выполняются две функции: выдача информации о различиях в установке кранов в БД и данных ПИ и исправление последней в соответствии с БД с одновременной попыткой исправления ее копии в ЭК.

4.6. АВАРИИ.

Существует возможность задать совокупность дискретных и аналоговых сигналов, которые участвуют в формировании события аварии. Возможно сформировать 10 независимых аварий. Принято, что источниками аварии могут независимо считаться изменения состояний до 4 любых дискретных сигналов (по фронту, 0->1, 1->0, и уровню, 0, 1, отличаются от "фронтных" тем, что если при включении питания ЭК им будет обнаружен заданный уровень этих сигналов, это тоже будет считаться аварией).

В аварийный протокол могут входить значения до 8 любых аналоговых параметров из БД ЗОНД (в том числе не относящихся к ЭК). После занесения информации об аварии в ЭК (F9 на уровне контроллеров, далее ввести/удалить аналоговый параметр - F3/F7, ввести/удалить дискретный параметр - F4/F8) в его главном цикле начинается заполнение циклических буферов значениями аналоговых сигналов. В СПОП устанавливается число измерений (не более 600) и время сбора (не менее 20 с.), отсюда высчитывается частота сбора. При обнаружении аварии заполнение продолжается еще половину времени сбора и заканчивается.

В обоих случаях об этом сообщается ЗОНДу, и он, соответственно, начинает и заканчивает формировать файл аварии, после чего снова разрешает работать алгоритму заполнения. Файлы аварии имеют уникальные имена и находятся в каталоге AVARY.

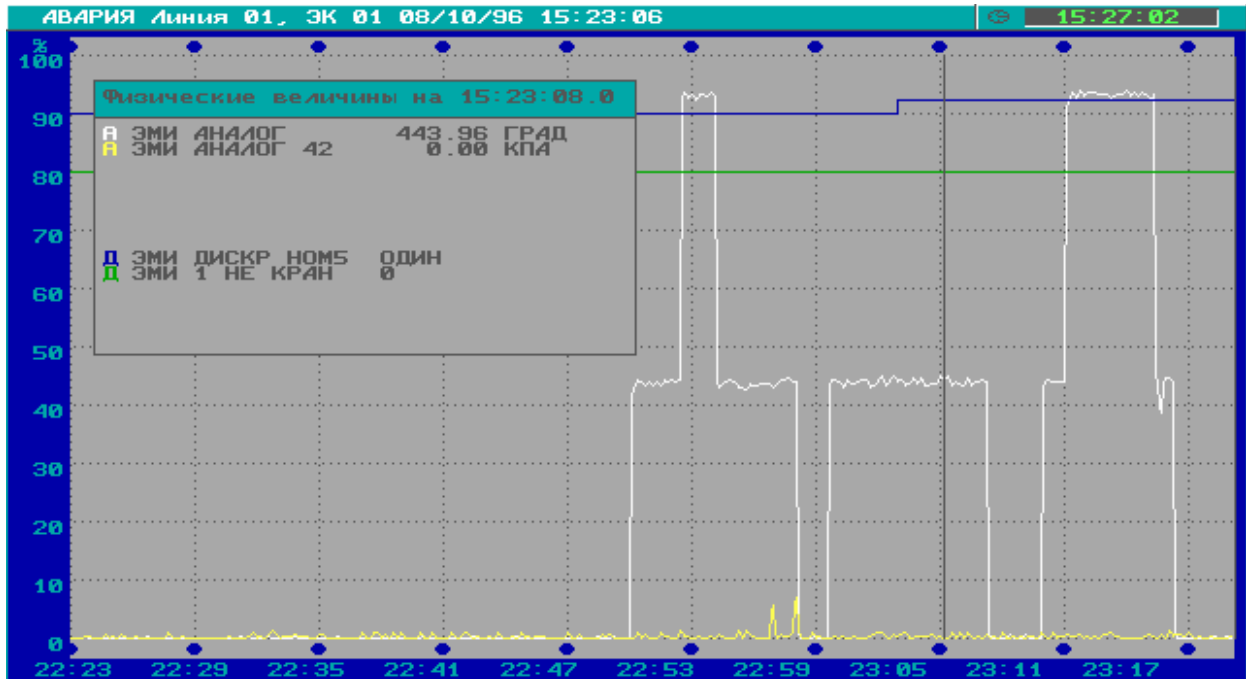


Рис. 7 Просмотр графической информации аварий.

Файл аварии содержит три информационные области: значения всех сигналов контроллера на момент аварии, содержимое аналоговых буферов и вырезку из журнала событий, ограниченную временем $T_{ав} + T_{сбора}/2$. При просмотре файла аварии (F6 с уровня линии) предлагается их просмотреть. Значения выдаются как физические величины, если соответствующие им параметры найдены в БД ЗОНДа. При просмотре вырезки журнала можно задать различные фильтры. На основании содержимого аналоговых буферов и вырезки журнала формируются графики изменения, соответственно, аналоговых и дискретных сигналов, вошедших в аварию.

