

**ПРИКЛАДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
СИСТЕМЫ СБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ЗОНД
(Версия 4.40)

Реализация протокола MODBUS

Версия 4.40.0241

Руководство пользователя

Москва, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

1. Описание протокола Modbus.....	5
2. Стандартные команды протокола Modbus.....	7
2.1 Чтение состояния Coils (Функция 01H).....	7
2.2 Чтение состояния Discret Inputs (Функция 02H).....	7
2.3 Чтение состояния Holding Registers (Функция 03H).....	8
2.4 Чтение состояния Input Registers (Функция 04H).....	8
2.5 Установка одного Coil (Функция 05H).....	8
2.6 Установка одного Holding Register (Функция 06H).....	8
2.7 Запрос статуса устройства (Функция 07H).....	9
2.8 Установка нескольких Coils (Функция 0FH).....	9
2.9 Установка нескольких Holding Registers (Функция 10H).....	9
3. Пользовательские команды протокола Modbus.....	10
3.1 Чтение состояния Input Registers (формат DOUBLE, Функция 41H).....	10
3.2 Установка одного Holding Register (формат DOUBLE, Функция 42H).....	10
3.3 Установка нескольких Holding Registers (формат DOUBLE, Функция 43H).....	10
3.4 Чтение состояния Holding Registers (формат DOUBLE, Функция 44H).....	10
3.5 Чтение состояния Input Registers (формат FLOAT, Функция 45H).....	11
3.6 Установка одного Holding Register (формат FLOAT, Функция 46H).....	11
3.7 Установка нескольких Holding Register (формат FLOAT, Функция 47H).....	11
3.8 Чтение состояния Holding Registers (формат FLOAT, Функция 48H).....	12
3.9 Запрос нескольких Input Registers (формат BCD, Функция 49H).....	12
3.10 Установка нескольких Holding Registers (формат BCD, Функция 4AH).....	12
3.11 Установка астрономического времени (Функция 4FH).....	13
3.12 Установка астрономического времени (Функция 50H).....	13
3.13 Управление дополнительным списком опроса (Функция 51H, 52H).....	13
3.14 Команда удаленного сервиса (Функция 53H).....	14
4. Реализация интерфейсов Modbus в программном комплексе Зонд.....	15
5. Интерфейс Modbus-master.....	17
5.1 Структура и параметры интерфейса.....	17
5.2 Панель инженера (DOS).....	21
5.3 Панель инженера (WIN32).....	24
5.4 Алгоритм задачи опроса.....	24
5.5 Режимы с соединением.....	27
5.6 Паспорт параметра УСО Modbus master.....	28
5.7 Особенности реализации интерфейса modbus master для различных типов контроллеров.....	31
5.8 Удаленный сервис Modbus.....	40
5.9 Управление дополнительным опросом.....	41
5.10 Ручной внеочередной опрос.....	41
6. Интерфейс Modbus-slave.....	42
6.1 Структура и параметры интерфейса.....	42
6.2 Панель инженера (DOS).....	44
6.3 Панель инженера (WIN32).....	45
6.4 Алгоритм Slave-задачи.....	46
6.5 Реализация алгоритмов управления и регулирования.....	47
6.6 Удаленный сервис Modbus.....	49

7. Интерфейс Modbus-forcer.....	50
7.1 Структура и параметры интерфейса.....	50
7.2 Панель инженера (DOS).....	51
7.3 Панель инженера (WIN32).....	53
7.4 Алгоритм Slave-задачи.....	54
7.5 Особенности реализации интерфейса modbus forcer для различных внешних систем.....	55
8. Интерфейс Modbus-loader.....	56
8.1 Структура и параметры интерфейса.....	56
8.2 Панель инженера (DOS).....	57
8.3 Панель инженера (WIN32).....	58
8.4 Алгоритм задачи опроса.....	59
8.5 Паспорт параметра УСО Modbus loader.....	60
8.6 Особенности реализации интерфейса modbus loader для различных внешних систем.....	61
9. Особенности подключения внешних устройств.....	63
9.1 FLOBOSS 504.....	63
9.2 Хроматограф “Бакс”.....	66
9.3 WOIS 68.....	68
10. Список используемых документов.....	70

Как связаться с разработчиками?

тел. \ факс.	(495) 382-56-34
газовая связь:	тел. (700) 52-490, 52-495
e-mail:	zond@gpa.ru
Web:	http://gpa.ru/zond

1. Описание протокола Modbus

Протокол Modbus RTU компании Modicon поддерживают многие фирмы-производители контроллеров технологического оборудования. Протокол предполагает одно активное (запрашивающее) устройство в линии (master), которое может обращаться к нескольким пассивным устройствам (slave), обращаясь к ним по уникальному в линии адресу. Синтаксис команд протокола позволяет адресовать 254 устройства, соединенных в линию.

Возможно применение протокола modbus в дуплексных и полудуплексных линиях связи. Физическим уровнем протокола modbus, как правило, является линия стандарта RS422/RS485, однако при соединении точка-точка тот же формат команд может быть использован на любом последовательном асинхронном физическом интерфейсе, в том числе RS232. Возможно применение протокола modbus в сетевой среде поверх транспортных протоколов UDP/TCP и IPX/SPX.

Протокол modbus подразумевает наличие в линии только одного ведущего устройства (master) и множества (возможно и одно) подчиненных устройств (slave). Инициатива проведения обмена всегда исходит от ведущего устройства. Ведомые устройства прослушивают линию связи. Мастер подает запрос (посылка, последовательность байт) в линию и переходит в состояние прослушивания линии связи. Ведомое устройство отвечает на запрос, пришедший в его адрес.

Окончание ответной посылки мастер определяет, измеряя интервал времени между окончанием приема предыдущего байта и началом приема следующего. Если этот интервал превысил время, необходимое для приема двух байт на заданной скорости передачи, прием кадра ответа считается завершенным.

Кадры запроса и ответа по протоколу modbus имеют фиксированный формат, приведенный в Таб. 1-1.

Таб. 1-1. Кадр посылки modbus

поле кадра	Длина в байтах
адрес подчиненного устройства	1
номер функции	1
данные	$N < 254$
контрольная сумма	2

- * **адрес подчиненного устройства** - первое однобайтное поле кадра. Оно содержит адрес подчиненного устройства, к которому адресован запрос. Подчиненные устройства отвечают только на запросы, поступившие в их адрес. Ответ также начинается с адреса отвечающего устройства. Может изменяться от 1 до 254;
- * **номер функции** - это следующее однобайтное поле кадра. Оно говорит подчиненному устройству, какие данные или выполнение какого действия требует от него ведущее устройство;
- * **данные** - поле содержит информацию необходимую подчиненному устройству для выполнения заданной мастером функции или содержит данные, передаваемые подчиненным устройством в ответ на запрос ведущего. Длина и формат поля зависит от номера функции;
- * **контрольная сумма** - заключительное двухбайтное поле кадра, содержащее циклическую контрольную сумму CRC-16 всех предыдущих полей кадра. Контрольная сумма завершает кадры запроса и ответа.

Во время обмена данными могут возникать ошибки двух типов. Первый тип - это ошибки, связанные с искажениями при передаче данных. Второй тип – логические ошибки.

Ошибки первого типа обнаруживаются при помощи фреймов символов, контроля четности и циклической контрольной суммы CRC16. Результат передается в линию связи с младшего байта.

Для сообщений об ошибках второго типа протокол Modbus RTU предусматривает, что устройства могут отсылать ответы, свидетельствующие об ошибочной ситуации. Признаком того, что ответ содержит сообщение об ошибке, является установленный старший бит кода команды. Кадр ошибочного ответа приведен в Таб. 1-2.

Таб. 1-2. Кадр ошибочного ответа modbus

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

Могут быть отправлены ответы, имеющие следующие коды (Таб. 1-3):

Таб. 1-3. Коды ошибок modbus

Код ошибки	Название	Комментарий
01	ILLEGAL FUNCTION	Команда не реализована (недопустимый номер функции)
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Некорректный адрес
03	ILLEGAL DATA VALUE	Некорректные данные
04	FAILURE IN ASSOCIATED DEVICE	Отказ оборудования контроллера
05	ACKNOWLEDGE	Данные не готовы
06	BUSY, REJECTED MESSAGE	Система занята
07	NAK-NEGATIVE ACKNOWLEDGMENT	
08	MEMORY PARITY ERROR	

В протокол Modbus можно выделить несколько подмножеств команд (Таб. 1-4).

Таб. 1-4. Подмножества команд modbus

Подмножество команд	Диапазон кодов команд
Стандартные команды	1-21
Резерв для расширенных функций	22-64
Пользовательские	65-119
Резерв для внутренних нужд	120-255

В ПК Зонд реализованы некоторые команды из стандартного и пользовательского подмножеств.

2. Стандартные команды протокола Modbus

Modbus-контроллеры могут интерпретировать свои данные, используя четыре типа параметров, которым выделены пространства адресов. Соответствие адресов и контролируемых параметров обычно указывается в технической документации на контроллер. На чтение/изменение значений параметров каждого типа в протоколе существуют соответствующие команды. Информация о типах параметров сведена в Док. 1.

Таб. 2-5. Типы данных modbus

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

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 битов, начиная со значения первого запрошенного адреса. Оставшиеся биты заполнены нулями.

2.1 Чтение состояния Coils (Функция 01H)

Посылка устройства master:

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

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт в принимаемых данных	Данные	CRC - код
01	01	01	03	XX XX

2.2 Чтение состояния Discret Inputs (Функция 02H)

Посылка устройства master:

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

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт в принимаемых данных	Данные	CRC - код
01	02	01	02	XX XX

2.3 Чтение состояния Holding Registers (Функция 03H)

Посылка устройства master:

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

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт в принимаемых данных	Данные	CRC - код
01	03	02	07 FF	XX XX

2.4 Чтение состояния Input Registers (Функция 04H)

Посылка устройства master:

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

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт в принимаемых данных	Данные	CRC - код
01	04	02	03 FF	XX XX

2.5 Установка одного Coil (Функция 05H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Номер параметра	Значение	CRC - код
01	05	00 0A	FF 00	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Номер параметра	Значение	CRC - код
01	05	00 0A	FF 00	XX XX

2.6 Установка одного Holding Register (Функция 06H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Номер параметра	Значение	CRC - код
01	06	00 02	0C 21	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Номер параметра	Значение	CRC - код
01	06	00 02	0C 21	XX XX

2.7 Запрос статуса устройства (Функция 07H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	CRC - код
01	07	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Байт статуса	CRC - код
01	07	00	XX XX

2.8 Установка нескольких Coils (Функция 0FH)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	Число байт	Данные	CRC - код
01	0F	00 02	00 04	01	05	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC - код
01	0F	00 02	00 04	XX XX

В реализации команд 02 и 0F в ПК «ЗОНД» существует возможность передавать коды достоверности (0 - значение не достоверно, 1 - достоверно). При этом адреса смещены относительно адресов самих значений на смещения, устанавливаемые в ПК «ЗОНД».

2.9 Установка нескольких Holding Registers (Функция 10H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	Число байт	Данные	CRC - код
01	10	00 03	00 01	02	04 67	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC - код
01	10	00 03	00 01	XX XX

3. Пользовательские команды протокола Modbus

В комплексе программ “ЗОНД” реализованы также пользовательские команды протокола Modbus. По смыслу и оформлению повторяя стандартные команды, они позволяют пересылать аналоговые значения в форматах чисел с плавающей запятой двойной точности DOUBLE (команды 41-44H), одинарной точности FLOAT (команды 45-48H) и BCD (команды 49h-4Ah). Для форматов DOUBLE и FLOAT значения передаются младшим байтом вперед.

3.1 Чтение состояния Input Registers (формат DOUBLE, Функция 41H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC - код
01	41	00 02	00 01	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт в принимаемых данных	Данные	CRC - код
01	41	08	1*8байт	XX XX

3.2 Установка одного Holding Register (формат DOUBLE, Функция 42H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Номер параметра	Значение	CRC - код
01	42	00 02	8байт	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Номер параметра	Значение	CRC - код
01	42	00 02	8байт	XX XX

3.3 Установка нескольких Holding Registers (формат DOUBLE, Функция 43H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	Число байт	Данные	CRC - код
01	43	00 03	00 02	10	16байт	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC - код
01	43	00 03	00 02	XX XX

3.4 Чтение состояния Holding Registers (формат DOUBLE, Функция 44H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Номер параметра	Число параметров	CRC - код
01	44	00 02	00 02	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт	Данные	CRC - код
01	44	10	16 байт	XX XX

3.5 Чтение состояния Input Registers (формат FLOAT, Функция 45H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC - код
01	45	00 02	00 01	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт в принимаемых данных	Данные	CRC - код
01	45	04	1*4байт	XX XX

3.6 Установка одного Holding Register (формат FLOAT, Функция 46H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Номер параметра	Значение	CRC - код
01	46	00 02	4байта	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Номер параметра	Значение	CRC - код
01	46	00 02	4байта	XX XX

3.7 Установка нескольких Holding Register (формат FLOAT, Функция 47H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	Число байт	Данные	CRC - код
01	47	00 03	00 02	08	8байт	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC - код
01	47	00 03	00 02	XX XX

3.8 Чтение состояния Holding Registers (формат FLOAT, Функция 48H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Номер параметра	Число параметров	CRC - код
01	48	00 02	00 02	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт	Данные	CRC - код
01	48	08	8байт	XX XX

3.9 Запрос нескольких Input Registers (формат BCD, Функция 49H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC - код
01	49	00 03	00 01	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт	Данные байт1	Данные байт2	Данные байт3	CRC - код
01	49	03	XX	XX	XX	XX XX

3.10 Установка нескольких Holding Registers (формат BCD, Функция 4AH)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код ком.	Первый параметр	Число парам.	Число байт	Данн. байт1	Данн. байт2	Данн. байт3	CRC - код
01	4A	00 03	00 01	03	XX	XX	XX	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC - код
01	4A	00 03	00 01	XX XX

Для команд 49h и 4Ah байты данных содержат следующую информацию:

- Байт 1: 4-7 бит - знак числа (0-плюс, 1-минус)
0-3 бит - цифра разряда тысяч
- Байт 2: 4-7 бит - цифра разряда сотен
0-3 бит - цифра разряда десятков
- Байт 3: 4-7 бит - цифра разряда единиц
2-3 бит - местоположение запятой
(00-запятой нет, 01-перед разрядом единиц, ...)
1 бит - признак достоверности (1-значение достоверно)
0 бит - признак квитиования
(0-изменение параметра не квитиовано -
нужна сигнализация (мерцание и т.д.)).

3.11 Установка астрономического времени (Функция 4FH)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Время в формате timt_t	CRC – код
01	4f	lo XX XX hi	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Время в формате timt_t	CRC - код
01	4f	lo XX XX hi	XX XX

Формат timt_t – четырехбайтное целое число, содержит число секунд, прошедших с 1 января 1970г. Время локальное, не UTC.

3.12 Установка астрономического времени (Функция 50H)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Часы	Мин	Сек	День	Месяц	Год	Столет ие	CRC - код
01	50	0...23	0-59	0-59	1-31	1-12	0-99	19-20	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Часы	Мин	Сек	День	Месяц	Год	Столет ие	CRC - код
01	50	0...23	0-59	0-59	1-31	1-12	0-99	19-20	XX XX

3.13 Управление дополнительным списком опроса (Функция 51Н, 52Н)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	Число байт	Данные	CRC - код
01	51	00 03	00 01	02	04 67	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Первый параметр	Число параметров	CRC - код
01	51	00 03	00 01	XX XX

Функция 51Н-адреса пространства Discret, 52Н-адреса пространства Input. Значение - 2 байта на адрес, старшим вперед. 01 - добавить в дополнительный список, 00 - удалить из дополнительного списка.

3.14 Команда удаленного сервиса (Функция 53Н)

Посылка устройства master:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт	Данные	CRC - код
01	53	N	Nбайт	XX XX

Посылка устройства slave:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт	Данные	CRC - код
01	53	N	Nбайт	XX XX

4. Реализация интерфейсов Modbus в программном комплексе Зонд

Поддержка протокола Modbus RTU реализована в ПК Зонд в виде четырех программных интерфейсов: modbus-master, modbus-slave, modbus-loader, modbus-forcer. По сложившейся терминологии ПК Зонд Modbus-master и modbus-loader являются УСО (обеспечивают поток данных из внешней системы (ВС) в БД), а modbus-loader и modbus-forcer – серверами (обеспечивают поток данных из БД в ВС) - Док. 1.

По типу взаимодействия с линией modbus интерфейсы разделяются на типы:

- * **master** - начинает обмен, задачи modbus-master и modbus-forcer;
- * **slave** - отвечает на запросы master, задачи modbus-slave и modbus-loader.

Модули используют не перекрывающиеся подмножества команд и могут использоваться как для взаимодействия с контроллерами, поддерживающими протокол modbus, так и в попарных связках master-slave и forcer-loader для создания информационных связей между ПК Зонд.

Каждый интерфейс имеет панель инженера (вход из главного меню ПК Зонд <F9> для УСО / <Alt>+<F9> для серверов) и может поддерживать несколько задач обмена. В панели инженера производится конфигурирование интерфейса. Задачи обмена осуществляют передачу данных через линию Modbus.

Свойства интерфейсов обобщены в Таб. 4-6.

Таб. 4-6. Свойства интерфейсов modbus ПК Зонд

Интерфейс	Поток данных	В линии	Команды (hex)	Упр.	Уд. серв	Линий / контр.	Файл конфигурации
Modbus-master	ВС >> БД УСО	Master	01,02,03(44,48),04(41,45), 05,06(42,46), 4F,53	+	+	16 / 254	Modbus_m.cfg
Modbus-slave	БД >> ВС сервер	Slave	01,02,03(44,48),04(41,45, 49),05,06(42,46),4F,50,53	+	+	8 / 254	Modbus_s.cfg
Modbus-loader	ВС >> БД УСО	Slave	0F,10(43,47)	-	-	8 / 254	Modbus_l.cfg
Modbus-forcer	БД >> ВС сервер	Master	0F,10(43,47,4A)	-	-	8 / 254	Modbus_f.cfg

Общими свойствами панелей инженера интерфейсов является наличие окна, в которое выводятся запросы и ответы текущей линии. Во всех панелях вывод можно запретить/разрешить (<Alt>+<F7>), а размеры окна – изменить (<Alt>+<F8>).

Интерфейсы modbus можно использовать для обмена данными между двумя ПК Зонд. При этом связка Modbus-master - Modbus-slave обеспечивает поток данных в первый ПК (импорт), а Modbus-forcer - Modbus-loader - во второй (экспорт) (Рис. 4-1)).