Существует два режима изображения графиков. Режим полного обзора (по умолчанию) показывает на экране все точки аналоговых измерений (за все время аварии), при этом шаг дискретных графиков может оказаться больше 0.1с., что может привести к потере визуальной информации о переключениях.

Режим максимального разрешения, напротив, берет расстояние между пикселями за 0.1с., что может потребовать несколько экранов при различных временах аварии. Переключение между режимами - F5. Графики представлены как развитие ситуации, то есть, время увеличивается в сторону положительной оси (в отличие от принципа самописца, принятого при просмотре графиков групп ЗОНДа). Возможно передвижение визира по графику с автоматической сменой страниц и отображением значений в окне (Рис. 7).

4.7.ОШИБКИ СВЯЗИ.

ЗОНД распознает ошибочные ситуации, связанные с неисправностью или помехами в линии, отключением питания контроллера и т.д. и выдает соответствующие сообщения в окно ошибок.

Например:

1. TIMEOUT1 -за 1 секунду не было обнаружено первого байта ответа ЭК;
2. TIMEOUT2 -в середине ответа (команды 41/31, 41/32 и др.) принят байт, содержащий число байт данных, следующих за ним, но их пришло меньше;
3. CRC ERROR (MODBUS) -контрольная сумма принятой посылки не совпала с подсчитанной ЗОНДом (искажение данных в линии или "шум");
4. Аналоговая плата нет/неисправна -при опросе аналоговой платы принят признак недостоверности ее значений (см. [6]).

При 3-х подряд ошибочных ситуациях алгоритм опроса переходит в режим редкого опроса (смотри главу 2).

Список литературы

- [0] Compressor control corporation. Series 3 Plus Controllers. Hardware Reference Manual (IM300/H).
- [0] Compressor control corporation. Series 3 Plus Controllers. Computer Communications (IM300/M(2)).
- [0] АО “Газавтоматика”. Комплекс программ ЗОНД. Руководство пользователя.
- [4] Универсальные программируемые промышленные контроллеры серии “ЭК-2000”. Контроллер ЭК-231х. Инструкция по эксплуатации АЛГВ.421457.003 ИЭ. АО “Эмикон”, 1994г.
- [5] Автоматизированное рабочее место программиста “Cont”, АО “Эмикон”. 1993г. Руководство пользователя АО “Эмикон”, 1994г.
- [6] АО “Газавтоматика”. Прикладное программное обеспечение системы сбора технологической информации КС “Валуйки” Острогожского УМГ ООО “Мострансгаз”. Программное обеспечение контроллеров “Эмикон”, Руководство пользователя, 1997г.

5.КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПО УПРАВЛЕНИЮ КОНТРОЛЛЕРАМИ “ЭМИКОН”

Контроллер ЭК-2000 (далее ЭК) является многофункциональным промышленным контроллером, выпускаемым московской фирмой “Эмикон”. Он исполнен в виде набора функциональных плат, объединяющихся в кейс, смонтированный в специальном шкафу вместе с контактными клеммами, либо поставляемый самостоятельно. Ядро контроллера составляют системная плата и плата системного питания. Среди типов плат расширения можно выделить различные платы ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов, платы связи, управления движением. Плата ЦПУ выполнена на базе МП i188-16МГц и имеет 32Кб ПЗУ и 32Кб ОЗУ, часы реального времени, сторожевой таймер, последовательные порты RS-232/RS-485, контроллер табло/клавиатуры. Платы большинства типов имеют несколько модификаций. Подробнее о контроллере можно узнать из [4].

Системное программное обеспечение (СПО) ЭК реализовано разработчиками в виде ядра (операционная система “OS188”), которое, в частности, поддерживает стандартный протокол MODBUS RTU (команды 1-6 по обоим портам), подразумевающий одно активное Хост-устройство в линии в каждый момент времени и позволяющий опрашивать устройства, обращаясь к ним по уникальному адресу в линии. Параметры передачи фиксированы (9600, контроль по четности, 1 стоп бит). Контроллеры по запросу отдают информацию о контролируемых параметрах. Подробнее о протоколе MODBUS

можно прочитать в [5] (физический уровень) и в главе 3 (состав команд). В рамках технических заданий П “Мострансгаз” в контроллере реализовано специализированное программное обеспечение пользователя (СПОП), отвечающее за выполнение специальных функций: опрос значений параметров, ведение журнала событий и отслеживание аварий. Стандартный протокол MODBUS RTU расширен за счет введения команд пользователя (команда 41H), что дает возможность осуществлять гибкое взаимодействие ЭК и Хост-устройства (в связи с его новыми возможностями). На последнем может быть в принципе запущено любое программное обеспечение, однако параллельно и вместе с СПОП ЭК разрабатывалась технологическая среда ЭК в программном комплексе ЗОНД ([3]), где команды MODBUS-расширения используются оптимально.