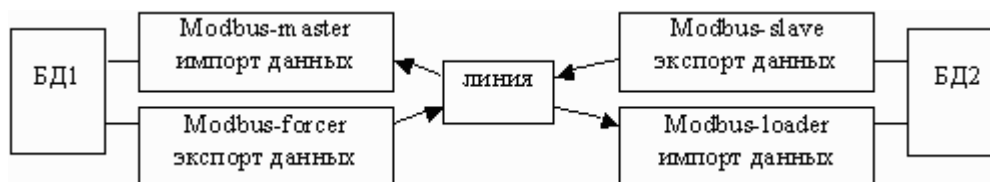


Рис. 4-1. Совместное использование интерфейсов modbus ПК Зонд

Для обеспечения двустороннего потока данных между двумя ПК Зонд через один канал связи требуется возможность одновременной работы связок modbus master – modbus slave и modbus forcer – modbus loader в этом канале. Учитывая полудуплексный принцип работы физического уровня протокола modbus, в ПК Зонд одновременная работа связок реализована со стороны ПК-мастера - путем временного разделения канала между master и forcer; а со стороны пассивного в линии ПК - путем разделения потока команд по их номерам.

Таким образом, связки могут работать как автономно, так и одновременно в одной линии, обеспечивая двусторонний поток данных по одной линии modbus.

5. Интерфейс Modbus-master

5.1 Структура и параметры интерфейса

Интерфейс modbus-master поддерживает до 16 линий, в каждой из которых выступает как устройство master. Опрос сигналов внешних контроллеров может происходить через пространства адресов Coils, Discret Inputs, Input Registers, Holding Registers. Управление происходит через пространства Coils и Holding Registers. Структуры данных modbus-контроллеров описаны как четыре массива опроса и один массив управления для соответствующих типов параметров.

Алгоритм задачи опроса определяется следующими параметрами:

Номер канала связи	- Номер канала ввода-вывода (с 0), сконфигурированного в строке “device=..” в файле resident.cnf (DOS) или “wintty=..” в файле wintty.cnf (WINDOWS);
Соединение	Способ установки соединения: - HET – обычный алгоритм, не устанавливает соединение, для передачи и приема используется канал, указанный в параметре линии; - DIAL – используется при модемном соединении, обращения к одному контроллеру обрамляются командами установки соединения (дозвона) и разрыва соединения (сброс трубки). При этом канал, указанный в параметре линии, не используется, а используются параметры контроллеров “Телефон”; - TCP – используется в системах связи на основе коммутируемого доступа в сети TCP IP, обращения к одному контроллеру обрамляются командами установки и разрыва TCP-соединения. При этом канал, указанный в параметре линии, используется только на прием, а для передачи используется параметры контроллеров “IP адрес-порт”; - UDP2 – быстрый обмен данными в IP сети датаграммными пакетами UDP. Соединение не устанавливается. При этом канал, указанный в параметре линии, используется только на прием, а для передачи используется параметры контроллеров “IP адрес-порт”;
Тип пакета	RTU – в линию уходят и ожидаются посылки, оформленные по правилам протокола Modbus RTU; Open/TCP – по правилам протокола Modbus TCP; ASCII – по правилам протокола Modbus ASCII.
Скорость, число стоп-бит, четность	- Параметры линии связи последовательных каналов, для сетевого канала значения не используются;
Таймаут опроса (с)	- Время, в течение которого ожидается сначала первый байт ответной посылки, а затем – оставшиеся байты посылки;
Мак размер пакета (1-240 байт)	- Задача опроса ведет обмен таким образом, что длина посылок запроса и ответа не превышает значения этого параметра. Это правило не распространяется на mmb-пакеты, которые могут достигать размера 245 байт;
Читать SMS во время паузы	- Обычно используется вместе с dialup соединением и опросом по расписанию. Заставляет получать значения по изменениям от modbus slave посредством SMS-сообщений и сервера коротких сообщений (Док. 13). Пауза – время между циклами основного опроса и пока не требуется опрашивать контроллеры по расписанию;

Пауза опроса линии	- Циклический опрос линии - опрос всех контроллеров, находящихся в режиме циклического опроса так, чтобы каждый сигнал был опрошен один раз; опрос всех сигналов образует один цикл опроса. Между циклами делается пауза. Действует только, если в линии есть хотя бы один контроллер на циклическом опросе;
Пауза опроса в ..., Пауза между запросами (мс)	- Единицы измерения предыдущего параметра (СЕК, МИН, ЧАС); - В течение этого времени (после прихода ответной посылки и до очередной посылки мастера) данные не посылаются в линию; например, требуется выждать затухание сигналов модемов или не разогревать радиомодем при частых передачах;
Астрономический цикл опроса 1	- Строка вида "ПРД 00:00:30" – задает расписание 1 для опроса по расписанию соответствующих контроллеров (см. параметры контроллера). Минимальный временной период 1 мин. Полностью формат строк приведен в Док. 12;
Астрономический цикл опроса 2	- Строка вида "ПРД 00:00:30" – задает расписание 2 для опроса по расписанию соответствующих контроллеров (см. параметры контроллера). Минимальный временной период 1 мин. Полностью формат строк приведен в Док. 12;
Метка (с) (метка времени)	- Если значение параметра не равно 0, то в опрос раз в заданный период вклинивается специальная посылка – метка времени. Это общеизвестная команда modbus, не требующая ответа. Гарантируется, что следующая после метки посылка будет начата через $12 \times 55 = 660$ мс. Метки используются только в линиях КП СЛТМ "Магистраль-2" (Док. 4);
Такт редкого опроса (с)	- Период между опросами двух контроллеров, переведенных в режим редкого опроса. Только для контроллеров с циклическим типом опроса;
Период синхронизации времени (час)	- Период, с которым в линию подается команда установки текущего времени 4Fh. 0 – не подается. В начале старта задачи подается и далее отсчитывается период;
Число таймаутов до "нет связи"	- Число таймаутов (нет ответа) к одному контроллеру подряд (все запросы), после которого он переводится в режим редкого опроса (для циклического типа опроса), а его данные становятся недостоверными. Это также приводит к изменению значения параметра УСО диагностика "связь с ...", если такой есть в БД;
Число таймаутов до недостоверности данных	- Число неудачных (нет ответа, ошибка контрольной суммы, шум в линии) окончаний одного запроса (к одному контроллеру) подряд, после которого данные запроса становятся недостоверными. Задача опроса формирует запросы согласно наличию параметров с соответствующим подключением в БД;
Число не соединений до недостоверности данных и "нет связи"	- Число неудачных соединений с группой контроллеров, имеющих одинаковое значение поля "телефон" или "адрес-порт", после которого данные контроллеров помечаются недостоверными. Это также приводит к изменению значения параметра УСО диагностика "связь с ...", если такой есть в БД. Только для режимов работы линии с соединением – DIAL и TCP;
Интенсивность mmb, пакетов в блоке	- Трафик протокола mmb (удаленного сервиса) делит по времени линию с основным опросом. Параметр показывает, сколько максимально пакетов (транзакций) трафика mmb могут образовать

Число дополнительных повторов (опросов) в астрономическом режиме “вставку” между транзакциями основного опроса, если по каналу mmb идет активность;
- Если при астрономическом режиме опроса произошел одиночный сбой запроса, имеет смысл дополнительно сделать этот запрос, пока установлено соединение, чтобы не держать данные недостоверными до следующего опроса контроллера по расписанию.

Опрос одного контроллера конфигурируется следующими параметрами:

Опрос контроллера	- Имеется возможность отключить опрос области сигналов определенного типа;
Трассировка	- Имеется возможность сделать файл трассировки по запросам к контроллеру;
Адрес modbus, hex	- modbus адрес контроллера в линии;
Тип опроса	- Может иметь одно из значений ЦИКЛ, АСТРО1, АСТРО2, определяет характер опроса контроллера – циклический или по одному из двух расписаний;
Телефон	- Строка вида “89032223344”, определяющая номер modbus контроллера при DIAL соединении;
IP адрес:порт	- Строка вида “10.240.4.103:1280”, определяющая хост-компьютер modbus контроллера при TCP соединении;
Пауза перед опросом контроллера (мс)	- Индивидуальная пауза для контроллера плюс к паузе между запросами всей линии;
Тип контроллера	- Значение параметра определяет проведение дополнительных процедур обработки данных опроса и алгоритмов управления контроллером в соответствии с Таб. 5-11;
ММВ трафик (трансляция mmb-пакетов)	- Если параметр принимает значение ДА, то через контроллер можно скомутировать канал удаленного сервиса (Док. 5). Значение устанавливается вне ПК Зонд специальной утилитой mag2sbor.exe (Док. 3) или конфигуратором Base (Док. 8). Не меняется из ПК Зонд;
Управление дополнительным списком	- Значение «Да» позволяет передавать команды (пользовательские команды modbus) управления дополнительным списком на нижестоящий уровень (Зонд). Они применяются в связках ПК Зонд на верхнем Зонд, если на нижнем Зонд опрашивается СЛТМ Магистраль-1 (в УСО Магистраль-1 ПК Зонд штатно реализован механизм дополнительного списка). В других случаях должен быть установлен в «Нет»;
Инверсия команд ТУ (телеуправления)	- Для двухпозиционных объектов (например, кран) принято располагать значение в двух соседних адресах. Для таких параметров возможны различные соответствия команд 05 и целевого состояния (команды открыть, закрыть – на соседние адреса, или значения 0x0000-0xffff, или по-другому). Соответствие при значении “нет” описано в таблицах особенностей реализации ТУ ниже. Значение “да” меняет принцип на противоположный;

Опрос типа сигналов (Coils, Discret, Input, Holding) конфигурируется следующими параметрами:

Начальный адрес области	- Задаёт начальный адрес области опроса; по адресам подключений параметров БД, входящих в область, формируются запросы;
Размер области Опрос области	- Задаёт размер области опроса; - Имеется возможность отключить опрос области сигналов определенного типа;
Пропуск	- Для дискретных сигналов определяет допустимое количество адресов, которым не соответствуют параметры БД (так называемая “дырка”), при котором запрос не дробится. Опрашиваются только те адреса, которые указаны в разделе подключения паспортов существующих в БД ПК Зонд параметров. По каждому типу сигналов динамически определяются непрерывные блоки в пространстве modbus-адресов, по которым формируются запросы значений. При нулевом числе пропуска дырка хотя бы в 1 адрес является причиной дробления запроса. При числе пропуска 1 допустимы дырки в 1 адрес и т.д.;
Граница области достоверности	— Для дискретных сигналов определяет начало области адресов достоверности, по которым делается дополнительный запрос после запроса значений (после всех возможных дроблений запроса). Считается, что значения достоверности расположены в ответной посылке зеркально их расположению в ответе на запрос значений. Если граница равна 0, дополнительные запросы не делаются. Граница устанавливается одновременно с соответствующим редактированием паспортов параметров контроллера. Значение, при котором параметр считается достоверным, адрес и тип сигнала достоверности заносятся в их разделы “подключение”. Если область достоверности находится сразу за областью значений (т.е. значение границы равно первому числу, кратному 8, следующему за значением размера области значений), и значение числа пропуска не меньше 8, то область значений и достоверности будет рассматриваться как непрерывная. По ней будет сделан один запрос. В разделе “подключение” паспортов в этом случае удобно устанавливать адрес сигнала достоверности “AUTO”. Тогда адрес сигнала достоверности будет рассчитан по приведенному правилу;
Смещение начального адреса	- Константа добавляется к начальному адресу при формировании запроса, таким образом, преодолевается ограничение на адреса, хранимые в паспорте. Параметры отдельные для областей опроса;
Формат данных опроса	- Для аналоговых сигналов определяет формат данных опроса (Word, Double, Float). Это ориентирует задачу на использование определенного подмножества команд.

ТУ/ТР конфигурируется следующими параметрами:

Размер области ТУ (Coils-Holding)	- Задаёт область адресов ТУ/ТР. На один управляемый параметр (одно ТУ) в контроллерах типа ЗОНД, КПС, ИМПУ выделяется 8 адресов coil (с выполнением правила адрес первого из восьмерки coil, умноженный на 3, равен адресу Holding), в остальных – 1. Непопадание адреса управления внутрь области не исключает возможности управления. Попадание даёт возможность видеть
--	---

Смещение начального адреса ТУ (Coils-Holding) параметр как управляемый и управлять из панели инженера;
 - Константа добавляется к начальному адресу управления при формировании команд ТУ/ТР (за исключением контроллеров типов ЗОНД, КПС, ИМПУ). таким образом, преодолевается ограничение на адреса, хранимые в паспорте.

Значения параметров задаются в специальной экранной форме – панели инженера. Другая ее функция – отобразить параметры БД в пространстве адресов modbus. Если в БД есть параметр с соответствующим образом, заполненным разделом “подключение” паспорта, его информация будет отображена на позиции линия-контроллер-тип-адрес опроса.

Максимальное значение адреса опроса – 4095. При больших значениях адресов нужно задать смещение начального адреса области.

Для нужд управления выделяется область управления. Она задается одним параметром “число сигналов управления”. Первым адресом области считается 0. Информация о параметрах БД, имеющих подключение по управлению (адрес управления), отображается на позиции линия-контроллер-тип-адрес управления.

Размер области управления должен быть подобран таким образом, чтобы адреса управления (регулирования) оказались внутри области. Номер сигнала управления раздела “подключение” паспорта параметра напрямую адресует Ncoil для дискретных или Nholding для аналоговых. Эти адреса могут перекрываться или совпадать с адресами опроса из массивов Coils и Holding.

Таб. 5-7. Типы информации отображения сигналов modbus master

Индикатор	Информация
АДРЕСА	Абсолютные modbus-адреса
ЗНАЧЕН	Первичные значения параметров (до шкалирования, как пришли с линии)
РЕПЕРЫ	Реперы параметров БД (опрос)
КОМАДР	Командные (относительные) modbus-адреса
СИСНОМ	Системные номера параметров БД (опрос)
ФИЗИКА	Физические значения параметров БД (опрос)
АДРУПР	Абсолютные modbus-адреса
ЗНАУПР	Первичные значения параметров (до шкалирования; Coils/Holding – упр.,рег.)
РЕПУПР	Реперы параметров БД (Coils/Holding– упр.,рег.)
КОМУПР	Командные (относительные) modbus-адреса команд (Coils/Holding– упр.,рег.)
СИСУПР	Системные номера параметров БД (Coils/Holding– упр.,рег.)
ФИЗУПР	Физические значения параметров БД (Coils/Holding– упр.,рег.)

5.2 Панель инженера (DOS)

На Рис. 5-2 приведена видеогрaмма панели инженера modbus master ПК Зонд (SCADA-модуль zondX440). В левой части экрана отображаются контроллеры, параметры интерфейсной линии и параметры опроса. Индикатор текущей линии - квадрат в левом верхнем углу. Рабочему состоянию задачи опроса линии соответствует зеленый цвет квадрата, нерабочему - красный. Перемещение по контроллерам - традиционными клавишами перемещения курсора.

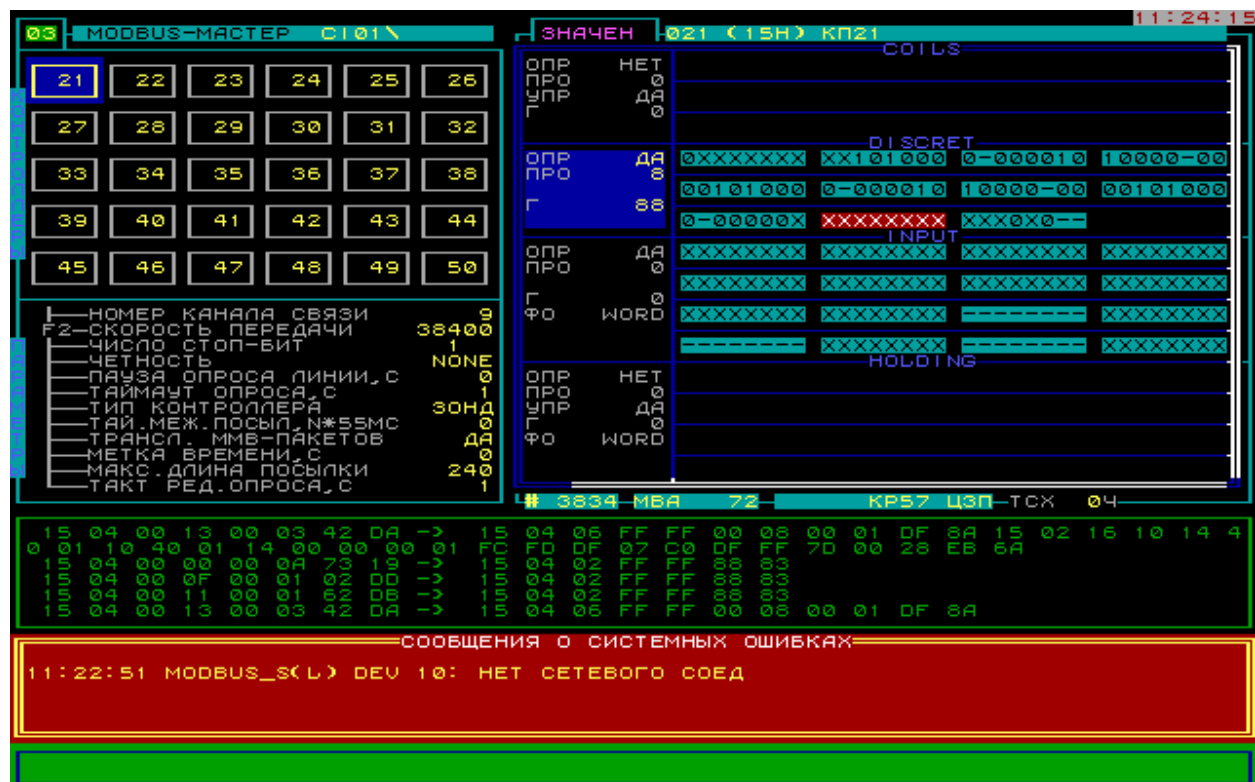


Рис. 5-2. Панель инженера интерфейса modbus-master (DOS)

В этом режиме доступны операции при нажатии определенных клавиш:

- | | |
|--------------------|---|
| <Ctrl> +<Page Up> | - смена линии; |
| <Ctrl>+<Page Down> | |
| <Стрелки> | - перемещение по контроллерам линии; |
| <Page Up> | |
| <Page Down> | |
| <Home>,<End> | |
| <Tab> | - вкл./откл. опрос контроллера; |
| <Ins>/ | - запустить/остановить опрос линии; |
| <Enter> | - перейти к сигналам текущего контроллера; |
| <F2> | - установить параметры канала связи, контроллера, алгоритма опроса; |
| <F3> | - редактирование наименования контроллера; |
| <F4> | - просмотр modbus-адресов контроллеров, при этом |
| <F5> | - возможно изменение modbus -адресов; |
| <F8> | - смена типа отображения сигналов контроллера; |
| <Ctrl>+<F6> | - удаленный сервис modbus (Reset, Запрос/изменение времени/версии, сканирование линии, сопоставление конфигураций master-slave, сервис модулей Магистраль-2); |
| <Ctrl>+<F7> | - локальный сервис modbus (Reset, Запрос/изменение времени/версии, сканирование линии, сопоставление конфигураций master-slave, сервис модулей Магистраль-2); |
| <Ctrl>+<F8> | - удаление контроллера; |
| <Alt>+<F2> | - переход между панелями ввода параметров линии и контроллера; |
| <Alt>+<F5> | - вызов файлового менеджера; |
| <Alt>+<F6> | - просмотр каналов удаленного сервиса; |

- <Alt>+<F7> - разрешение/запрещение выдачи сообщений связи текущей линии;
- <Alt>+<F8> - изменение размеров окна выдачи сообщений связи текущей линии;
- <Alt>+<F9> - просмотр времени опроса контроллеров текущей линии (выход <Esc>), просмотр времени опроса линий (выход <Esc>);
- <F10> - выход на предыдущий уровень.

Правая область отображает адреса четырех modbus-пространств текущего контроллера, Coils, Discret, Input, Holding.

Если в БД существует параметр УСО modbus_m, значения раздела “подключение” паспорта которого соответствуют позиции сигнала в области, в позиции отображаются данные (Таб. 5-7), а под областью сигналов – modbus-адрес, системный номер и репер параметра. В противном случае в позиции отображаются символы ‘-‘ (минус).

Под областью сигналов также отображается период команд синхронизации времени.

При входе в режим редактирования параметров контроллера (<Enter>) возможны следующие операции:

- <Tab>, - перемещение по типам modbus-сигналов;
- <Shift>+<Tab>
- <F2> - редактирование начального адреса и числа сигналов опроса;
- <F3> - редактирование числа сигналов управления;
- <F4> - режим ручного опроса текущего сигнала (Выход-<F10>);
- <F5> - режим быстрого поиска параметра БД;
- <F6> - режим управления (Coils) / регулирования (Holding);
- <F7> - связь с Базой Данных параметров;
- <F8> - смена типа отображения сигналов контроллера;
- <Alt>+<F2> - вкл./выкл. опроса для типа modbus-сигналов;
- <Alt>+<F3> - разр./запр. управления для типа modbus-сигналов (Coils, Holding);
- <Alt>+<F4> - ввод значения границы запроса достоверности (Coils, Discret);
0 - не делать дополнительного запроса достоверности;
- <Alt>+<F5> - редактирование типа аналоговых сигналов при опросе (Input, Holding);
- <Alt>+<F6> - ред. фактора пропуска (допустимого размера дырки, Coils, Discret);
- <Alt>+<F7> - разрешение/Запрещение выдачи сообщений связи текущей линии;
- <Alt>+<F8> - изменение размеров окна сообщений связи текущей линии
- <Ctrl>+<F3> - отображение шкалы параметра (Input, Holding);
- <Ctrl>+<F8> - удаление контроллера;
- <F10> - выход на уровень линии;

Информация областей опроса и управления отображается отдельно: при состоянии индикатора типа отображения АДРЕСА-ФИЗИКА для области опроса, а при состоянии АДРУПР-ФИЗУПР для пространства управления (Таб. 5-7).

Параметры алгоритмов опроса с соединением DIAL и TCP не поддерживаются в реализациях МикроЗонд, как и сами алгоритмы.

В настоящий момент развитие DOS версии панели прекращено.

5.3 Панель инженера (WIN32)

Панель инженера в среде WIN32 (SCADA-модуль zond2006) реализована как дочернее окно, окно-закладка структуры интерфейса (в виде дерева параметров) и терминальное окно протокола.

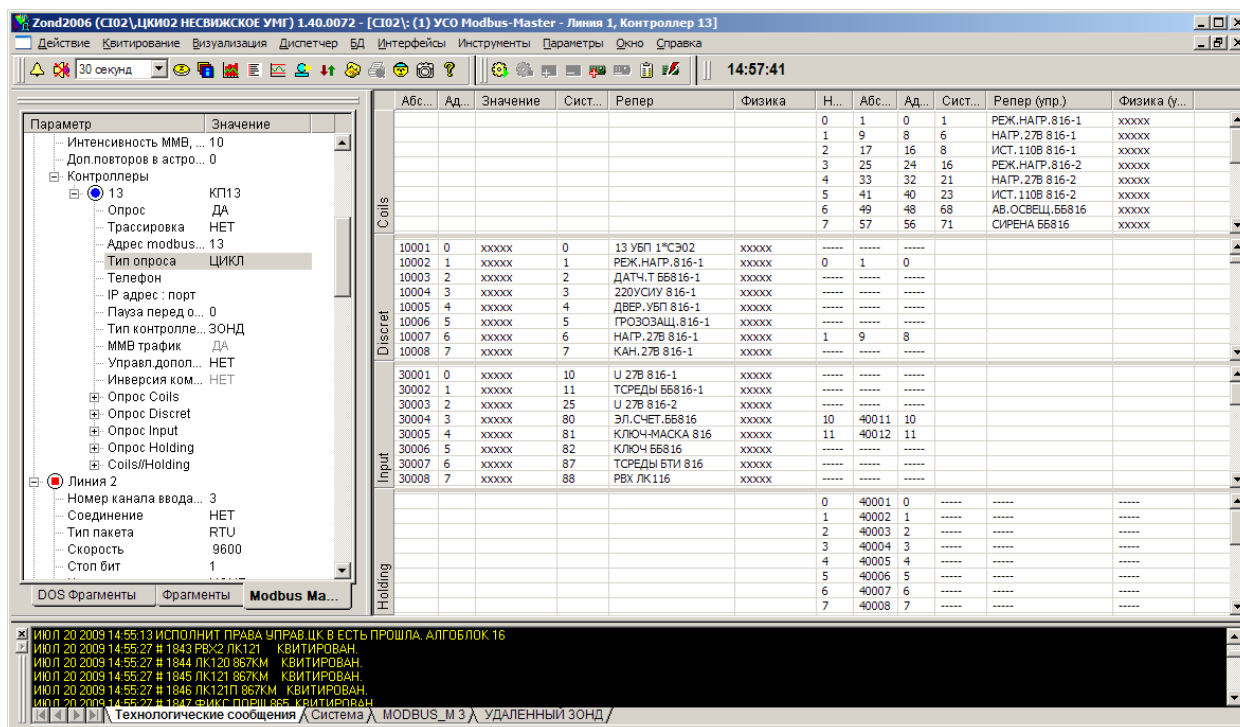


Рис. 5-3. Панель инженера интерфейса modbus-master (Win32)

Информация по параметру БД, соответствующему позиции линия-контроллер-тип-адрес, выводится одновременно. Области представлены одновременно.

5.4 Алгоритм задачи опроса

При включении опроса линии modbus-master запускается задача опроса.

Задача использует следующие команды (hex):

- 01 - опрос значений Coils;
- 02 - опрос значений Discret Inputs;
- 04, 41, 45 - опрос значений Input Registers в формате Word, Double, Float соответственно;
- 03, 44, 48 - опрос значений Holding Registers в формате Word, Double, Float соответственно;
- 4F - общевещательный запрос синхронизации времени;
- 51, 52 - управление дополнительным опросом
- 53 - пересылка пакетов удаленного сервиса.

Задача опроса применяет следующие способы работы с линией:

Установка и разрыв соединения Для режимов опроса DIAL и TCP;
Транзакции протокола modbus (запрос-ответ) Для всех режимов

Задача опроса выполняет несколько прикладных задач, каждая из которых имеет свой трафик в линии (транзакции трафиков разделяют линию по времени):

Прикладная задача	Условие присутствия трафика
Основной опрос (циклический и по расписаниям)	Постоянно согласно настройкам линии и контроллеров, остальные виды трафика возникают дополнительно
Телеуправление/телерегулирование	Пользователь или алгоритм в распределенной системе выполняет сеанс ТУ/ТР
Удаленный сервис	Пользователь или алгоритм в распределенной системе выполняет операцию удаленного сервиса
Локальный сервис модулей	Пользователь выполняет операцию локального сервиса модулей
Ручной внеочередной опрос	Пользователь инициировал внеочередной опрос контроллера/линии
Управление дополнительным опросом	Пользователь работает с окном дополнительного опроса

Транзакции могут заканчиваться с ошибками, о чем задача сигнализирует записью сообщения в протокол системных ошибок и в окно панели инженера. Сведения об ошибках приведены в Таб. 5-8.

Таб. 5-8. Коды ошибок опроса modbus master

Код	Название	Происхождение	Возможная причина	Обработка
1	ТАЙМАУТ1	Не пришел первый байт ответа	УС выключена, обрыв линии связи, несовпадение параметров опроса (скорость и др.), ошибка в конфигурации канала resident.cnf, Не хватает времени ожидания	1
2	ТАЙМАУТ2	Не пришел очередной байт ответа	Неисправность/шум в линии связи	1
3	ОШИБКА CRC	Не совпала контрольная сумма ответа	Неисправность/шум в линии связи	1
4	SYSERR(ОШИБКА TTY)	Системная ошибка в драйвере ПК Зонд	Некорректная работа или отсутствие резидентного драйвера сетевого канала	2
5	ПОТЕРЯ ПРИЕМА	Переполнение входного буфера микросхемы UART	Выбрана слишком высокая скорость обмена	1
6	НЕТ НАЧАЛА ПЕРЕДАЧИ	Не уходит байт из микросхемы UART	Неисправность микросхемы UART	2
7	НЕТ СЕТЕВОГО СОЕД	Нет соединения на уровне сетевых драйверов SPX или TCP	Неисправность сетевого канала, отсутствие сетевого драйвера, неправильная конфигурация канала	2
8	НЕТ CTS	Превышено время RTS-CTS *	Неисправность в кабеле	2
9	НЕТ CD	Нет сигнала CD **	Неисправность в кабеле, модем потерял несущую	2
11	ЧУЖОЙ MODBUS-АДРЕС	Другой сетевой адрес в ответе	Неправильно работает УС, шум в линии связи	3
12	КОМ. НЕ РЕАЛИЗОВАНА	Команда не реализована	Команда не реализована в УС, ***	3
13	НЕКОРРЕКТНЫЙ АДРЕС	Некорректно сформирован запрос	Неправильная область адресов запроса	3
14	НЕКОРРЕКТНЫЕ ДАННЫЕ		Недопустимое значение в командах записи	3
15	ОТКАЗ ОБОРУД. КОНТ.	Стандартные коды ошибок modbus (Таб. 1-3)	***	3

Код	Название	Происхождение	Возможная причина	Обработка
16	ДАННЫЕ НЕ ГОТОВЫ	Стандартные коды ошибок modbus (Таб. 1-3)	***	3
17	СИСТЕМА ЗАНЯТА	Стандартные коды ошибок modbus (Таб. 1-3)	***	3
18	ОТКАЗ ПРИ ВЫП.КОМ.	Стандартные коды ошибок modbus (Таб. 1-3)	***	3
19	РАЗНОЕ ЧИСЛО ЗНАЧЕНИЙ	В ответе число значений не равно ожидаемому	Неправильно работает УС	3

* Обрабатывается, если для последовательного канала в resident.cnf инициирован алгоритм управления сигналами RTS-CTS (*channellparam=X,RTS,CTS*);

** Обрабатывается, если для последовательного канала в resident.cnf инициирована обработка сигнала CD (*channellparam=X,DCD*);

*** В интерфейсе modbus slave ПК Зонд через эти ошибочные коды передаются коды ошибок сеанса управления (см.).

Ошибки 4, 6-9 возникают при передаче, остальные – на приеме ответа.

Основной опрос в общем случае сочетает циклический опрос контроллеров с опросом по двум расписаниям. Параметр контроллера “тип опроса” определяет его участие в одном из этих опросов. Опрос контроллера состоит из одной или более транзакций для доставки значений определенных адресов. Задача опроса формирует запросы согласно наличию параметров с соответствующим подключением в БД. Запросы формируются по областям сигналов каждого типа, которые могут дробиться из-за адресных “дырок” или ограничений по длине запроса. Запросы формируются при старте задачи опроса, и если затем при работе задачи пользователь поменяет подключение параметра БД, задача корректирует запросы. После опроса контроллера, если он настроен на передачу mmb-пакетов, делается проверка их наличия и, если требуется, попытка их передачи в направлениях к Зонд и от Зонд. Размер запросов основного опроса определяется параметром линии “длина пакета”, размер mmb-пакетов определяется параметром диалога свойств Зонд (WIN32) и хранится в файле mmb.cfg (см. Док. 5)

При ошибках передачи делается пауза на время таймута транзакции (тип обработки 2). При возникновении ошибок 1-9 данные соответствующих параметров БД не обновляются (тип обработки 1-2). При возникновении ошибок 11-19 счетчик ошибок не изменяется, но значения параметров блока помечаются недостоверными (тип обработки 3).

Контроллеры циклического опроса при возникновении подряд ошибок 1-9 в запросах к одному контроллеру (более, чем значение параметра контроллера) переводятся в режим редкого опроса. С периодом редкого опроса (на фоне основного опроса) делается попытка опросить один из таких контроллеров. Если хотя бы один запрос к нему закончился без ошибок или с ошибками 11-19, контроллер переводится в режим нормального циклического опроса.

Один проход циклического опроса контроллеров заканчивается паузой опроса линии, во время которой предпринимается попытка послать mmb-пакеты для настроенных на их передачу контроллеров линии.

Запросы-метки реализованы как общевещательные команды modbus (с адресом 0), после подачи которых выдерживается гарантированная пауза (нет транзакций) в линии 360 мс.

Если значение параметра “период команд синхронизации времени” не равен 0, то раз в такое число часов делается общевещательный запрос синхронизации времени (команда 4Fh с адресом 0).

Сеанс телеуправления поддерживается специальной задачей управления, которая разделяет по времени канал modbus с задачей опроса.

Пакеты удаленного сервиса пересылаются так, чтобы обеспечить их гарантированную доставку и начальную последовательность в рамках канала удаленного сервиса. Для этого используется внутренняя нумерация и повторная пересылка пакетов.

Задача интерфейса modbus мастер может разделять линию (и иметь одинаковый номер канала ввода-вывода) с задачей интерфейса modbus forcer.

5.5 Режимы с соединением

При способах соединения DIAL и TCP контроллеры группируются по принципу одинакового значения параметров “Телефон” и “IP-адрес порт” соответственно. При наступлении времени опроса одного из контроллеров группы (циклически или по расписанию), с ним устанавливается соединение, делаются запросы к нему и к другим контроллерам группы, затем соединение разрывается.

При выполнении задач телеуправления/телерегулирования, удаленного сервиса, ручного внеочередного опроса потребность в дополнительном трафике возникает асинхронно относительно состояния соединения, установленного в рамках основного опроса. В этом случае если соединение не установлено ни с одной из групп, оно устанавливается. Иначе если это соединение подходит для трафика прикладной задачи, то трафик смешивается с существующим трафиком. Иначе прикладной алгоритм ожидает завершения текущего соединения и устанавливает свое, а затем выполняется. Разрыв соединения происходит, когда заканчивается последняя нуждавшаяся в нем прикладная задача.

При способе соединения DIAL во время паузы циклического опроса и простоя опроса по расписанию возможен прием и обработка специальных SMS-сообщений, это можно считать элементом основного опроса (Док. 15).

Алгоритмы с соединением не поддерживаются в реализациях МикроЗонд.

Типичная настройка ключевых параметров опроса при выполнении определенных технологических задач приведена в Таб. 5-9.

Таб. 5-9. Применение UCO modbus master

Тип соед.	Тип пакета.	Циклический	По расписанию
NET	RTU, ASCII	Обычный режим работы на статически скоммутированных каналах точка-точка, точка-многоточка (транспорт – RS232/422/485, медный кабель и модем, радиомодемы, радиорелейные уплотненные каналы, TCP, UDP, SPX, IPX) с максимально позволенной скоростью обновления данных	То же, при технологически требуемой частоте обновления данных более 1 мин.
DIAL	RTU, ASCII	Коммутируемый канал (проводные и GSM модемы с дозвоном). Для GSM можно добавлять обработку SMS сообщений	То же, экономически предпочтительнее (повременная оплата)
TCP	RTU, ASCII	Системы связи с коммутируемым доступом, что на канальном уровне выглядит как установка и разрыв TCP соединения или имитация соединения при использовании протокола UDP.	То же, экономически предпочтительнее (повременная оплата)
TCP	Open/TCP	Контроллеры Modbus TCP (транспорт TCP IP, локальные (предпочтительнее) и глобальные сети). Команды опроса контроллера обрамляются операциями установки и	То же, при технологически требуемой частоте обновления данных более

Тип соед.	Тип пакета.	Циклический	По расписанию
		разрыва TCP соединения	1 мин.
НЕТ	Open/TCP	Один Modbus TCP контроллер. TCP соединение поддерживается постоянно	Не имеет смысла

Работа задачи с типом соединения DIAL должна быть поддержана определенной настройкой канала в файлах resident.cnf / wintty.cnf, подробнее см. Док. 16

Работа задачи с типом соединения TCP должна быть согласована с настройкой канала в файлах resident.cnf / wintty.cnf (Док. 13).

При использовании протокола TCP нужно конфигурировать канал в режиме passive (P:) и указывать пару порт:адрес удаленного хоста как 0, 0.0.0.0. Установка/разрыв соединения задачей УСО приводит к установке/разрыву TCP соединения на канальном уровне, при этом пара адрес:порт берется из конфигурации контроллеров.

При использовании протокола UDP нужно указывать пару порт:адрес удаленного хоста как 0, 0.0.0.0. Установка/разрыв соединения задачей УСО приводит к образованию временного отрезка избирательности приема пакетов UDP только от определенного удаленного хоста, при этом пара адрес:порт берется из конфигурации контроллеров.

Протоколы TCP и UDP могут работать в среде GPRS, и замечания будут справедливы.

Аналогичные замечания справедливы к протоколам IPX/SPX.

5.6 Паспорт параметра УСО Modbus master

Создание паспортов и описание параметров УСО modbus master в БД ПК Зонд производится в соответствии с документом Док. 1. Установка значений в разделе “подключения” паспорта параметра БД ПК “ЗОНД” означает задание соответствия этого параметра БД конкретным сигналам (опроса, управления, достоверности) конкретного контроллера конфигурации modbus master.