ЭК следующим образом использует особенности аппаратуры системной платы и взаимодействует с операционной системой “OS188”. На системной плате присутствует батарейка, работа которой зависит от положения соответствующего переключателя, а также микросхема часов. Пользовательское ОЗУ представляет собой микросхему КМОП с малым потреблением и при отключенном питании и включенной батарейке сохраняет содержимое, при этом часы продолжают работать. Цикл опроса плат составляет $100\text{мс.}=0.1\text{с.}$ В “OS188” программно реализован системный таймер с тактом 20мс. Делением его частоты на 5 СПОП ЭК эмулирует еще один таймер - тиков по 0.1с. Значение таймера тиков монотонно возрастает. За начало отсчета принято 01.01.95. Время в тиках используется при формировании записей журнала событий.

6.АЛГОРИТМЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭК

6.1.РЕАЛИЗАЦИЯ КОМАНД ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ХОСТ-УСТРОЙСТВОМ

В целом алгоритм СПО ЭК представляет собой инициализацию структур данных и последующий замкнутый цикл, в котором происходит непрерывный опрос значений параметров и проверка факта прихода запроса или команды от Хост-устройства с возможным последующим ответом. Конец кадра такой команды (только MODBUS-команда пользователя 41h) отслеживается (прием по прерываниям) “OS188”, которая по окончании устанавливает флаги (смотри Док. 2) типы данных OC Cont) 2 и 5 соответственно для портов контроллера 1 и 2, что воспринимается СПОП ЭК. В СПОП ЭК реализованы следующие команды-расширения команды 41h.

- 31h - Чтение значений дискретных сигналов.
- 32h - Чтение значений аналоговых сигналов.
- 33h - Инициализация журнала
- 34h - Подготовить данные журнала, начиная с заданного времени.
- 35h - Подготовить все имеющиеся на данный момент данные журнала.
- 36h - Выдать очередной блок данных журнала.
- 37h - Выдать текущую конфигурацию
- 38h - Выдать текущее время
- 39h - Выдать маски записи в журнал событий от отдельных сигналов.
- 3Ah - Выдать маски кранов.
- 3Bh - Выдать маски записи в журнал событий от целых плат.
- 3Ch - Выдать информацию об аналоговых платах.
- 3Dh - Выдать информацию об авариях.
- 3Eh - Выдать информацию о произошедшей аварии.
- 3Fh - Выдать блок аварийных значений аналоговых сигналов.
- 40h - Установить конфигурацию.
- 41h - Установить отдельную плату.
- 42h - Установить время.
- 43h - Установить маски записи в журнал для всех сигналов платы.
- 44h - Установить маски кранов всех сигналов платы.
- 45h - Установить маски записи в журнал для одного сигнала.
- 46h - Установить маски кранов для одного сигнала.
- 47h - Установить маски записи в журнал для всех плат.
- 48h - Установить маски записи в журнал для одной платы.
- 49h - Установить информацию об аварии.
- 4Ah - Отзыв о контроле над событием аварии.
- 4Bh - Разрешить вновь механизм отслеживания аварий.

В зависимости от конфигурации проекта один портов контроллера может быть заблокирован для команд 31h-3Fh, то есть тогда с него становится ничего нельзя исправить и инициировать, он только информационный.

В случае приема неправильно сформированного или несвоевременно полученного кадра обратная посылка, сигнализирующая об ошибке, формируется в соответствии с протоколом MODBUS (см. главу 3).

6.2. КОНФИГУРАЦИЯ

ЭК не может программно определить состав и наличие своих функциональных плат. Для большей гибкости введено понятие конфигурации - данных о составе и параметрах плат. Принято, что базовая конфигурация ЭК хранится в ПЗУ и при включении питания со стиранием ОЗУ, переписывается туда. Потом она может быть изменена со стороны комплекса программ ЗОНД и сохраняться в ОЗУ, питаемом батареей. Поддерживаются пустые слоты, платы дискретного ввода (DI-01), аналогового ввода (AI-02, AI-04) и расширения аналогового ввода (AI-02E, AI-04E).

6.3. ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ

Действия по инициализации СПО зависят от типа включения питания. Сначала определяется стирание ОЗУ по соответствию CRC-кода данных конфигурации. Если ОЗУ было стерто, то происходит инициализация часов и таймера тиков на 01.01.95., конфигурации - из ПЗУ, структур данных - по умолчанию. Принято, что хост-программа, функционирующая в комплексе ЗОНД, заметив разницу во времени, инициализирует часы и таймер тиков ЭК своими текущими значениями. Если ОЗУ не стерто, считается, что данные достоверны, а в таймер тиков загружается время, сформированное из показаний часов.