Рис. 5-4. Раздел Подключение паспорта параметра БД (Win32)

Заполняются следующие поля раздела “подключение”:

<i>N линии</i> – номер линии УСО modbus master (1-16);			
<i>N контроллера</i> – номер контроллера modbus master (1-254);			
<i>Modbus-тип (опрос)</i> – тип сигнала опроса (Coil, Discret, Input, Holding);			
<i>Modbus-адрес (опрос)</i> – адрес сигнала опроса (0,..);			
<i>Modbus-адрес(управление/регулирование)</i> – Номер сигнала управления/регулирования (0,..);			
<i>Дополнительный фактор (ДФ)</i> – поле, значение которого указывает, каким образом используются три поля дополнительной ссылки на сигнал в пределах контроллера:			
		<i>ДФ = <Д=ОПРОС></i> - достоверность параметра определяется по удачному опросу, тогда значение полей дополнительной ссылки не играет роли, и в них автоматически заносится:	
	<i>Modbus-тип ссылки</i>	НЕТ	
	<i>Modbus-адрес ссылки</i>	НЕТ	
	<i>Нормальное/достоверное значение</i>	НЕТ	
		<i>ДФ = <Д=ССЫЛ></i> - достоверность параметра определяется по значению ссылки (применяется для опроса сигналов достоверности дискретных сигналов совместно с установкой значения границы области достоверности в конфигурации modbus_m), тогда:	
	<i>Modbus-тип ссылки</i>	Modbus-тип сигнала достоверности (Coil, Discret)	
	<i>Modbus-адрес ссылки</i>	Modbus-адрес сигнала достоверности (0,..)*.	
	<i>Нормальное/достоверное значение</i>	Значение, при котором значение параметра достоверно**	
		<i>ДФ = <Д=ЗНАЧ></i> - достоверность параметра определяется по значению (используется для определения достоверности сигналов, опрашиваемых через пространства Input и	

	Holding). Недостоверным в этом случае считается значение “все F” (0xFFFF – при опросе в формате Word, 0xFFFFFFFF – при опросе в формате Float, 0xFFFFFFFFFFFFFFFF – при опросе в формате Double. Если в случае опроса в формате Float и Double значения с таким представлением просто не существует, то в случае опроса в формате Word и значении поля “код АЦП” “нет” для единственного значения 0xFFFF (допустимого) нельзя корректно передать и значения и достоверность. Это недостаток данной реализации modbus-технологии.		
		Modbus-тип ссылки	НЕТ
		Modbus-адрес ссылки	НЕТ
		Нормальное/достоверное значение	НЕТ
	ДФ = <ОС=ССЫЛ> - ссылка используется для адресации сигнала, значение которого используется для формирования вывода о прохождении команды управления/регулирования (так называемые сигналы обратной связи по управлению). Значения полей ссылки тогда:		
		Modbus-тип ссылки	Modbus-тип сигнала обратной связи по управлению (Coil, Discret, Input, Holding)
		Modbus-адрес ссылки	Modbus-адрес сигнала обратной связи по управлению.
		Нормальное/достоверное значение	Выбор алгоритма формирования вывода о прохождении команды управления/регулирования ***
Код АЦП – Поле существует только в паспорте аналоговых параметров, играет роль только при передаче в формате WORD. Если значение этого поля “Да”, то значение при передаче в БД ПК Зонд приводится к виду 12-разрядного АЦП, после чего пересчитывается в физическую величину с использованием шкалы паспорта. В случае “Нет” значение передается в БД как целое беззнаковое число. Отдельные типы контроллеров могут иметь собственную интерпретацию (см. следующий раздел)			

* При установке этого поля в состояние “AUTO”, Modbus-адрес сигнала достоверности будет рассчитываться исходя из правила “значение границы равно первому числу, кратному 8, большему или равному размеру области значений” указанного типа в конфигурации modbus_m.

** Значение определяется следующим образом:

Таб. 5-10. Значение достоверности дискретных параметров в ПК Зонд

Параметр	Значение параметра достоверно при значен. достоверн
Тип дискретный (однобитный)	1
Тип дискретный (двухбитный)	3
Тип восьмипозиционный	1

0 – если значение дополнительного сигнала равно 0, считается, что команда прошла

1 – если значение дополнительного сигнала равно 1, считается, что команда прошла

== – если значение дополнительного сигнала равно значению записи, считается, что команда прошла

!= – если значение дополнительного сигнала равно инверсии от значения записи, считается, что команда прошла.

5.7 Особенности реализации интерфейса modbus master для различных типов контроллеров

Различия в реализации modbus различным оборудованием проявляются в следующих вопросах:

- * Формат аналоговых значений в физической величине, передаваемых по запросу стандартных функций 03, 04, размером более 2 байт на значение - порядок байт при передаче по линии;
- * Возможна передача данных пользовательскими командами;
- * При 2 байт на значение также могут быть различные форматы кода (коды АЦП, целые знаковые, беззнаковые, с заданной ценой единицы);
- * При коде АЦП, какой код соответствует 0% и 100% физической величины;
- * Реализация в модуле Микрозонд;
- * Алгоритмы телеуправления, телерегулирования.

Исторически в ПК Зонд принят принцип выбора совокупности алгоритмических приемов для поддержки конкретной реализации оборудования выбором значения параметра «Тип контроллера». Также требуется определенным образом заполнить паспорта параметров.

Настройка раздела “подключение” паспорта следует из описания модулей, описана в Док. 1, может производиться утилитами (Док. 3) и конфигуратором Base (Док. 8).

Особенности настройки Зонд для различных modbus-систем приведены в Таб. 5-11.

Аналоговые данные могут передаваться через modbus команды как коды, требующие масштабирования (в таблице указаны коды, соответствующие 0% и 100% шкалы), целые (беззнаковые, поступают в БД без обработки, могут иметь 2 или 4 байта на значение, в таблице, если нет оговорок, 2 байта на значение), float, double (могут иметь различную последовательность байт в линии). Эти представления данных указаны в таблице в столбце “АЦП в паспорте”.

В таблицах “Формат опроса аналоговых” – параметр интерфейса УСО, имеет значения WORD, FLOA, DOUB (число байт на значение 2,4,8 соответственно). Маленькими буквами обозначается тип данных, доставляемых из устройства: коды (код АЦП), целые (беззнаковое целое 16 бит), float (IEEE STD 754), double.

Алгоритм телеуправления Зонд описан в Док. 11. Тип контроллера включает определенную реализацию подачи команд и условия, по которому определяется прохождение команды (предварительная, исполнительная команды, прошла - не прошла). В таблице coil0 - адрес которого в параметре подключения паспорта «адрес управления», coil1 - следующий и т.д.

При телерегулировании в таблицах указываются возможные команды, а преобразование значений из БД Зонд к тому, которое передается в этих командах, - обратное преобразованию при опросе, с учетом значения код АЦП паспорта параметра.

Таб. 5-11. Особенности реализации modbus для различных типов контроллеров

Системы агрегатной автоматики, антипомпажного регулирования ССС (фирма «Controller Control Corporation», США)				
Возможные типы параметров: Аналоговый				
Тип конт.	Формат опроса аналоговых	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
ССС*	WORD (03,04)	-	Д=ОПРОС	ДА для кодов (0-4000), НЕТ для целых

Модули СЛТМ “Магистраль-2” СЭ03, ДЭ03, ДЭ04, СЭ06 (фирма Газприборавтоматика, Москва)				
Возможные типы параметров: Аналоговый, дискретный				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
MAG2*	WORD (03,04)	Алгоритмы управления, регулирования поддерживают запрос уникального номера, не поддерживают предварительную команду и отбой, т.к. реализуют запись значений параметров в ОЗУ модуля, управление светодиодами, реле. На управление выделяется 1 coil, на регулирование - 1 holding. Регулирование ком. 06.	Д=ССЫЛ; для управляемых ОС=ССЫЛ (все проставляется конфигуратором Base (Док. 8))	ДА для кодов (0-4095), НЕТ для целых

ПК Зонд				
Возможные типы параметров: Аналоговый, Дискретный, 8-позиц, Дата-время, Таймер внешний, Счетчик внешний (ПК Зонд). Правила соответствия типов параметров опрашиваемого и опрашивающего Зонд приведены в Док. 8				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
ЗОНД *	Можно вести опрос пространства Input в форматах WORD (04), FLOA (45) DOUB (48)	Между ПК Зонд реализуется сеансный алгоритм управления, включающий семь стадий, документированных в Док. 11, реализованы стадии предварительной команды и отбой команды. На одно управление или регулирование выделяется 8 coils и 1 holding. При регулировании на исполнительной стадии команды 46 (FLOA), 42 (DOUB)	У дискретных Д=ССЫЛ, у аналоговых Д=ЗНАЧ, недостоверность аналоговых доставляется как значение “все биты 1” (проставляется конфигуратором Base (Док. 8))	Для формата WORD ДА для кодов (0-4095), НЕТ для целых. Для форматов FLOA или DOUB ДА (проставляется конфигуратором Base)

Промышленные контроллеры “КПС” (Костамукшский горно-обогатительный комбинат)				
Возможные типы параметров: Аналоговый, дискретный				
Тип конт.	Форм. опр. ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
КПС *	WORD (03,04)	Возможно управление (предварительная, исполнительная команды), регулирование На одно управление или регулирование выделяется 8 coils (используются младшие 2, остальные-резерв) или 1 holding (для аналоговых) Возможна обратная связь по управлению и регулированию – по анализу значения кода coil 0-1 (00-good, 01-wait, 10-error, 11-fatal), ожидание кода 00-good 5 сек. Предварительная открыть - подача ком. 05 OFF(0000h) на coil0, Предварительная закрыть - ON(ff00h) на coil0, Исполнительная открыть - OFF(0000h) на coil1, Исполнительная закрыть - ON(ff00h) на coil1, ТР- Записать значение (ком.06 в holding), обратная связь возможна, алгоритм тот же.	Д=ОПРОС;	ДА для кодов (0-4095), НЕТ для целых

Модуль СЭ-01 управления краном СЛТМ “Магистраль-2” (фирма Газприборавтоматика, Москва)				
Возможные типы параметров: Дискретный				
Тип конт.	Формат опр. ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
СЭ01 *	Нет аналоговых	Управление одно на модуль (3 coils), реализованы запрос и проверка уникального номера, предварительная команда и снятие последней исполнительной (отбой). Предварительная открыть - подача ком.05 ON(ff00h) на coil1, пауза 300мс., анализ discret 3 (флаг ТУ общий); предварительная закрыть - подача ком.05 ON(ff00h) на coil2, пауза 300мс., анализ discret 3 (флаг ТУ общий); исполнительная - подача ком.05 ON(ff00h) на coil0, пауза 300мс., анализ discret 3 (флаг ТУ общий). В паспорте Фактор Д=ССЫЛ, достоверность значений ТС концевиков определяется значением шлейфов. ТР нет.	ТС концевиков Д=ССЫЛ; для управляемого ОС=ССЫЛ, для остальных Д=ОПРОС (все проставляется конфигуратором Base (Док. 8))	-

Промышленные контроллеры “Взлет” (Костамукшский горно-обогатительный комбинат)				
Возможные типы параметров: Аналоговый				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
ВЗЛТ*	WORD (03,04)	ТР команда 10h.	Д=ОПРОС	ДА – float, НЕТ –целые 16 бит

Модуль анал.выхода ЭР-01 СЛТМ “Магистраль-2” (фирма Газприборавтоматика, Москва)				
Возможные типы параметров: Аналоговый				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
ЭР01*	WORD (03)	Возможно регулирование (функция 06), в т.ч., запрос и проверка уникального номера	ОС=ССЫЛ, (проставляется конфигуратором Base (Док. 8))	ДА, код (0-112)

Модуль анал.выхода ЭР-02 СЛТМ “Магистраль-2” (фирма Газприборавтоматика, Москва)				
Возможные типы параметров: Аналоговый				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
ЭР02*	WORD (03)	Возможно регулирование (функция 06), в т.ч. , запрос и проверка уникального номера	ОС=ССЫЛ, (проставляется конфигуратором Base (Док. 8))	ДА, код (0-65535)

Модуль анал.выхода ИЭ-06 СЛТМ “Магистраль-2” (фирма Газприборавтоматика, Москва)				
Возможные типы параметров: Аналоговый				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
ИЭ06*	WORD (03,04)	-	Д=ОПРОС (проставляется конфигуратором Base (Док. 8))	ДА

Контроллер станции катодной защиты «Пульсар» (г. Зеленоград)				
Возможные типы параметров: Аналоговый				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
ПУЛЬ*	WORD (03)	Возможно регулирование (функция 06)	Д=ОПРОС, для регулируемых ОС=ССЫЛ (проставляется конфигуратором Base (Док. 8))	ДА, код (0-112)

Система учета расхода газа HOST (фирма Совтигаз, Москва)				
Возможные типы параметров: Аналоговый, дискретный, дата-время				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
HOST *	WORD, функции 03,04 с разной последовательностью байт в линии	-	ДОСТ=ЗНАЧ, недостоверность аналоговых доставляется как значение 0x7F800000	НЕТ, (данные float)

Промышленные контроллеры Fanuc				
Возможные типы параметров: аналоговый, дискретный				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
FANW*	WORD, функции 03,04	Реализовано телеуправление (1 coil), телерегулирование (1 holding), предварительная и отбой не реализованы, обратная связь не отслеживается. Исполнительная в 1 - подача ком.05 ON(ff00h) на coil0 Исполнительная в 0 - подача ком.05 OFF(0000h) на coil0 Инверсия команд ТУ меняет значения ТР – команда 06h	Д=ОПРОС, ОС=ТУ	ДА, код (0-4095) НЕТ - целые

Промышленные контроллеры Fanuc				
Возможные типы параметров: аналоговый, дискретный				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
FANF*	WORD, функции 03,04	Реализовано телеуправление (1 coil), телерегулирование (1 holding), предварительная и отбой не реализованы, обратная связь не отслеживается. Исполнительная в 1 - подача ком.05 ON(ff00h) на coil0 Исполнительная в 0 - подача ком.05 OFF(0000h) на coil0 Инверсия команд ТУ меняет значения ТР – команда 10h	Д=ОПРОС, ОС=ССЫЛ	НЕТ (данные float)

Расходомер FLOBOSS				
Возможные типы параметров: аналоговый				
Тип конт.	Формат опроса аналоговых	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
FLOB *	FLOA, функции 03,04, реализованы не по стандарту, т.к. на один адрес запроса возвращают значение в 4, а не в 2 байта	-	Д=ОПРОС	НЕТ, (данные float)

Контроллер PEP (ПО ISAGraf), Серия САУ КС, САУ ГРС («Калининградгазавтоматика»)				
Возможные типы параметров: аналоговый, дискретный				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
PEP *	WORD, функции 03,04	Реализовано телеуправление (2 coil), предварительная, отбой не реализованы, обратная связь не отслеживается. Исполнительная открыть - подача ком.05 ON(ff00h) на coil0 Исполнительная закрыть - подача ком.05 ON(ff00h) на coil1 Инверсия команд ТУ меняет номера coil ТР – команда 10h (не АЦП) и 06 (коды)	Д=ОПРОС, ОС=ССЫЛ	НЕТ для данных float, ДА – для кодов (0-65535)

Контроллер Motorola (ПО ISAGraf, фирма «Индемко»)				
Возможные типы параметров: Аналоговый, дискретный, трехбитный, дата-время				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
MOTO *	WORD, функция 03, 04	Реализовано телеуправление (2 coil, 1 holding), предварительная, отбой не реализованы, обратная связь отслеживается как факт сброса в 0 значения coil и последующее равенство статуса управления (holding) определенному значению (00 - успешное выполнение команды или 06 - идет процесс управления). Исполнительная открыть - подача ком.05 ON(ff00h) на coil0, 3сек. проверка условия coil0==0, и тогда holding==0 или holding==6 Исполнительная закрыть - подача ком.05 ON(ff00h) на coil1, 3сек. проверка условия coil1==0, и тогда holding==0 или holding==6 ТР – команда 10h (АЦП) и 06 (целые)	Д=ОПРОС, ОС=ССЫЛ	ДА для данных float, НЕТ – для целых

Контроллер управления секционирующим пунктом «СИРИУС», «ГипроГазЦентр» г. Москва)				
Возможные типы параметров: Аналоговый, дискретный, трехбитный				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
СИР*	WORD, функции 03,04	Реализовано ТУ, предварительная и отбой не реализованы, обратная связь не отслеживается. Исполнительная в 1 – трехкратная с интервалом 300 мс подача ком.05 ON(ff00h) на coil0 Исполнительная в 0 – трехкратная с интервалом 300 мс подача ком.05 OFF(0000h) на coil0 ТР нет.	Д=ОПРОС, у управляемых ОС=ССЫЛ	ДА для целых 2 байта/значение, НЕТ – для целых 4 байта/значение

Контроллер управления дискретным клапаном-поршнем «ДКД-47», «ЭкоГазЭнерго», г. Москва				
Возможные типы параметров: Аналоговый, дискретный, трехбитный (режим)				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
ДКД*	WORD, функции 03,04	Реализовано 4 типа ТУ/ТР без предварительной команды, отбоя ТУ - для команды 05 Исполнительная в 1 – подача ком.05 ON(ff00h) на coil0 Исполнительная в 0 – подача ком.05 OFF(0000h) на coil0. ТР - команда 06 для целых, пошаговое регулирование (параметр площадь сечения расчетный, команда 05), команда 10h (формат float при АЦП)	Д=ОПРОС, у управляемых: клапан, режим, уставки - Д=ОПРОС, площадь сечения расчетный - ОС=ССЫЛ	ДА для данных float, НЕТ – для целых

Контроллер управления секционирующим пунктом АПС-10-12.5 (Реклоузер), ЗАО “Энергетические системы”, г. Москва				
Возможные типы параметров: Дискретный				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
АПС*	WORD, вместо стандартной функции 02 Discret опрашиваются ф-ей 07	Реализовано управление без предварительной команды, отбоя Исполнительная в 1 – подача ком.05 ON(ff00h) на coil0 Исполнительная в 0 – подача ком.05 OFF(0000h) на coil0. Инверсия команд ТУ меняет значения ТР нет	Д=ОПРОС, у управляемых: клапан, режим, уставки - Д=ОПРОС, площадь сечения расчетный - ОС=ССЫЛ	ДА для данных float, НЕТ – для целых

КП телемеханики “Импульс” ОАО “Мострансгаз”				
Возможные типы параметров: Аналоговый, Дискретный				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
ИМПУ	WORD (03,04)	ТУ - для кранов: предварительная: Открыть - OFF(0000h) на coil0 Заккрыть - ON(ff00h) на coil0 исполнительная: Открыть - OFF(0000h) на coil1 Заккрыть - ON(ff00h) на coil1 отбой: OFF(0000h) на coil2 ТР - нет	Д=ОПРОС	ДА - код АЦП 0-3200, НЕТ – для целых, Для данных float - не важно

Контроллер I-7188ХА, преобразователь протокола HART устройств Гиперфлоу и MAC-003 НПП “Вымпел”, г. Саратов				
Возможные типы параметров: Аналоговый, Дискретный				
Тип конт.	Формат опроса ан.	Алгоритм ТУ/ТР	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
MBGF*	WORD (03,04)	ТР – команда 10h	Д=ОПРОС	ДА для данных float, НЕТ – для целых (значение дают два соседних адреса)

* - реализованы в МикроЗонд

Контроллеры типов ИЭ05, МФ01, СЭ12, СЭ10 – это модули системы телемеханики «Магистраль-2».

Формат float значений аналоговых подразумевается для всех контроллеров IEEE STD 754.

Если считать номера байтов (1-2-3-4) по порядку их расположения в памяти процессора Intel, то разновидности последовательности передачи байт в линии приведены в Таб. 5-12.

Таб. 5-12. Способы передачи аналоговых значений по modbus

Тип контроллера	Число байт на адрес	Послед. байт в линии у float	Пример:	Флаг АЦП в паспорте
FANF	2	2-1-4-3	60,2: CC.CD.42.70	ДА – код 0-4095, НЕТ - float
PEP	2	2-1-4-3	см. выше	ДА – код 0-65535, НЕТ - float
ДКД	2	2-1-4-3	см. выше	ДА – float, НЕТ – целые 16 бит
МОТО	2	4-3-2-1	60,2: 42.70.CC.CD	ДА – float, НЕТ – целые 16 бит
ВЗЛТ	2	3-4-1-2	60,2: 70.42.CD.CC	ДА – float, НЕТ – целые 16 бит
MBGF	2	1-2-3-4	60,2: CD.CC.70.42	ДА – float, НЕТ – целые 32 бит
ЗОНД (команда 48) FLOB (команды 03,04) ИМПУ (команда 48)	4	1-2-3-4	см. выше	ДА – float
HOST	2	2-1-4-3 (04) 4-3-2-1 (03)	см. выше	НЕТ - float
ЗОНД (команда 45)	8	1-2-3-4-5-6-7-8	аналогия	ДА - double
СИР	2	-	-	ДА – целые 16 бит, НЕТ – целые 32 бит

Для параметров типа Дата-время возможно получение времени в различных форматах.

Таб. 5-13. Способы получения параметров типа Дата-Время по modbus

Тип контроллера	Число байт на адрес	Послед. байт в линии	Формат
FANF, PEP, ДКД	2	2-1-4-3	Целое 4 байта без знака, time_t (число секунд с 1970)
HOST (команда 03)	2	4-3-2-1	GMT (число секунд с 1970)
МОТО	2	4-3-2-1	Целое 4 байта без знака, time_t (число секунд с 1970)
ВЗЛТ	2	3-4-1-2	Целое 4 байта без знака, time_t (число секунд с 1970)
MBGF	2	1-2-3-4	Целое 4 байта без знака, time_t (число секунд с 1970)
ЗОНД (команды	4	1-2-3-4	Целое 4 байта без знака, time_t (число секунд с

Тип контроллера	Число байт на адрес	Послед. байт в линии	Формат
45,48)			1970)
ИМПУ (команда 48)	4	1-2-3-4	Dosftime (как в СЛТМ Магистраль-1)

В ПК Зонд реализованы УСО–независимые алгоритмы управления и регулирования. Реализация алгоритма для параметров с типом управления “Дискретный” и “Управляемый извне” подразумевает формирование и посылку запросов управления/регулирования в различные интерфейсы УСО, которые интерпретируются, поддерживая алгоритм управления УСО. Для каждого сеанса управления запускается специальная задача, которая формирует запросы управления и разделяет линию modbus по времени с задачей опроса. В зависимости от типа контроллера определенный набор стадий алгоритма и дополнительных возможностей (контроль прохождения команд, инверсия команд) могут быть реализованы.

Таб. 5-14. Свойства алгоритмов управления modbus master

Тип	Запрос и проверка уникального номера	засылка ФИО	Предварительная *	Исполнительная	Контроль прохождения ко-манды **	инверсия команды ***	Отбой
ЗОНД	+	Опц.	+	+	+	-	+
КПС	-	-	+	+	+	-	-
MAG2	+	-	-	+	+	-	-
ИЭ05	+	-	-	+	+	-	-
СЭ01	+	-	+	+	+	-	+
СЭ10	+	-	+	+	+	-	+
FANW	-	-	-	+	+	+	-
FANF	-	-	-	+	+	+	-
АПС	-	-	-	+	+	+	-
МОТО	-	-	-	+	свой	-	-
СИР	-	-	-	+	-	-	-
ДКД	-	-	-	+	-	-	-
РЕР	-	-	-	+	+	+	+
ИМПУ	-	-	-	+	-	-	+

* Для любого УСО на этапе предварительной команды регулирования в процедуру, реализующую регулирование, доставляется код операции регулирования (занесение значения, больше, меньше и др.), поэтому для любого УСО реакция на запрос предварительной команды регулирования реализована. Для управления есть возможность не делать реакцию на запрос.

** Контроль прохождения команд задействуется при значении “ОС=ТУ” поля “фактор” раздела “подключение” паспорта параметра.

*** Инверсия команд происходит при соответствующем значении параметра контроллера.

5.8 Удаленный сервис Modbus

Удаленный сервис – обобщенное название для нескольких инструментов конфигурирования удаленных узлов ПК Зонд (документирован в Док. 5). Удаленный сервис работает поверх протокола modbus. Если между двумя ПК Зонд скоммутирован канал

удаленного сервиса, существует возможность выполнения операций удаленного сервиса из панели инженера интерфейса modbus-master.

В модуле DOS файловые операции с удаленным узлом выполняются в файловом менеджере (Док. 6). Остальные операции удаленного сервиса выполняются из панели инженера modbus master (по клавише <Ctrl>+<F9> появляется меню). В диагностических целях возможен просмотр текущей статистики каналов удаленного сервиса (вызов окна по клавише <Alt>+<F6>).

В модуле Windows операции удаленного сервиса производятся из дочерних окон, доступ к которым из главного меню, пункт “инструменты”.

Выбор удаленного узла во всех случаях производится из таблицы каналов удаленного сервиса. Удаленный сервис конфигурируется в конфигураторе Base или утилитами.

5.9 Управление дополнительным опросом

Механизм дополнительного опроса используется для медленных СЛТМ «Магистраль-1М», «Импульс». В иерархических системах на базе ПК Зонд с интерфейсами modbus оптимальная поддержка этих СЛТМ подразумевает введение режима дополнительного опроса для параметров «Магистраль-1М», «Импульс» нижнего ПК Зонд при определенных действиях пользователя в верхнем ПК Зонд. Эти действия в DOS - заход в паспорт, F4 в панели инженера Магистраль-1 и Импульс, в Win32 - вызов специального окна дополнительного опроса. Modbus master обрамляет эти действия посылкой соответствующих команд 51h, 52h.

5.10 Ручной внеочередной опрос

Ручной внеочередной опрос используется для контроллеров астрономического опроса (иногда требуется провести опрос немедленно, не меняя настроек интерфейса, например, в сетях с коммутируемым доступом). В БД Зонд можно создать параметры ручного опроса, связанные с линией и контроллером. Управляя ими, можно добиться внеочередного опроса линии (всех ее контроллеров астрономического опроса) или контроллера (Док. 7).

6. Интерфейс Modbus-slave

6.1 Структура и параметры интерфейса

Интерфейс modbus-slave поддерживает до 8 линий, в каждой из которых выступает как устройство slave. Конфигурация интерфейса содержит таблицы соответствия modbus-адресов и параметров БД ПК Зонд (фактически, ссылки на параметры БД). Для опроса используются пространства адресов Discret и Input Registers, для управления - Coils и Holding Registers.

Распределение адресов можно производить вручную или автоматически (Док. 8).

Если ссылка заполнена, в соответствующей позиции отображаются данные (Таб. 6-15), а под областью сигналов – modbus-адрес, системный номер и репер параметра. В противном случае в позиции отображаются символы '-' (минус).

Таб. 6-15. Типы информации сигналов modbus slave

Индикатор	Информация
АДРЕСА	Абсолютные modbus-адреса
ЗНАЧЕН	Значения параметров как они будут отданы
РЕПЕРЫ	Реперы параметров БД (опрос)
КОМАДР	Командные (относительные) modbus-адреса
СИСНОМ	Системные номера параметров БД (опрос)
ФИЗИКА	Физические значения параметров БД (опрос)

Ссылки в таблицах соответствия могут быть нескольких типов. В Таб. 6-16 и Таб. 6-17 приведены возможные типы ссылок.

Таб. 6-16. Типы ссылок (дискретные значения) modbus slave

Тип ссылки	Формирование значения	Допустимы параметры типа
Значение	Текущее значение параметра БД	Дискретный, восьмипозиционный
Достоверность	1 - значение достоверно, 0 - значение недостоверно	Все типы ПК Зонд
Квитирование	1 - параметр квитирован, 0 - не квитирован в текущий момент времени	Все типы ПК Зонд

Таб. 6-17. Типы ссылок (аналоговые значения) modbus slave

Тип ссылки	Формирование значения	Допустимы параметры типа
Значение	Текущее значение параметра БД	Аналоговый, Измерительная линия, Дата-время, Счетчик времени, Внешний таймер, Счетчик импульсов, Внешний счетчик
Номер границы	номер нарушенной технологической границы контроля	Аналоговый, Счетчик времени, Внешний таймер, Счетчик импульсов, Внешний счетчик, Удаленный Зонд*
Из расш.БД 0	расход с начала суток, в т.ч. недостоверно (ИЛ)	Аналоговый, Измерительная линия
Из расш.БД 1	расход с начала суток, в т.ч.	Аналоговый, Измерительная линия

Тип ссылки	Формирование значения	Допустимы параметры типа
	достоверно (ИЛ), с начала суток всего (А)	
Из расш.БД 2	расход за прошлые сутки (ИЛ, А)	Аналоговый, Измерительная линия
Из расш.БД 3	расход с начала месяца (ИЛ, А)	Аналоговый, Измерительная линия

Алгоритм задачи опроса определяется следующими параметрами

Номер канала связи	- Номер канала ввода-вывода (с 0), сконфигурированного в строке “device=..” в файле resident.cnf (DOS) или “wintty=..” в файле wintty.cnf (WINDOWS);
Скорость, число стоп-бит, четность	- Скорость и формат данных для последовательного канала. Для сетевого канала значения не важны;
Тайм-аут, N=165 мс	- Время в единицах по 165 мс., использующееся для обнаружения конца пакета;
Задержка ответа, N=55 мс	- Время в тиках (1тик=55мс), на которое ответная посылка будет умышленно задержана;
Время обрыва связи (с)	- Время, участвующее в формировании значений параметров УСО “Диагностика” “Связь с линией modbus_s” и “Связь с контроллером modbus_s” (Док. 7). Если время, прошедшее со времени последнего запроса к линии (контроллеру), превысило значение параметра, считается, что связь потеряна;
Тип внешней системы	- Тип внешней системы (Таб. 6-22);
Коррекция времени	- ДА с данного направления принимаются команды корректировки астрономического времени узла. Допускается синхронизация времени;
Изменение файлов через ММВ	- ДА – допустимы операции записи, удаления и переименования файлов командами ММВ

Параметры контроллера:

Ответ	- ДА контроллер отвечает на запросы;
ММВ трафик	- Если параметр принимает значение ДА, то через контроллер можно скоммутировать канал удаленного сервиса (Док. 5). Значение устанавливается вне ПК Зонд специальной утилитой mbs_conf.exe Док. 3.
Modbus адрес, hex	- modbus адрес контроллера, шестнадцатеричное число.

Опрос параметров конфигурируется следующими параметрами:

Размер области	- Задают область опроса (с адреса 0);
Размер области управления	- Число Coils*8 и оно же число Holding) задается одним параметром “число сигналов управления”. Первый адрес всех областей равен 0;
Граница области достоверности	- Для дискретных сигналов определяет начало области адресов достоверности. Считается, что значения достоверности расположены в области Discret, начиная с границы, зеркально их расположению в области значений. Если область достоверности находится сразу за областью

значений (т.е. значение границы равно первому числу, кратному 8, следующему за значением размера области значений), то при запросе области адресов, включающей одновременно адреса значений и достоверности, будет сформирован корректный ответ.

6.2 Панель инженера (DOS)

На рисунке приведена видеогрaмма панели инженера modbus-slave ПК Зонд. В левой части экрана отображаются параметры линии: контроллеры, параметры интерфейсной линии и параметры опроса. Индикатор текущей линии - квадрат в левом верхнем углу. Рабочему состоянию задачи линии соответствует зеленый цвет квадрата, нерабочему - красный. Перемещение по контроллерам - традиционными клавишами перемещения курсора.

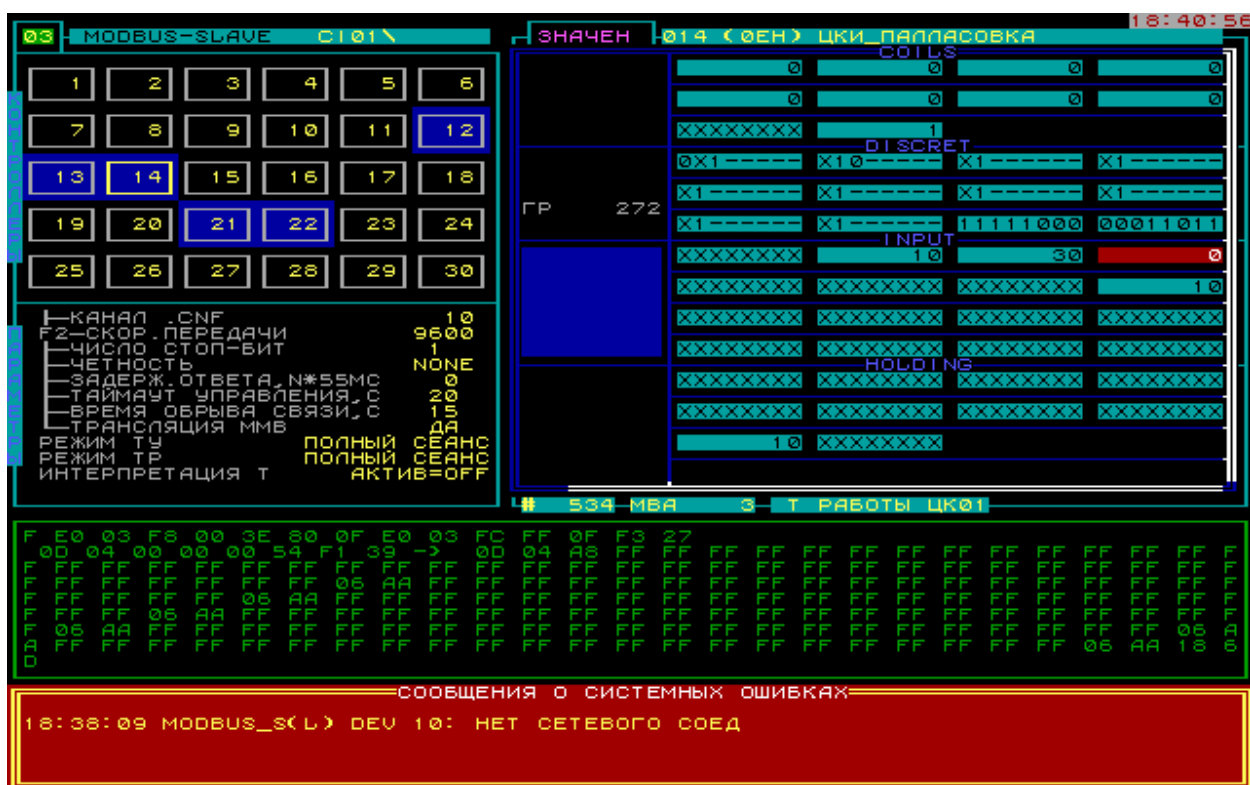


Рис. 6-5. Панель инженера интерфейса modbus slave

В этом режиме доступны:

- <Ctrl>+<Page Up>/ - смена линии;
- <Ctrl>+<Page Down>
- <Стрелки>, - перемещение по контроллерам линии;
- <Page Up>/<Page Down>,
- <Home>, <End>
- <Ins>/ - разрешить/запретить ответы на запросы линии;
- <Enter> - перейти к сигналам контроллера;
- <Tab> - разрешить/Запретить ответы по контроллеру;
- <F2> - установить параметры канала связи;
- <F3> - редактирование наименования линии;
- <F8> - смена типа отображения сигналов контроллера;

<Alt>+<F2>	- выбор алгоритма телеуправления контроллеров линии;
<Alt>+<F3>	- выбор алгоритма телерегулирования контроллеров линии;
<Alt>+<F6>	- просмотр каналов удаленного сервиса (mmb);
<Alt>+<F7>	- разрешение/запрещение выдачи сообщений связи текущей линии;
<Alt>+<F8>	- изменение размеров окна сообщений связи текущей линии;
<Ctrl>+<F8>	- удаление контроллера;
<F10>	- выход в предыдущее меню.

Правая область отображает адреса четырех modbus-пространств текущего контроллера, Coils, Discret, Input, Holding.

При входе в режим редактирования параметров контроллера (<Enter>) возможны следующие операции:

<Tab>,	- перемещение по типам MODBUS-сигналов;
<Shift>+<Tab>	
<F2>	- редактирование числа MODBUS-сигналов для опроса (Discret,Input), редактирование числа управлений (Coils,Holding);
<F3>	- установление ссылки на параметр БД параметров для опроса (Discret,Input) или управления (Coils,Holding);
<F4>	- удаление ссылки на параметр Базы Данных параметров;
<F5>	- режим быстрого поиска параметра БД;
<F7>	- связь с БД параметров (редактирование паспорта);
<F8>	- смена типа отображения сигналов контроллера;
<Alt>+<F7>	- разрешение/запрещение выдачи сообщений связи текущей линии;
<Alt>+<F8>	- изменение размеров окна сообщений связи текущей линии;
<Ctrl>+<F8>	- удаление контроллера;
<F10>	- выход на уровень линии.

В настоящий момент развитие DOS версии панели прекращено.

6.3 Панель инженера (WIN32)

Панель инженера в среде WIN32 (SCADA-модуль zond2006) реализована как дочернее окно, окно с деревом структуры интерфейса и терминальное окно протокола.

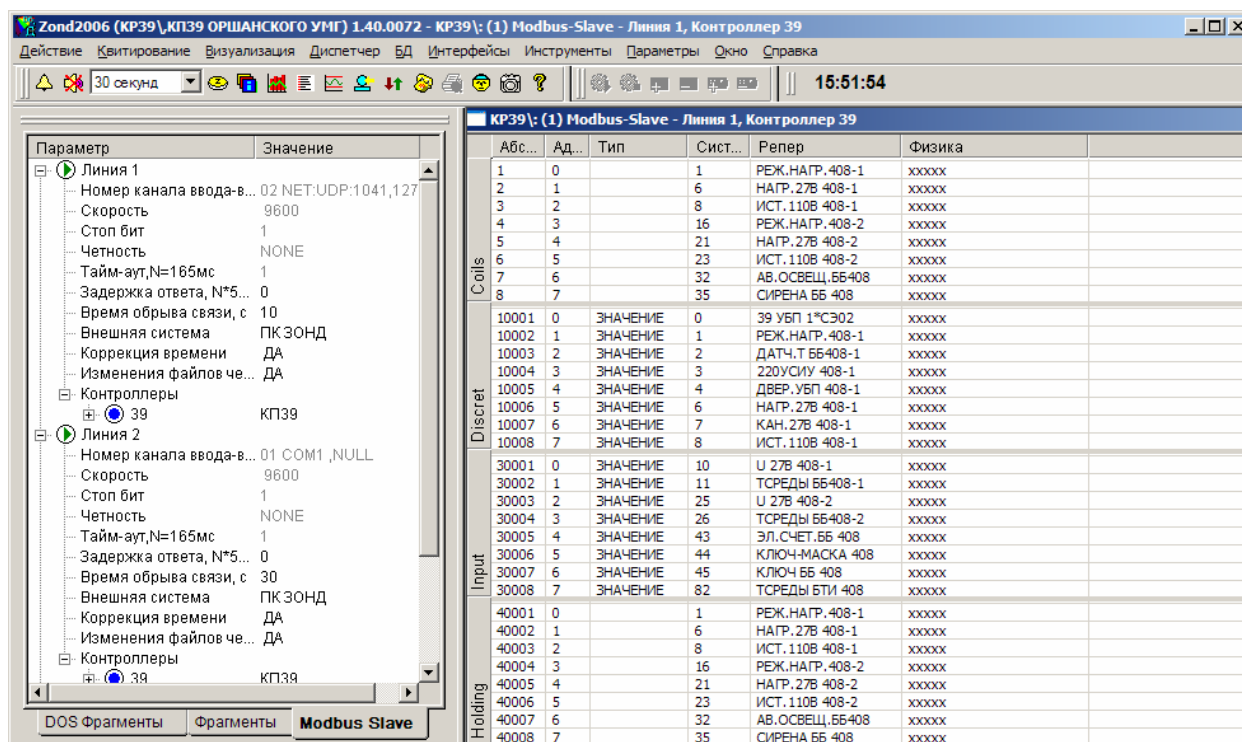


Рис. 6-6. Панель инженера интерфейса modbus-slave (Win32)

Информация по ссылке на параметр БД, соответствующей позиции линия-контроллер-тип-адрес, выводится одновременно.