6.4. АЛГОРИТМ ОПРОСА

Опрос плат происходит следующим образом. Каждые 20мс, в соответствии с тиком системного таймера, происходит опрос очередных двух плат по алгоритмам, соответствующим данным конфигурации. Между этими опросами проверяется наличие готового запроса Хост-устройств в обоих портах и, если нужно, производится формирование и инициализация передачи ответа (передается ОС Cont по прерываниям). Таким образом, за 100мс опрашиваются все 10 плат, после чего инкрементируется таймер тиков. Подсчет показал, что при частоте процессора 16Мгц он успевает за 100мс опросить 10 плат аналогового расширения (22*Тацп - самый жесткий тест) и ответить на запросы по обоим портам. Значения дискретных и аналоговых сигналов записываются во внутренние буфера, откуда по запросу выдаются Хост-компьютеру. В главном цикле происходит также заполнение буферов аварий.

6.5.ВЕДЕНИЕ ЖУРНАЛА

Журнал представляет собой циклический буфер в ОЗУ на 512 записей. В него записываются записи о событиях со следующими кодами:

- 00 - Переключение дискретного входа.
- 01 - Включение питания.
- 02 - Инициализация журнала.
- 03 - Изменение конфигурации.
- 04 - Установка масок записи сигналов.
- 05 - Установка масок кранов.
- 06 - Установка масок записи плат.
- 07 - Установка одной платы в данных конфигурации.
- 08 - Установка маски записи одной платы.
- 09 - Установка маски записи одного сигнала.
- 10 - Установка маски крана одного сигнала.
- 11 - Установлено время.
- 12 - Зафиксирована авария.

В запись события входит его код, время в тиках и зависящий от кода набор параметров. Командами 34h-36h Хост-устройство может считать содержимое журнала. Команды 34h, 35h приводят к заполнению “фото-буфера” (их два - для двух портов), из которого с помощью команды 36h можно поблочко считать информацию.

6.6.РАЗРЕШЕНИЕ ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ

В СПО ЭК реализован механизм регулирования записи о переключении дискретных входов в виде масок записи. Для плат дискретного ввода Хост-устройство может разрешить/запретить запись на уровне платы и на уровне отдельных сигналов. Запись будет производиться только тогда, когда она разрешена на обоих уровнях. По умолчанию она везде запрещена.

6.7.МАСКИ КРАНОВ

Вид записи о переключении дискретных входов зависит от того, имеет ли сигнал тип “кран”, поэтому для дискретных плат есть возможность указать это из Хост-устройства путем установки масок кранов. Принято, что информация о положении крана может быть получена только из пары соседних битов (меньший четный - больший нечетный). По умолчанию маски кранов не установлены.

6.8.ОСОБЕННОСТИ ОПРОСА АНАЛОГОВЫХ ПЛАТ

При опросе аналоговых плат принят следующий алгоритм. После настройки мультиплексора инициируется работа аналого-цифрового преобразователя (АЦП), окончание которой определяется по установке бита готовности. При этом слежение за ним производится в цикле, занимающем время $1.1 * T_{ацп}$ для обоих, 16Мгц и 40Мгц, процессоров. Если к его окончанию бит не установится, это означает, что АЦП нет (несовпадение конфигурации и реальности) или оно неисправно.

При опросе плат аналогового расширения кроме того в конфигурации может попасться ошибочная ссылка на аналоговую плату или ее неизолированный канал. Проверить работу аналоговых плат можно с помощью команды 3Ch.

6.9.МЕХАНИЗМ ОТСЛЕЖИВАНИЯ АВАРИЙ

Существует возможность задать совокупность дискретных и аналоговых сигналов, которые участвуют в формировании события аварии. Возможно сформировать 10 независимых аварий. Принято, что источниками аварии могут независимо считаться изменения состояний до 4 любых дискретных сигналов (по фронту 0->1, 1->0, и уровню - 0/1, которые отличаются от изменения по фронту тем, что если при включении питания будет обнаружен заданный уровень этих сигналов, это тоже будет считаться аварией). После занесения информации о конфигурации аварии в ЭК в его главном цикле начинается заполнение циклических буферов до 8 любых аналоговых сигналов, указанных там же. В ПЗУ прошиваются число измерений (не более 600) и время заполнения (не менее 20с), отсюда высчитывается частота заполнения. При обнаружении аварии (СПОП перестает подобным образом реагировать на аварийные переключения), заполнение продолжается еще половину времени сбора и заканчивается. В обоих случаях об этом сигнализируется Хост-устройству через данные ответа на команду 31h. Хост-устройство должно забрать данные соответственно командами 3Eh, 3Fh, и подтвердить это командами 4Ah, 4Bh, после чего СПОП снова становится способным реагировать на аварии в данном описании.

7.ПРОТОКОЛ MODBUS RTU.

7.1.СТАНДАРТНЫЕ КОМАНДЫ ПРОТОКОЛА MODBUS RTU.

Протокол MODBUS RTU является международным стандартом, который поддерживают многие фирмы-производители контроллеров технологического оборудования. Протокол предполагает одно активное (запрашивающее) устройство в линии (мастер) и позволяет опрашивать устройства, обращаясь к ним по уникальному в линии адресу. Синтаксис команд протокола позволяет адресовать 254 устройства, соединенных в линию. Обычно подразумевается, что физический уровень линии должен быть стандарта RS422 (4-проводный, дуплексный) / RS485 (двухпроводный, полудуплексный, с захватом линии), однако при соединении точка-точка тот же формат команд может быть использован на любом последовательном асинхронном физическом интерфейсе, в том числе RS232.

Мастер подает запрос (посылка, последовательность байт) в линию и переходит в состояние прослушивания. Устройство отвечает своей посылкой. Ее конец распознается мастером по прошествии времени прихода двух байт на заданной скорости передачи, в которое байты не пришли. Обе посылки содержат контрольный код, вычисляемый по алгоритму CRC16. Он позволяет пройти недостоверной посылке с вероятностью около 10⁻⁴.

MODBUS-контроллеры могут поддерживать до четырех типов параметров, которым выделены пространства адресов. Соответствие контролируемых параметров или подведенных сигналов этим адресам обычно указывается в паспорте контроллера. На чтение/изменение значений параметров каждого типа в протоколе существуют соответствующие команды. Информация о типах параметров сведена в таблицу 1.

Таблица 1

Тип параметра	Тип величины	Формат	Адреса	Возможные операции	Команды MODBUS
Coils	Дискретные	1 бит	00001-09999	чтение/измен.	1/5
Discret Inputs	Дискретные	1 бит	10001-19999	чтение	2
Inputs Registers	Аналоговые	16 бит	30001-39999	чтение	4
Holding Registers	Аналоговые	16 бит	40001-49999	чтение/измен.	3/6

Далее идут примеры команд и ответов с описанием полей. Разработчики контроллера "Эмикон" определили как MODBUS-параметры определенные области системного ОЗУ.

В примерах для каждой команды первая таблица показывает состав запроса, вторая - удачного ответа. Значения принято описывать в шестнадцатеричной системе. 16-битные значения принято посылать старшим байтом вперед. 1-битные значения заполняют байты ответа с младших бит, начиная со значения первого запрошенного адреса. Оставшиеся биты заполнены нулями.

7.1.1 ЧТЕНИЕ СОСТОЯНИЯ COILS.

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC-код
01	01	00 0A	00 02	9D C9

Сетевой адрес	Код команды	Число байт в приним. данных	Данные	CRC-код
01	01	01	03	11 89

7.1.2 ЧТЕНИЕ СОСТОЯНИЯ INPUT STATUS.

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC-код
01	01	00 00	00 02	F9 CB

Сетевой адрес	Код команды	Число байт в приним. данных	Данные	CRC-код
01	02	01	02	20 49

7.1.3 ЧТЕНИЕ СОСТОЯНИЯ HOLDING REGISTERS.

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC-код
01	03	00 02	00 01	25 CA

Сетевой адрес	Код команды	Число байт в приним. данных	Данные	CRC-код
01	03	02	07 FF	FA 34

7.1.4 ЧТЕНИЕ СОСТОЯНИЯ INPUT REGISTERS.

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC-код
01	04	00 00	00 01	31 CA

Сетевой адрес	Код команды	Число байт в приним. данных	Данные	CRC-код
01	04	02	03 FF	F9 80

7.1.5 УСТАНОВКА ОДНОГО COIL.

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC-код
01	05	00 0A	00 00	ED C8

Сетевой адрес	Код команды	Число байт в приним. данных	Данные	CRC-код
01	05	00 0A	00 00	ED C8

7.1.6 УСТАНОВКА ОДНОГО HOLDING REGISTER.

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC-код
01	06	00 02	0C 00	2D 0A

Сетевой адрес	Код команды	Число байт в приним. данных	Данные	CRC-код
01	06	00 02	0C 00	2D 0A

7.1.7 ОШИБОЧНЫЕ ОТВЕТЫ.

Протокол MODBUS подразумевает также, что устройства могут отсылать обратно ответы, свидетельствующие об ошибочной ситуации. Далее идет пример такого ответа с описанием полей. В коде команды устанавливается старший бит. Реализация и системных, и пользовательских команд их поддерживает.

Сетевой адрес	Код команды	Код ошибки	CRC-код
01	81	02	C1 91

Могут быть отправлены ответы, имеющие следующие коды:

- 01 - Команда не реализована.
- 02 - Некорректные данные.
- 03 - Некорректный адрес.
- 05 - Данные не готовы.
- 06 - Система занята.

7.2. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ КОМАНДЫ ПРОТОКОЛА MODBUS RTU.