6.4 Алгоритм Slave-задачи

На каждую линию выделяется slave-задача.

Задача интерфейса modbus-slave может разделять линию (иметь одинаковый номер канала ввода-вывода) с задачей интерфейса УСО modbus loader.

Задача прослушивает линию. При получении корректно оформленного кадра запроса, адресованного к одному из контроллеров линии, она формирует и отправляет ответы на запросы следующих функций modbus:

Команды опроса значений	
02	- опрос значений Discret Inputs;
04, 41, 45, 49	- опрос значений Input Registers в формате Word, Double, Float, BCD соответственно.

Команды управления	
05, 06 (42, 44, 45, 46, 48)	- команды управления и регулирования;
01	- опрос значений Coils (для получения результатов выполнения команд).

Другие команды	
4F	- общеслужебный запрос синхронизации времени (формат tim t);
50	- общеслужебный запрос синхронизации времени (формат GOFO);
51, 52	- управление дополнительным опросом
53	- пересылка пакетов удаленного сервиса.

При недостоверных значениях параметров, отображенных в пространство Discret Input, значение сигнала достоверности формируется согласно Таб. 5-10.

При недостоверных значениях параметров, отображенных в пространство Input Registers, в ответной послыке возвращаются специальные значения (все байты FFh для форматов Word, Double, Float и сброшен соответствующий бит для формата BCD).

При неправильно сформированном запросе (адреса запрашиваемой области выходят за границы сконфигурированных областей), выдаются ошибочные ответы 13, 14.

На приеме могут возникнуть ошибки (Таб. 6-18), при этом приемный буфер стирается, ответа не выдается.

Таб. 6-18. Ошибки приема modbus slave

Код	Название	Происхождение	Возможная причина	Обработка
3	ОШИБКА CRC	Не совпала контрольная сумма запроса	Неисправность/шум в линии связи	1
20	НАЛОЖЕНИЕ ЗАПРОСОВ	В момент послышки ответа на приеме есть данные	У мастера малое время ожидания ответа, буферизация в линии связи (не предусмотрена в modbus вообще)	1

При передаче могут возникнуть ошибки 4, 6-9 (Таб. 5-8).

Об ошибках slave-задача сигнализирует в окно системных ошибок и окно диагностики.

6.5 Реализация алгоритмов управления и регулирования

Интерфейс modbus-slave ПК Зонд поддерживает одну разметку адресов управления и несколько алгоритмов (режимов) управления. На каждый сигнал ТУ/ТР выделяются 8 адресов Coils и 1 адрес Holding, причем действует правило $N_{coil} = N_{holding} * 8$. Начало областей адресов - 0.

При чтении и записи в/из Coils значения имеют различный физический смысл. При чтении значения не зависят от режима ТУ/ТР, при записи - зависят.

В ПК Зонд со стороны интерфейса modbus слэив одновременно доступны два режима ТУ/ТР (приведены в Таб. 6-19).

Таб. 6-19. Режимы управления и регулирования modbus slave

Алгоритм управления	Используется Coils	Используется Holding
“Полный сеанс” (управл и регулир)	8 из 8	1
“Одноступенчатый” (управл и регулир)	1 (0) из 8 (управление)	1 (регулирование)

При алгоритме “Полный сеанс” адреса Coils распределены так, что соответствуют определенной стадии алгоритма управления (регулирования) ПК Зонд (Док. 11).

Таб. 6-20. Распределение coils алгоритма “Полный сеанс” modbus slave

Coil	Стадия	Значения
0	Исполнительная команда	для кранов 0 – открыть, 0xFF00 – закрыть для однобитных – 0 – перевести в сост. 0, 0xFF00 – перевести в сост. 1.
1	Проверка типа параметра	0
2	Проверка уникального номера	0 ; номер запрашивается после командой 41
3	Занесение ФИО инициатора упр	0 ; сначала засылается ФИО командой 42
4	Предварительная команда	для кранов 0 – открыть, 0xFF00 – закрыть

Coil	Стадия	Значения
		для одноконтурных – 0 – перевести в сост. 0, 0xFF00 – перевести в сост. 1.
5	Установление сеанса упр/рег	0 – начать, 0xFF00 – закончить
6	Проверка хода упр/рег/отбой	0 - проверка, 1 - отбой
7	Поддержка цепи управления	*

* команда на Coil 7 не соответствует ни одной стадии. Посылая ее, ПК Зонд поддерживает сеанс управления. В случае управления через цепь ПК Зонд - если такая команда не приходит на узел ПК Зонд дольше, чем значение параметра “таймаут ТУ”, временно построенная цепь сеанса управления разрывается узлом.

При чтении восьмерка Coils содержит данные, представленные в Таб. 6-21.

Таб. 6-21. Данные ответа на запрос 8 Coils в режиме ТУ “Полный сеанс”

Coil	Команда 01h на чтение
0-2	Код ошибки последней команды управления (см. Док. 11)
3-5	Номер узла, в котором произошла ошибка последней команды управления. Зонд, в котором произошла ошибка, ставит значение поля в 1, верхние по иерархии Зонд увеличивают значение на 1.
6-7	Статус последней команды управления (00-good, 01-wait, 10-error, 11-fatal)

При алгоритме “Одноступенчатый” команда, поданная на Coil 0, обрабатывается таким образом, что порождается специальная задача, которая автоматически реализует УСО–независимый алгоритм управления (регулирования), аналогичный производимому человеком (Док. 11). На команды, поданные на другие Coils, формируется ошибочный ответ modbus “Команда не реализована”.

Активной (ОТКРЫТЬ) командой, поданной на Coil 0, может считаться 0xFF00 (АКТИВ=ON) или 0x0000 (АКТИВ=OFF).

Совокупность алгоритмов управления и регулирования, а также код активной команды определяется параметром «Тип ВС» (тип внешней системы) - Таб. 6-22.

Таб. 6-22. Значения параметра “тип ВС” для различных внешних систем

Тип ВС	Внешние системы	Алгоритм ТУ/ТР	Интерпретация ТУ
GOFO	GOFO-2 (Мострансгаз), RTAP (Лентрансгаз, Волгоградтрансгаз)	Одноступенчатый	АКТИВ=ON
СКУЭ	СКУЭ, мини SCADA (УМГ Белтрансгаз)	Одноступенчатый	АКТИВ=OFF
ЗОНД	Зонд	Полный сеанс	АКТИВ=OFF
KONDRAT	Кондратки (Польша)*	ТУ блокируется	-

* Интерфейс modbus slave ПК Зонд может отдавать значения аналоговых по стандартной команде 03 в формате float IEEE STD 754 с последовательностью байт 2-1-4-3 (за исходный порядок принят такой, как они лежат в памяти процессора Intel). Телеуправление блокируется. Этот случай соответствует типу ВС KONDRAT.

6.6 Удаленный сервис Modbus

Если через контроллер modbus slave скоммутирован канал удаленного сервиса, существует возможность выполнения операций удаленного сервиса со стороны ВС.

Из панели инженера возможен просмотр текущей статистики каналов удаленного сервиса.

7. Интерфейс Modbus-forcer

7.1 Структура и параметры интерфейса

Интерфейс modbus-forcer поддерживает до 16 линий, в каждой из которых выступает как устройство master. Засылка значений сигналов во внешние контроллеры происходит через пространства адресов Coils и Holding Registers. Конфигурация интерфейса содержит таблицы соответствия modbus-адресов и параметров БД ПК Зонд (фактически, ссылки на параметры БД).

Распределение адресов можно производить вручную или автоматически (Док. 8).

Если ссылка заполнена, в соответствующей позиции отображаются данные (Таб. 7-23), а под областью сигналов – modbus-адрес, системный номер и репер параметра. В противном случае в позиции отображаются символы ‘-’ (минус).

Таб. 7-23. Типы информации сигналов modbus forcer

Индикатор	Информация
АДРЕСА	Абсолютные modbus-адреса
ЗНАЧЕН	Значения параметров как они будут отданы
РЕПЕРЫ	Реперы параметров БД
КОМАДР	Командные (относительные) modbus-адреса
СИСНОМ	Системные номера параметров БД
ФИЗИКА	Физические значения параметров БД

Алгоритм задачи засылки определяется следующими параметрами:

Номер канала ввода-вывода	- Номер канала ввода-вывода (с 0), сконфигурированного в строке “device=..” в файле resident.cnf (DOS) или “wintty=..” в файле wintty.cnf (WINDOWS);
Скорость, число стоп-бит, четность	- Для сетевого канала значения не важны;
Таймаут опроса (сек)	- Время, в течение которого ожидается очередной, в том числе первый байт ответной посылки;
Пауза между транзакциями (тик=55мс)	- В течение этого времени перед очередной посылкой мастера данные не посылаются в линию;
Размер пакета, байт (1-240 байт)	- Задача засылки значений ведет обмен таким образом, что длина посылок запроса и ответа не превышает значения этого параметра;
Период редкого опроса, сек	- Период между засылкой в два контроллера, переведенных в режим редкого опроса;
Пауза опроса линии, сек	- время бездействия задачи, по окончании опроса всех контроллеров в линии.

По каждому параметру, привязанному к Modbus-адресу, возможна засылка значений нескольких типов аналогично Modbus-slave (Таб. 6-16).

Ссылки в таблицах соответствия могут быть нескольких типов аналогично modbus slave (Таб. 6-16, Таб. 6-17).

Засылка по контроллеру конфигурируется следующими параметрами:

Опрос контроллера	- Разрешает запросы по контроллеру;
Адрес modbus, hex	- Modbus адрес контроллера в линии, шестнадцатеричное число;
Тип контроллера	- Значение параметра определяет проведение дополнительных процедур обработки данных при засылке значений в соответствии с Таб. 7-24.

Засылка по типу (Coils, Holding) определяется следующими параметрами:

Начальный адрес области	- Задаёт начальный адрес области опроса; по адресам подключений параметров БД, входящих в область, формируются запросы;
Размер области Опрос типа	- Задаёт размер области опроса; - Имеется возможность отключить засылки значений для области сигналов определенного типа;
Пропуск (число пропускаемых адресов)	- Для дискретных сигналов определяет допустимое количество адресов, которым не соответствуют параметры БД (так называемая “дырка”), при котором запрос засылки не дробится. Заносятся только те адреса, на которые существуют ссылки в области сигналов. По каждому типу сигналов динамически определяются непрерывные блоки в пространстве modbus-адресов, по которым формируются команды засылки. При нулевом числе пропуска дырка хотя бы в 1 адрес является причиной дробления команды засылки. При пропуске 1 допустимы дырки в 1 адрес и т.д.
Граница достоверности	- Для дискретных сигналов определяет начало области адресов достоверности, по которым делается дополнительная засылка значений достоверности после засылки значений. Считается, что значения достоверности расположены в посылке достоверности зеркально их расположению в посылке значений. Если граница равна 0, засылка значений достоверности не делается. Если область достоверности находится сразу за областью значений (т.е. значение границы равно первому числу, кратному 8, следующему за значением размера области значений), и значение числа пропуска не меньше 8, то область значений и достоверности будет рассматриваться как непрерывная. По ней будет сделана одна засылка.
Формат	- Для аналоговых сигналов определяет формат данных засылки (Word, Double, Float). Это ориентирует задачу на использование определенного подмножества команд.

7.2 Панель инженера (DOS)

На Рис. 7-7 приведена видеограмма панели инженера modbus forcer ПК Зонд. В левой части экрана отображаются параметры линии: контроллеры, параметры интерфейсной линии и параметры опроса. Индикатор текущей линии - квадрат в левом верхнем углу. Рабочему состоянию задачи опроса линии соответствует зеленый цвет квадрата, нерабочему - красный. Перемещение по контроллерам - традиционными клавишами перемещения курсора.



Рис. 7-7 Панель инженера Modbus-Forcer

В этом режиме доступны:

- | | |
|--|---|
| <Page Up>/<Page Down> | - смена линии; |
| <Стрелки>,<Page Up>/<Page Down>,<Home>,<End> | - перемещение по контроллерам линии; |
| <Ins>/ | - запустить/остановить передачу в линию; |
| <+>,<->,<Tab> | - вкл./выкл. передачи в контроллер; |
| <Enter> | - перейти к сигналам контроллера; |
| <F2> | - установить параметры канала связи; |
| <F4> | - просмотр MODBUS-адресов контроллеров, при этом: |
| <F5> | - возможно изменение MODBUS-адресов; |
| <F8> | - смена типа отображения сигналов контроллера; |
| <Alt>+<F7> | - разрешение/запрещение выдачи сообщений связи текущей линии; |
| <Alt>+<F8> | - изменение размеров окна сообщений связи текущей линии; |
| <Ctrl>+<F8> | - удаление контроллера; |
| <F10> | - выход в предыдущее меню. |

Правая область отображает адреса modbus-пространств текущего контроллера, Coils и Holding. Размеры областей опроса задается каждый своим параметром “начальный адрес” и “число сигналов опроса” с уровня контроллера.

При входе в режим редактирования параметров контроллера (<Enter>) возможны следующие операции:

- | | |
|-------------------|---|
| <Tab>,<Ctrl>+<F8> | - перемещение по типам MODBUS-сигналов; |
|-------------------|---|

<Shift>+<Tab>

<F2>

- редактирование числа MODBUS-сигналов;

<F3>

- установление ссылки на параметр БД;

<F4>

- удаление ссылки на параметр;

<F5>

- режим быстрого поиска параметра БД;

<F7>

- связь с Базой Данных параметров;

<F8>

- смена типа отображения сигналов контроллера;

<Alt>+<F2>

- вкл./выкл. опроса для типа MODBUS-сигналов;

<Alt>+<F3>

- разрешение/запрещение передачи недостоверных;

<Alt>+<F4>

- ввод значения границы запроса достоверности (Coils),
0 - не делать дополнительной передачи достоверности;

<Alt>+<F5>

- редактирование типа аналоговых сигналов при опросе (Holding);

<Alt>+<F6>

- ред. фактора пропуска (допустимого размера дырки);

<Alt>+<F7>

- разрешение/Запрещение выдачи сообщений связи текущей линии;

<Alt>+<F8>

- изменение размеров окна выдачи сообщений связи текущей линии;

<F10>

- выход на уровень линии.

В настоящий момент развитие DOS версии панели прекращено.

7.3 Панель инженера (WIN32)

Панель инженера в среде WIN32 (SCADA-модуль zond2006) реализована как дочернее окно, окно с деревом структуры интерфейса и терминальное окно протокола.

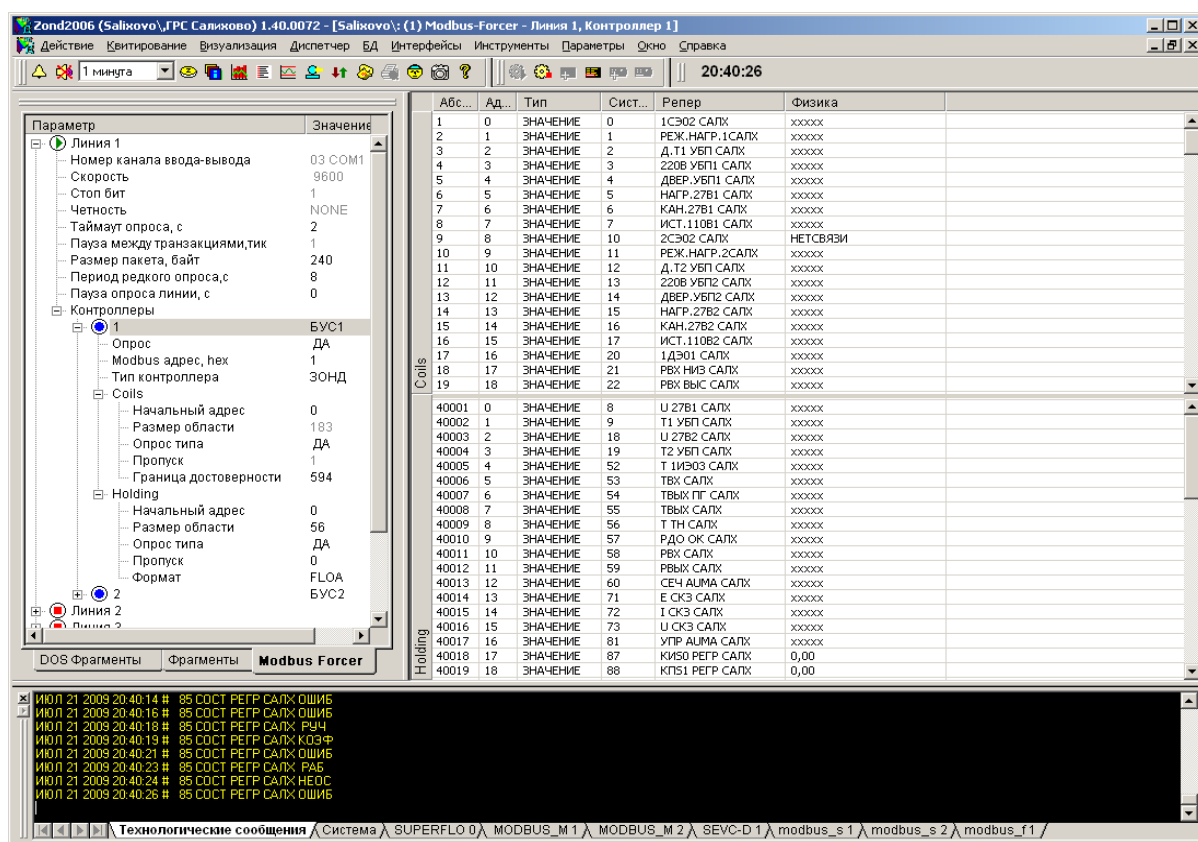


Рис. 7-8. Панель инженера интерфейса modbus-forcer (Win32)

Информация по ссылке на параметр БД, соответствующей позиции линия-контроллер-тип-адрес, выводится одновременно.

7.4 Алгоритм Slave-задачи

На каждую линию выделяется slave-задача (задача засылки значений).

Задача интерфейса modbus forcer может разделять линию (иметь одинаковый номер канала ввода-вывода) с задачей интерфейса УСО modbus мастер.

Задача использует следующие команды засылки значений:

0F	- засылка значений Coils;
10,43,47,4A	- засылка значений Holding Registers в формате Word, Double, Float, BCD соответственно.

Засылка значений происходит с временным тактом, косвенно задаваемым пользователем через значение паузы засылки линии.

При недостоверных значениях параметров, отображенных в пространство Coils, значение сигнала достоверности формируется согласно Таб. 5-10.

При недостоверных значениях параметров, отображенных в пространство Holding Registers, в ответной посылке возвращаются специальные значения (все байты FFh для форматов Word, Double, Float и сброшен соответствующий бит для формата BCD).

Алгоритм задачи опроса представляет собой замкнутый цикл из транзакций (запрос-ответ) по опросу контроллеров линии. Внутри процедуры засылки в контроллер формируются команды по областям сигналов каждого типа, которые могут дробиться из-за адресных дырок или ограничений по длине запроса. Просмотр времени засылки всех линий modbus_f, а также времени опроса отдельных контроллеров текущей линии возможен из панели инженера (<Alt>+<F9>).

Транзакции могут заканчиваться с ошибками, о чем задача сигнализирует записью сообщения в протокол системных ошибок и в окно панели инженера. Сведения об ошибках приведены в Таб. 1-3.

7.5 Особенности реализации интерфейса modbus forcer для различных внешних систем

Исторически в Зонд принят принцип выбора совокупности алгоритмических приемов для поддержки конкретной реализации оборудования выбором значения параметра «Тип контроллера» (Таб. 7-24).

Таб. 7-24. Тип контроллера modbus forcer

Тип	Система	Особенности	Типы параметров
ЗОНД	ПК Зонд	Возможна засылка аналоговых в форматах Word, Float и Double (расширенные команды). Возможна засылка достоверности дискретных	Аналоговый, Дискретный, 8-позиц, Дата-время, Счетчик времени, Счетчик импульсов, Таймер внешний, Счетчик внешний, Удаленный Зонд
НИИС	Мнемощит НИИС (Воскресенское УМГ, Мострансгаз)	Выдача информации значений и достоверности дискретных в терминах “зажигать” / “не зажигать” ЖКИ-элемент. Для аналоговых значений	Аналоговый, Дискретный

Тип	Система	Особенности	Типы параметров
		достоверность передается специальным значением - Таб. 7-25	

Таб. 7-25. Кодировка значений дискретных для контроллера типа НИИС

Тип параметра	Значение	Достоверность	Значение НИИС
Дискретный	0 / 1	+	0 / 1
		-	0 / 0
Дискретный (двубитный)	00 / 01 / 10 / 11	+	11 / 10 / 01 / 00
		-	00 / 00 / 00 / 00

8. Интерфейс Modbus-loader

8.1 Структура и параметры интерфейса

Интерфейс modbus-loader поддерживает до 8 линий, в каждой из которых выступает как устройство slave.

Прием значений сигналов контроллеров может происходить через пространства адресов Coils и Holding Registers.

Если в БД существует параметр УСО modbus_l, значения раздела “подключение” паспорта которого соответствуют позиции линия-контроллер-тип-адрес, в позиции отображаются данные (Таб. 8-26).

Таб. 8-26. Типы информации отображения сигналов modbus loader

Индикатор	Информация
АДРЕСА	Абсолютные modbus-адреса
ЗНАЧЕН	Первичные значения параметров (до шкалирования)
РЕПЕРЫ	Реперы параметров БД
КОМАДР	Командные (относительные) modbus-адреса
СИСНОМ	Системные номера параметров БД
ФИЗИКА	Физические значения параметров БД

Алгоритм задачи опроса определяется следующими параметрами:

Номер канала ввода-вывода	- Номер канала ввода-вывода (с 0), сконфигурированного в строке “device=..” в файле resident.cnf (DOS) или “wintty=..” в файле wintty.cnf (WINDOWS);
Скорость, число стоп-бит, четность	- Параметры связи по последовательному каналу. Для сетевого канала значения не важны;
Задержка ответа опроса (мс)	- Время в миллисекундах, на которое ответная посылка будет умышленно задержана;
Тип внешней системы	- Тип внешней системы (см. раздел 8.6);
Время устаревания данных (с)	- Время, участвующее в формировании значений параметров УСО “Диагностика” “Связь с линией modbus_l” и “Связь с контроллером modbus_l” (Док. 7). Если время, прошедшее со времени последнего запроса к линии (контроллеру), превысило значение параметра, считается, что связь потеряна (значения параметров 0, данные контроллера недостоверны).

Опрос контроллера определяется следующими параметрами:

Опрос	- ДА разрешить опрос контроллера;
Адрес modbus, hex	- Modbus адрес контроллера в линии

Опрос типа (Coils, Holding) определяется следующими параметрами:

Размер области	- Задают область опроса (с адреса 0);
Граница области достоверности	- Для дискретных сигналов определяет начало области адресов достоверности. Считается, что значения достоверности расположены в области Discret, начиная с границы, зеркально их

**Время устаревания
данных (с)**
Формат данных

расположению в области значений. Если область достоверности находится сразу за областью значений (т.е. значение границы равно первому числу, кратному 8, следующему за значением размера области значений), то при засылке значений в область адресов, включающей одновременно адреса значений и достоверности, значения будут корректно транслированы в БД; Время в секундах, по истечении которого в случае не получения новых данных, данные становятся недостоверными.
- Для аналоговых сигналов определяет формат данных засылки (Word, Double, Float). Это ориентирует задачу на использование определенного подмножества команд.

8.2 Панель инженера (DOS)

На Рис. 8-9 приведена видеограмма панели инженера modbus-loader ПК Зонд. В левой части экрана отображаются параметры линии: контроллеры, параметры интерфейсной линии и параметры опроса. Индикатор текущей линии - квадрат в левом верхнем углу. Рабочему состоянию задачи линии соответствует зеленый цвет квадрата, нерабочему - красный. Перемещение по контроллерам - традиционными клавишами перемещения курсора.



Рис. 8-9 Панель инженера Modbus-Loader

В этом режиме доступны:

<Page Up>/<Page Down> - смена линии;
<Стрелки>, - перемещение по контроллерам линии;
<Page Up>/<Page Down>,
<Home>, <End>

<Ins>/	- запустить/остановить передачу в линию;
<+>, <->, <Tab>	- вкл./выкл. передачи в контроллер;
<Enter>	- перейти к сигналам контроллера;
<F2>	- установить параметры канала связи;
<F4>	- просмотр MODBUS-адресов контроллеров, при этом:
<F5>	- возможно изменение MODBUS-адресов;
<F8>	- смена типа отображения сигналов контроллера;
<Alt>+<F7>	- разрешение/запрещение выдачи сообщений связи текущей линии;
<Alt>+<F8>	- изменение размеров окна сообщений связи текущей линии;
<Ctrl>+<F8>	- удаление контроллера;
<F10>	- выход в предыдущее меню.

Правая область отображает адреса четырех modbus-пространств текущего контроллера, Coils, Discret, Input, Holding.

Под областью сигналов также отображается период команд синхронизации времени.

При входе в режим редактирования параметров контроллера (<Enter>) возможны следующие операции:

<Tab>, <Shift>+<Tab>	- перемещение по типам MODBUS-сигналов;
<F2>	- редактирование числа MODBUS-сигналов;
<F5>	- режим быстрого поиска параметра БД;
<F7>	- связь с Базой Данных параметров;
<F8>	- смена типа отображения сигналов контроллера;
<Alt>+<F4>	- ввод значения границы запроса достоверности (Coils), 0 - не делать дополнительной передачи достоверности;
<Alt>+<F5>	- редактирование типа аналоговых сигналов при опросе (Holding);
<Alt>+<F7>	- разрешение/Запрещение выдачи сообщений связи текущей линии;
<Alt>+<F8>	- изменение размеров окна выдачи сообщений связи текущей линии;
<F10>	- выход на уровень линии;

Если в БД существует параметр YCO modbus_1, значения раздела “подключение” паспорта которого соответствуют позиции, в ней отображаются данные, а под областью сигналов – modbus-адрес, системный номер и репер параметра. В противном случае в позиции отображаются символы ‘-’ (минус).

В настоящий момент развитие панели прекращено.

8.3 Панель инженера (WIN32)

Панель инженера в среде WIN32 (SCADA-модуль zond2006) реализована как дочернее окно, окно с деревом структуры интерфейса и терминальное окно протокола.

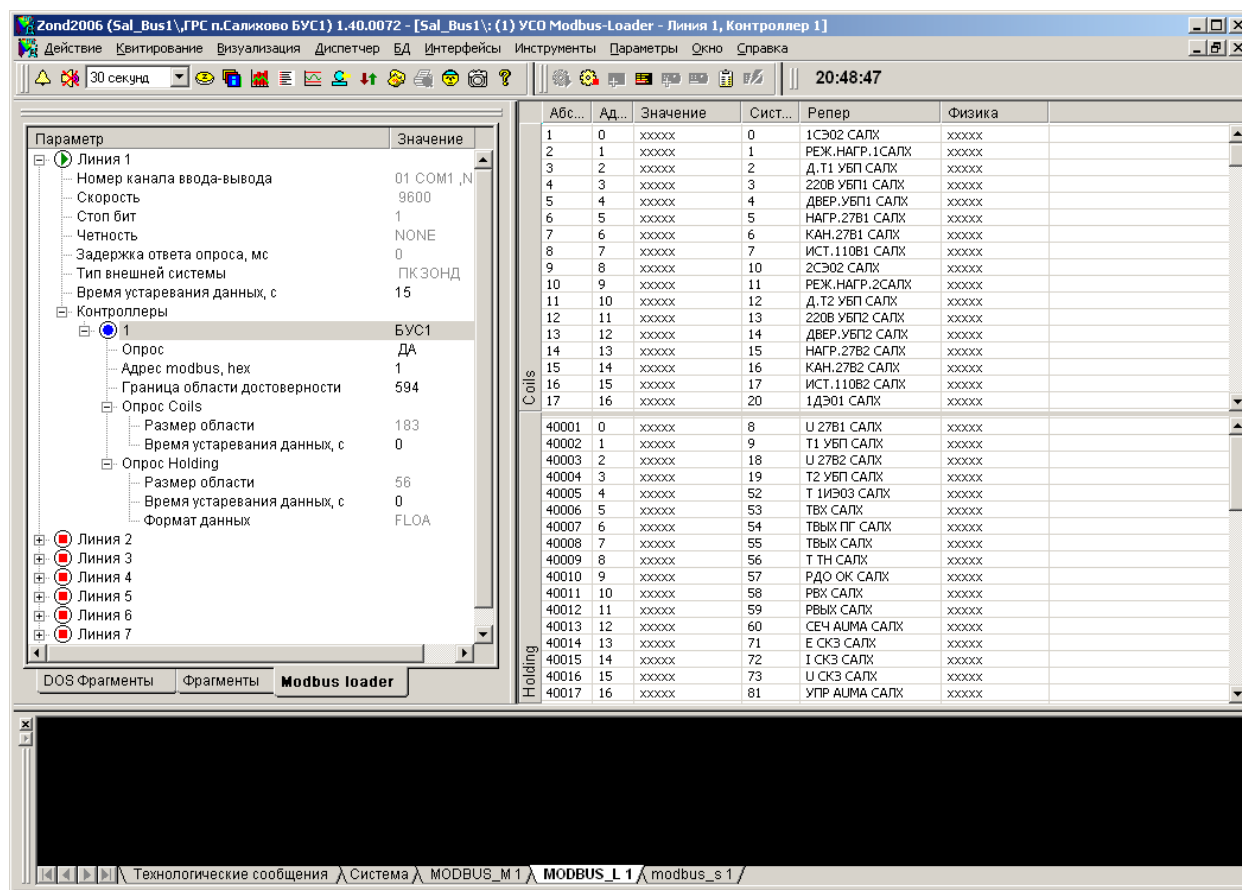


Рис. 8-10. Панель инженера интерфейса modbus-loader (Win32)

Информация по ссылке на параметр БД, соответствующей позиции линия-контроллер-тип-адрес, выводится одновременно.

8.4 Алгоритм задачи опроса

На каждую линию выделяется задача опроса.

Задача интерфейса modbus-loader может разделять линию (иметь одинаковый номер канала ввода-вывода) с задачей интерфейса modbus slave.

Задача воспринимает пришедшие из канала ввода-вывода следующие команды задания значений:

- 0F - задание значений Coils;
- 10,43,47 - задание значений Holding Registers в формате Word, Double, Float соответственно;

При неправильно сформированном запросе (адреса запрашиваемой области выходят за границы сконфигурированных областей), выдаются ошибочные ответы 13, 14.

На приеме могут возникнуть ошибки 1-3, 5 (Таб. 1-3), при этом выдается сообщение в окно ошибок. При передаче могут возникнуть ошибки 4, 6-9 (Таб. 1-3).

Об ошибках задача опроса сигнализирует в окно системных ошибок и окно диагностики.

8.5 Паспорт параметра УСО Modbus loader

Создание паспортов и описание параметров УСО modbus loader в БД ПК Зонд производится в соответствии с документом Док. 1. Установка значений в разделе “подключения” паспорта параметра БД ПК “ЗОНД” означает задание соответствия этого параметра БД конкретным сигналам (опроса, достоверности) конкретного контроллера конфигурации modbus loader.

Заполняются следующие поля раздела “подключение”:

N линии – номер линии УСО modbus loader (1-16);

N контроллера – номер контроллера modbus loader (1-254);

Modbus-тип – тип сигнала опроса (Discret, Input);

Modbus-адрес – адрес сигнала опроса (0,...);

Дополнительный фактор (ДФ) – поле, значение которого указывает, каким образом используются три поля дополнительной ссылки на сигнал в пределах контроллера:

ДФ = <Д=ОПРОС> - достоверность параметра определяется по удачному опросу, тогда значение полей дополнительной ссылки не играет роли, и в них автоматически заносится:

<i>Modbus-тип ссылки</i>	НЕТ
<i>Modbus-адрес ссылки</i>	НЕТ
<i>Нормальное/достоверное значение</i>	НЕТ

ДФ = <Д=ССЫЛ> - достоверность параметра определяется по значению ссылки (применяется для опроса сигналов достоверности дискретных сигналов совместно с установкой значения границы области достоверности в конфигурации modbus_m), тогда:

<i>Modbus-тип ссылки</i>	Modbus-тип сигнала достоверности (Coil, Discret)
<i>Modbus-адрес ссылки</i>	Modbus-адрес сигнала достоверности (0,...)*.
<i>Нормальное/достоверное значение</i>	Значение, при котором значение параметра достоверно**

ДФ = <Д=ЗНАЧ> - достоверность параметра определяется по значению (используется для определения достоверности сигналов, опрашиваемых через пространства Input и Holding). Недостоверным в этом случае считается значение “все F” (0xFFFF – при опросе в формате Word, 0xFFFFFFFF – при опросе в формате Float, 0xFFFFFFFFFFFFFFFF – при опросе в формате Double). Если в случае опроса в формате Float и Double значения с таким представлением просто не существует, то в случае опроса в формате Word и значении поля “код АЦП” “нет” для единственного значения 0xFFFF (допустимого) нельзя корректно передать и значения и достоверность. Это недостаток данной реализации modbus-технологии.

<i>Modbus-тип ссылки</i>	НЕТ
<i>Modbus-адрес ссылки</i>	НЕТ
<i>Нормальное/достоверное значение</i>	НЕТ

Код АЦП – Поле существует только в паспорте аналоговых параметров. Если значение этого поля “Да”, то значение при передаче в БД ПК Зонд приводится к виду 12-разрядного АЦП. При значении “Нет” значение передается в БД как целое беззнаковое число. Играет роль только при передаче в формате Word.

* При установке этого поля в состояние “AUTO”, Modbus-адрес сигнала достоверности будет рассчитываться исходя из правила “значение границы равно первому числу, кратному 8,

большему или равному размеру области значений” указанного типа в конфигурации modbus_m.

** Значение определяется по Таб. 5-10.

8.6 Особенности реализации интерфейса modbus loader для различных внешних систем

Различия в реализации modbus внешними системами проявляются в следующих вопросах:

- * Формат аналоговых значений, отличный от Word, передаваемых стандартными функциями 10h, порядок байт при передаче по линии
- * Формат кода Word (какой код соответствует 0% и 100% физической величины), также могут быть особые форматы кода
- * Реализация в модуле микрозонд

Исторически в Зонд принят принцип выбора совокупности алгоритмических приемов для поддержки конкретной реализации оборудования выбором значения параметра «Тип ВС» (внешней системы). Иногда также требуется определенным образом заполнить паспорта параметров.

Настройка раздела «подключение паспорта», описанная в Док. 1, может производиться утилитами (Док. 3) и конфигуратором Base (Док. 8).

Особенности настройки Зонд для различных modbus-систем приведены в Таб. 8-27.

Для описания последовательности передачи байт в линии значений аналоговых используется нумерация байт (1-2-3-4) по порядку их расположения в памяти процессора Intel.

Таб. 8-27. Особенности реализации modbus loader для различных ВС

ПК «Зонд»				
Возможные типы параметров: Аналоговый, дискретный				
Тип ВС.	Формат приема аналоговых значений	Порядок передачи аналоговых значений в линии	доп. фактор в паспорте	АЦП в паспорте
ЗОНД *	Возможен прием данных в формате WORD, FLOA или DOUB (в FLOA и DOUB используются пользовательские команды (см. раздел 8.4))	word – 2-1 float – 1-2-3-4 double – 1-2-3-4-5-6-7-8	У дискретных Д=ССЫЛ, у аналоговых Д=ЗНАЧ, недостоверность аналоговых доставляется как значение “все биты 1” (проставляется конфигуратором Base (Док. 8))	Для формата WORD ДА для кодов (0-4095), НЕТ для целых. Для форматов FLOA или DOUB ДА (проставляется конфигуратором Base)

Контроллеры Yokogawa (фирма «Yokogawa», Япония)				
Возможные типы параметров: Аналоговый, дискретный				
Тип ВС.	Формат приема аналоговых значений	Порядок передачи аналоговых значений в линии	доп. фактор в паспорте	АЦП в паспорте
YOKO*	WORD (10h)	double – 8-7-6-5-4-3-2-1	Д=ОПРОС	НЕТ

Контроллеры Siemens (фирма «Siemens», Германия)				
Возможные типы параметров: Аналоговый, дискретный				
Тип ВС.	Формат приема аналоговых	Порядок передачи аналоговых значений в линии	доп.фактор в паспорте	АЦП в паспорте
SEAM*	WORD (10h)	float – 4-3-2-1	Д=ОПРОС	НЕТ

9. Особенности подключения внешних устройств

Внешние modbus-контроллеры (устройства) могут иметь жесткую документированную разбивку адресов или могут подразумевать отдельную процедуру настройки, сопоставления внутренних данных и адресов. В разделе описаны такие процедуры.

9.1 FLOBOSS 504

Электронный вычислитель расхода FloBoss 504 обеспечивает измерение расхода (турбинный способ) в одном трубопроводе посредством измерения импульсных отсчетов, статического давления и температуры.

FloBoss 504 рассчитывает расход газа по объему и по энергии. FloBoss поддерживает удаленный текущий контроль, измерение, архивирование данных, коммуникацию и управление.