Специализированное программное обеспечение пользователя реализовано в контроллерах "Эмикон" (ЭК) по техническим заданиям П "Мострансгаз" (см [6]). Оно поддерживает протокол, являющийся расширением протокола MODBUS RTU за счет введения команд пользователя (команда 41Н). Далее идут примеры команд пользователя и соответствующих ответов с описанием полей. Приняты сокращения: Сетевой адрес (СА), Код команды (КК), Код команды пользователя (КП), число байт в принимаемых данных (N), CRC-код (CRC). В командах пользователя принято двух- и четырехбайтные значения передавать, в отличие от стандартных команд, младшим байтом вперед. При нормальном режиме работы информация о конфигурации хранится в ОЗУ, и СПОП опирается на нее при формировании команд ответа.

7.2.1 ЧТЕНИЕ ДИСКРЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ.

СА	КК	КП	CRC
01	41	31	XX XX

Здесь Тики- 0.1с. тики ЭК; AS, AF - слова индикации начала и конца аварии. Данные имеют длину, зависящую от конфигурации: последовательность значений портов дискретных плат, начиная с физически дальнего от системной платы слота.

7.2.2 ЧТЕНИЕ АНАЛОГОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ.

СА	КК	КП	Номер платы	CRC
01	41	32	01	XX XX

СА	КК	КП	Ан. достоверн.	N	Данные	CRC
01	41	32	00	XX		XX XX

7.2.3 ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ЖУРНАЛА.

СА	КК	КП	CRC
01	41	33	XX XX

СА	КК	КП	CRC
01	41	33	XX XX

7.2.43 АПРОС НА ЧТЕНИЕ ЖУРНАЛА.

СА	КК	КП	CRC
01	41	34	XX XX

СА	КК	КП	Число буферов	CRC
01	41	34	01	XX XX

7.2.53 АПРОС НА ЧТЕНИЕ ЖУРНАЛА ПО ПОСЛЕДНЕМУ ВРЕМЕНИ.

СА	КК	КП	Тики(lo,hi)	CRC
01	41	35	tt tt tt tt	XX XX

СА	КК	КП	Число буферов	CRC-код
01	41	35	01	XX XX

7.2.6 ЧТЕНИЕ БУФЕРА ЖУРНАЛА.

СА	КК	КП	Номер буфера	CRC
01	41	36	01	XX XX

СА	КК	КП	N	Данные	CRC-код
01	41	36	20		XX XX

7.2.7 ЧТЕНИЕ КОНФИГУРАЦИИ.

СА	КК	КП	CRC
01	41	37	XX XX

СА	КК	КП	Данные	CRC
01	41	37		XX XX

Данные представляют собой 10 структур по 4 байта, где находится информация о типе и параметрах плат, начиная с физически дальней от системной платы.

7.2.8 ЧТЕНИЕ ПОКАЗАНИЙ ВРЕМЕНИ.

СА	КК	КП	CRC
01	41	38	XX XX

СА	КК	КП	Тики (lo,hi)	Значение часов	CRC-код
01	41	38	tt tt tt tt	Sec Min Hour Day Mon	XX XX

7.2.9 ЧТЕНИЕ МАСОК ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ СИГНАЛОВ ПЛАТЫ.

СА	КК	КП	Номер платы	CRC
01	41	39	01	XX XX

СА	КК	КП	Данные	CRC
01	41	39		XX XX

7.2.10 ЧТЕНИЕ МАСОК КРАНОВ ПЛАТЫ.

СА	КК	КП	Номер платы	CRC
01	41	3A	01	XX XX

СА	КК	КП	Данные	CRC
01	41	3A		XX XX

7.2.11 ЧТЕНИЕ МАСОК ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ ВСЕХ ПЛАТ.

СА	КК	КП	Номер платы	CRC
01	41	3B	01	XX XX

СА	КК	КП	Данные	CRC
01	41	3B	00 00 01 01 00 00 00 01 01 00	XX XX

7.2.12 ЧТЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ОБ АНАЛОГОВЫХ ПЛАТАХ.

СА	КК	КП	CRC
01	41	3C	XX XX

СА	КК	КП	Данные	CRC
01	41	3C	00 00 00 00 00 00 00 01 01 00	XX XX

Ненулевое значение в позиции платы говорит об ошибке. Код 1 - АЦП неисправно, 2 - некорректная ссылка в данных конфигурации.

7.2.13 ЧТЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ОБ АВАРИИ.

СА	КК	КП	Номер аварии	CRC
01	41	3D	01	XX XX

СА	КК	КП	A	DN	AN	DR	AR	CRC
01	41	3D	XX	XX	XX	8 байт	16 байт	XX XX

Здесь А - номер аварии, DN, AN - число ссылок соответственно на дискретные и аналоговые параметры аварии, DR, AR - сами ссылки (по 2 байта каждая).

7.2.14 ЗАПРОС ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯВШЕЙСЯ АВАРИИ.

СА	КК	КП	Номер аварии	CRC
01	41	3E	00	XX XX

СА	КК	КП	A	DN	AN	DR	AR
01	41	3E	XX	XX	XX	8 байт	16 байт

ТА	PN	TS	NB	I	N	Данные	CRC
tt tt tt tt	XXXX	XXXX	XX	XX	XX		XX XX

Здесь ТА - время начала отсчета аварии, PN- число измерений, TS - время сбора (с.), NB - число буферов на один аналоговый сигнал, I - дискретный сигнал - инициатор аварии. Далее поля такие же, как в команде 31h - “фотография” дискретных сигналов на момент аварии.

7.2.15 ЧТЕНИЕ БУФЕРА АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ АВАРИИ.

СА	КК	КП	Номер аварии	Номер сигнала	Номер буфера	CRC
01	41	3F	00	00	00	XX XX

СА	КК	КП	N	Данные	CRC
01	41	3F	XX		XX XX

7.2.16 УСТАНОВКА КОНФИГУРАЦИИ.

СА	КК	КП	Данные	CRC
01	41	40		XX XX

СА	КК	КП	CRC
01	41	40	XX XX

Данные представляют собой 10 структур по 4 байта, где находится информация о типе и параметрах плат, начиная с физически дальней от системной платы.

7.2.17 УСТАНОВКА ТИПА ПЛАТЫ.

СА	КК	КП	Номер платы	Данные	CRC-код
01	41	41	00	XX XX	XX XX

СА	КК	КП	CRC
01	41	41	XX XX

7.2.18 УСТАНОВКА ЧАСОВ И ТИКОВ ЭК.

СА	КК	КП	Значение часов	Тики (lo,hi)	CRC
01	41	42	Sec Min Hour Day Mon	tt tt tt tt	XX XX

СА	КК	КП	CRC
01	41	42	XX XX

7.2.19 УСТАНОВКА МАСОК ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ ДЛЯ СИГНАЛОВ ПЛАТЫ.

СА	КК	КП	Номер платы	Данные	CRC
01	41	43	03		XX XX

СА	КК	КП	CRC
01	41	43	XX XX

7.2.20 УСТАНОВКА МАСОК КРАНОВ ДЛЯ СИГНАЛОВ ПЛАТЫ.

СА	КК	КП	Номер платы	Данные	CRC
01	41	44	03		XX XX

СА	КК	КП	CRC
01	41	44	XX XX

7.2.21 УСТАНОВКА МАСКИ ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ ДЛЯ ОДНОГО СИГНАЛА ПЛАТЫ.

СА	КК	КП	Номер платы	Номер порта	Данные	CRC
01	41	45	XX	XX	XX XX	XX XX

СА	КК	КП	CRC
01	41	45	XX XX

7.2.22 УСТАНОВКА МАСКИ КРАНА ДЛЯ ОДНОГО СИГНАЛА ПЛАТЫ.

СА	КК	КП	Номер платы	Номер порта	Данные	CRC
01	41	46	XX	XX	XX XX	XX XX

СА	КК	КП	CRC
01	41	46	XX XX

7.2.23 УСТАНОВКА МАСОК ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ ДЛЯ ВСЕХ ПЛАТ.

СА	КК	КП	Данные	CRC
01	41	47	XX XX	XX XX

СА	КК	КП	CRC
01	41	47	XX XX

7.2.24 УСТАНОВКА МАСОК ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ ДЛЯ ОДНОЙ ПЛАТЫ.

СА	КК	КП	Номер платы	Разрешение/Запрет	CRC
01	41	48	XX	XX	XX XX

СА	КК	КП	CRC
01	41	48	XX XX

7.2.25 УСТАНОВКА МАСОК ЗАПИСИ В ЖУРНАЛ ДЛЯ ОДНОЙ ПЛАТЫ.

СА	КК	КП	A	DN	AN	DR	AR	CRC
01	41	49	XX	XX	XX	8 байт	16 байт	XX XX

СА	КК	КП	CRC
01	41	49	XX XX

Здесь А - номер аварии, DN, AN - число ссылок соответственно на дискретные и аналоговые параметры аварии, DR, AR - сами ссылки (по 2 байта каждая).

7.2.26 *ПОДТВЕРЖДЕНИЕ НАЧАЛА АВАРИИ.*

СА	КК	КП	Номер аварии	CRC
01	41	4А	XX	XX XX

СА	КК	КП	CRC
01	41	4А	XX XX

7.2.27 *ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА АВАРИИ.*

СА	КК	КП	Номер аварии	CRC
01	41	4А	XX	XX XX

СА	КК	КП	CRC
01	41	4А	XX XX

7.3. ПРОГРАММА ПРОВЕРКИ СВЯЗИ С КОНТРОЛЛЕРОМ ЭК.

С СПОП поставляется программа `nikm.exe` [6], представляющая собой терминалы переданной и приемной посылки. Из нее возможно напрямую задать команду MODBUS или команду пользователя. Таким образом удобно проверять особенности связи на уровне команд. При определенных условиях (см. [5]) СПОП может не отвечать на команды пользователя, а на MODBUS-команду контроллер обязан отвечать всегда, так что отсутствие такого ответа - свидетельство неисправности линии или выключенного контроллера. Принцип настройки `nikm` на канал связи такой же, как у ЗОНДа - через файл `resident.cnf` [3].

`Nikm` распознает ошибочные ситуации, связанные с неисправностью или помехами в линии, отключением питания контроллера и т.д. (см. [5]), о чем выдает соответствующее сообщение.

Проверку работоспособности контроллеров можно разделить на два случая: когда он подключен через интерфейс RS485 или RS232.

7.4. ПОДКЛЮЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА.

Подключение через интерфейс RS232.

Для проверки работоспособности СПОП Эмикон удобно использовать утилиту `mbrs96cX.exe` фирмы Эмикон. Значение X задает номер com-порта (1-com1, 2-com2). Утилита циклически опрашивает командой `modbus 03` пространство Holding Registers контроллера, также определяемое фирмой Эмикон как пространство параметров. Ответы на команду 03 реализованы в ОС188 независимо от наличия СПОП. На экране изображена таблица, элементами которой являются текущие значения параметров. СПОП (начиная с версии 1.3) отображает в пространство параметров свое текущее состояние. Таким образом, по состоянию таблицы можно сделать предварительное заключение о работоспособности СПОП.

Отображение информации СПОП в пространство параметров иллюстрируется в таб.

Подключение через интерфейс RS485.

1. Будьте уверены в правильности ссылки на желаемое устройство и его параметры в `resident.cnf` [1], а также в его работоспособности. Плату Slink-485 можно проверить с помощью кольцевого теста (рис.1, командная строка DOS - `nikm 0 1`).
2. Будьте уверены в том, что у опрашиваемого контроллера включено питание.
3. Проверьте физическое соединение кабеля, разъемов, наличие делителя напряжения в линии RS485.
4. Запустите `nikm`. Рекомендуются `3<time<18`.
5. Проверьте параметры линии связи (9600, EVEN, 2)

6. Наберите MODBUS-команду [1]: 1 3 0 1 0 1
 Удачный ответ имеет формат [1]: 1 3 2 hi lo crc crc

При выполнении пунктов 1-5 и результате Timeout1 следует искать неисправность в системной плате контроллера (отсутствие платы, неисправность или блокировка микросхем RS485, отсутствие или неисправность системного или пользовательского ПЗУ, неправильное положение джамперов типа микросхем памяти и т.д.)

Большая длина ответа и выдача сообщения CRC error свидетельствует о шуме в линии RS485, который бывает при отключении (просадке) питания контроллера, неисправности или неправильных номиналах резисторов делителя напряжения или несовпадении параметров линии (см. п.5).

7. При удачном проходе пункта 6 наберите MODBUS-команду: 1 41 31
 Удачный ответ имеет формат: 1 41 31 t t t t cfg cfg as as af af n D...D crc
 crc

При результате Timeout1 причиной могут быть неисправность пользовательского ПЗУ, установка джампера тест включен и т.д.

Удачное прохождение пунктов 1-7 подтверждает работоспособность системного и специального [1] программного обеспечения. При подключении через RS232 разница состоит в том, что микросхемы теперь RS232 и не может быть шума в линии.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

ЦПУ	- центральное процессорное устройство
МП	- микропроцессор
ПЗУ	- постоянное запоминающее устройство
ОЗУ	- оперативное запоминающее устройство
СПО	- системное программное обеспечение
СПОП	- специализированное программное обеспечение пользователя
ОС	- операционная система
АЦП	- аналого-цифровой преобразователь

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Док. 1* Compressor control corporation. Series 3 Plus Controllers. Hardware Reference Manual (IM300/H).
- Док. 2* Автоматизированное рабочее место программиста “Cont”, АО “Эмикон”. 1993г.
- Док. 3* Комплекс программ «ЗОНД». Описание применения. (44000003)
- Док. 4* Универсальные программируемые промышленные контроллеры серии “ЭК-2000”. Контроллер ЭК-231х. Инструкция по эксплуатации АЛГВ.421457.003 ИЭ. АО “Эмикон”, 1994г.
- Док. 5* АО “Газавтоматика”. Прикладное программное обеспечение системы сбора технологической информации КС “Валуйки” Острогожского УМГ ООО “Мострансгаз”. Подсистема сбора технологической информации. Программа опроса контроллеров ЭК-2000, Руководство пользователя, 1997.
- Док. 6* Утилиты. (44000011)