В основной версии комплектации устройство FloBoss 504 имеет:

- * сенсор для турбинных измерений;
- * порт операторского интерфейса (LOI);
- * порт связи с главным компьютером (хостом)
- * программа конфигурации ROCLINK;

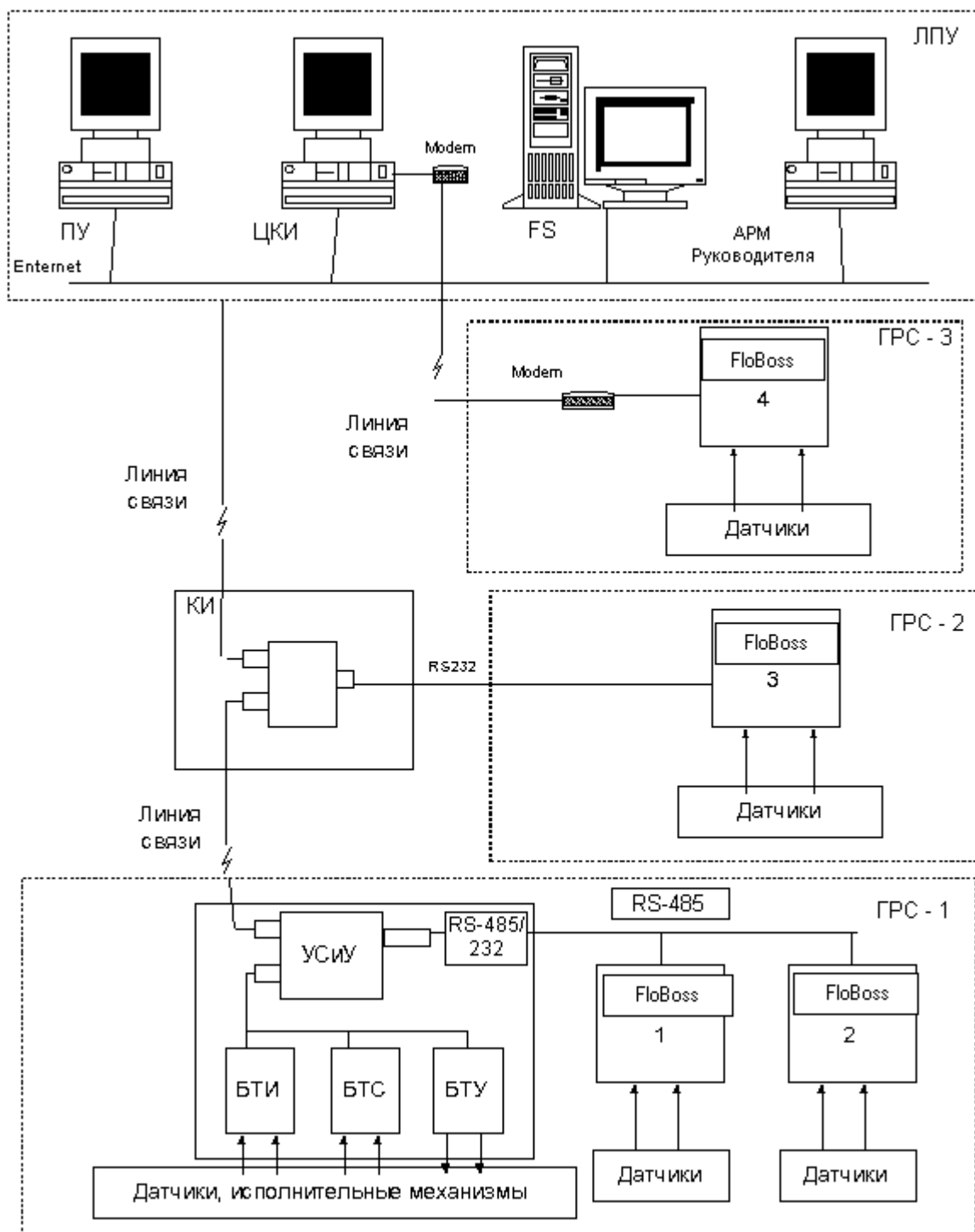


Рис. 9-11. Способы подключения FLOBOSS 504 к СЛТМ «Магистраль-2»

Наличие порта RS-232 или RS-485 у FloBoss 504 позволяет подключить его к узлам СЛТМ (КП, центральному концентратору или пункту управления), используя стандартные порты COM1, ... COM4. Для увеличения дальности связи можно применить модемы, позволяющие автоматически держать соединение по выделенным каналам связи. Также последовательный порт позволяет подключать FloBoss 504 и к процессорным модулям концентраторов информации (КИ) и контролируемых пунктов (КП) СЛТМ.

При использовании интерфейса RS-232 на один порт может быть подключен один вычислитель. При использовании RS-485 возможно подключение нескольких вычислителей FloBoss 504.

Для подключения нужно произвести в панели инженера ПК Зонд следующие действия:
Установить:

- * Modbus адрес контроллера (обычно устанавливается равным 1);
- * номер канала связи (из списка сконфигурированных в многозадачном ядре);
- * параметры канала связи:
 - скорость 9600 бод (максимальная скорость для вычислителей FloBoss 504 19200 бод);
 - четность NONE;
 - число стоп-битов 1;
 - тип контроллера FLOB.

Настройки коммуникационного канала должны совпадать с соответствующими настройками FloBoss 504.

В адресном пространстве Holding registers резервируются места под параметры вычислителя. Формат обмена данными Float (FLOA).

Для настройки протокола MODBUS RTU FloBoss 504 используется конфигурационное программное обеспечение ROCLINK. Используется порт операторского интерфейса (LOI), который расположен на дне корпуса слева. Он обеспечивает прямую местную связь между FloBoss и персональным компьютером по кабелю операторского интерфейса.

После запуска конфигурационной программы требуется ввести идентификационный номер и пароль. Если программа успешно загрузилась и появилось меню File, то для настройки связи с устройством требуется раскрыть меню и выбрать ROC Directory в списке файлов выбрать COMM.DIR затем в раскрывшейся панели, в списке Comm List выбрать ROC LOI Default. Скорость передачи данных выбрать 9600, COM порт PC выбрать тот, к которому подключен кабель связи. Нажать <F8> для сохранения. Кнопка Connect запустит установку связи.

Если связь была установлена, изменяется главное меню и в информационной строке (внизу) отображается номер COM порта.

В меню Meter выбрать Select Meter Type. В этом пункте выбирается стандарт измерения расхода. В выведенном списке необходимо отметить FloBoss 504. Измерения расхода газа будут производиться с использованием турбинного счетчика согласно стандартам API, AGA, и ISO (Док. 14). Требуется сохранить сделанные установки (<F8>).

В меню THE DATA пункт MODBUS подпункт MODBUS CONFIGURATION конфигурируется Modbus протокол. В выбранной панели устанавливаются параметры. Modbus Type метка устанавливается на строчке RTU. Byte Order метка устанавливается на строчке последний байт первым (Least Significant Byte First). Требуется сохранить установки (<F8>).

В меню THE DATA пункт MODBUS подпункт MODBUS REGISTERS заводятся параметры, которые требуется рассчитать и передать на верхний уровень. Выбирается номер функции. Для каждой функции существует только свой набор типов параметров, а каждому типу соответствует свой набор параметров. MODBUS функции и MODBUS типы описаны в документе Док. 14.

Рекомендуются следующий набор параметров:

№ функции	modbus тип	modbus адрес	название парам.
3	Output Registers (Holding)	0 addr(число пар 1)	Расход за час (кМ ³ /ч)

			Flow/Hour
3	Output Registers (Holding)	1 addr(число пар 1)	Расход за день (кМ³/д) Flow/Day
3	Output Registers (Holding)	2 addr(число пар 1)	Температура (С°) Temperature
3	Output Registers (Holding)	3 addr(число пар 1)	Атмосферное давление (кПа)
3	Output Registers (Holding)	4 addr(число пар 1)	CO ₂
3	Output Registers (Holding)	5 addr(число пар 1)	N ²

9.2 Хроматограф “Бакс”

Хроматограф управляется программой "Анализатор", предназначенной для проведения качественного и количественного анализа компонентов газовой смеси. Программа AnModbus взаимодействует с программой "Анализатор" как с сервером OLE Автоматизации, реализуя доступ к ее данным по протоколу modbus. Обе программы являются приложениями Windows.

Ключевыми понятиями программы "Анализатор" являются методика и анализ. Методика задает условия и правила измерений, анализ соответствует одному измерению. AnModbus занимает COM порт для обмена по modbus, а также позволяет сопоставить данные методики и анализов командам и адресам modbus. Данные методики видны как древовидная структура (Рис. 9-12).

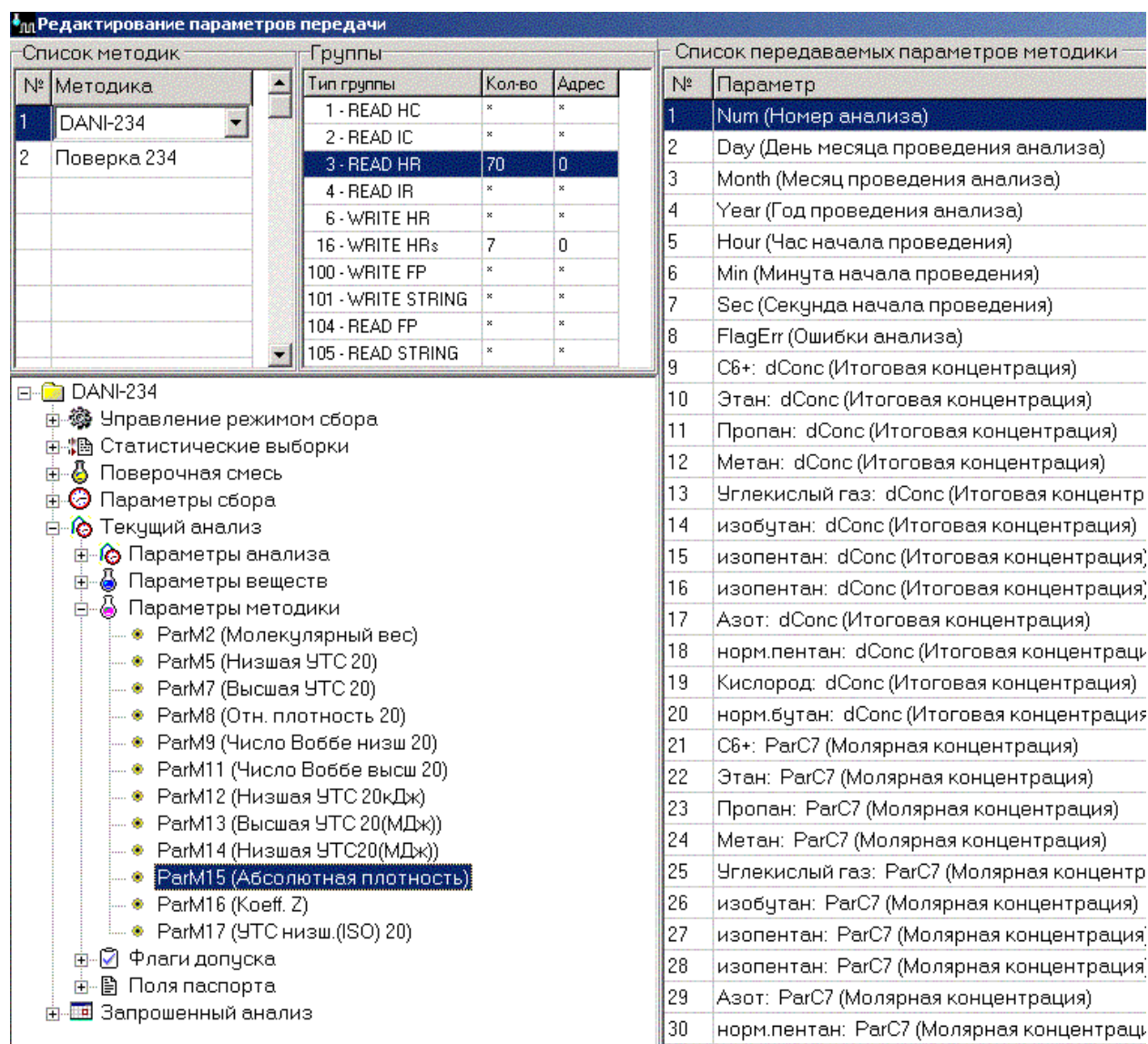


Рис. 9-12. Формирование адресного пространства modbus в программе AnModbus

Для настройки передачи данных текущего анализа в ПК Зонд нужно проделать следующее:

- 1). В программе AnModbus выбрать методику, команду 03 (Read HR) или 04 (Read IR) и добавить данные из дерева методики;
- 2). Экспортировать в Excel разбивку адресов (Рис. 9-13), размеры данных будут учтены в отступах адресов. Настроить вручную адреса опроса в подключениях параметров БД Зонд
- 3). В контроллере поставить Пропуск=1, тип = ДКД (в паспорте АЦП=ДА для данных float, НЕТ – для целых, в AnModbus порядок байт 2-1-4-3) или МОТО (в паспорте АЦП=ДА для данных float, НЕТ – для целых, в AnModbus порядок байт 4-3-2-1)

	А	Наименование	Тип
1		Методика:	DANI-234
2			
3		Код функции:	3
4			
5	Адрес	Наименование	Тип
6	0	Num (Номер анализа)	Параметры текущего анализа
7	1	Day (День месяца проведения анализа)	Параметры текущего анализа
8	2	Month (Месяц проведения анализа)	Параметры текущего анализа
9	3	Year (Год проведения анализа)	Параметры текущего анализа
10	4	Hour (Час начала проведения)	Параметры текущего анализа
11	5	Min (Минута начала проведения)	Параметры текущего анализа
12	6	Sec (Секунда начала проведения)	Параметры текущего анализа
13	7	FlagErr (Ошибки анализа)	Параметры текущего анализа
14	8	dConc (Итоговая концентрация)	C6+
15	10	dConc (Итоговая концентрация)	Этан
16	12	dConc (Итоговая концентрация)	Пропан
17	14	dConc (Итоговая концентрация)	Метан
18	16	dConc (Итоговая концентрация)	Углекислый газ
19	18	dConc (Итоговая концентрация)	изобутан
20	20	dConc (Итоговая концентрация)	изопентан
21	22		
22	24	dConc (Итоговая концентрация)	Азот
23	26	dConc (Итоговая концентрация)	норм.пентан

Рис. 9-13. Список адресов AnModbus

Данные ветви “запрошенный анализ” при штатном алгоритме опроса будут всегда равны нулю. Для получения архивных данных алгоритм нужно усовершенствовать.

9.3 WOIS

Система агрегатной автоматики CCC Series-4 имеет информационно-управляющую систему WOIS, работающую в Windows95. Проект WOIS содержит все нужные файлы в рабочей директории.

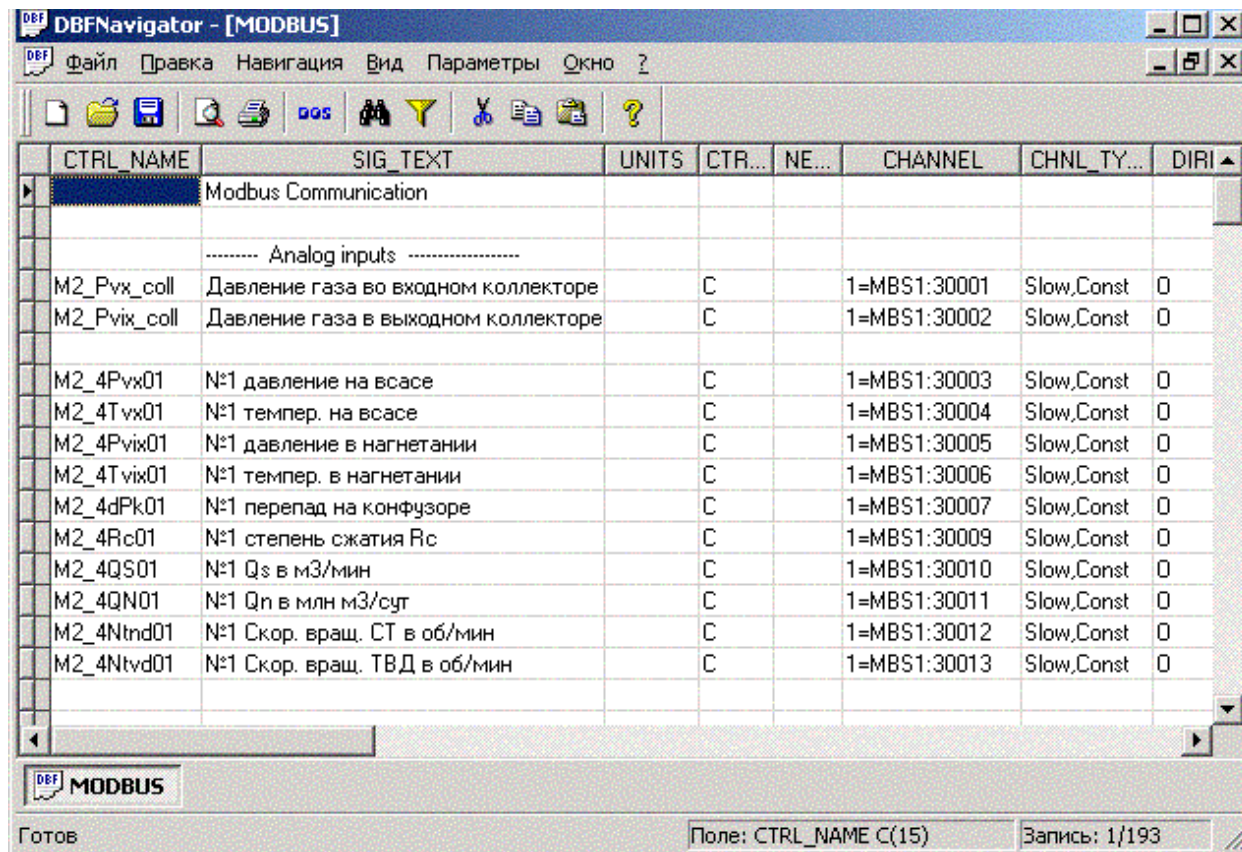
Конфигурация системы определяется файлом wois.ini. За передачу данных во внешние системы по modbus отвечает программа mb.exe.

Для передачи данных в ПК Зонд нужно:

- 1). Запустить mb.exe (wois.ini, раздел [CPU_RUNAPP], добавить “RunAppX=MB”); Настроить порт для modbus (wois.ini, раздел [MODBUS], Ch1=COM1,9600,1,8,0), другие ссылки на COM1 закомментировать
- 2). Сформировать файл промежуточных переменных x.ff, прописать его в файл force.lst. Файл x.ff формирует дополнительные переменные WOIS на основе существующих внутренних, при этом имя внутренних можно видеть в dbf файлах WOIS (по комментариям). При этом шкалы приводятся к виду 0-4095. Дискретные просто присваиваются. Файл состоит только из присваиваний, как-то:

$A_4Pvx02=as2Ps$
 $A_4Tvx02=as2Ts$
 $A_4DPk02=as2dPo_used$
 ...
 $M2_4Pvx02=(A_4Pvx02-0)*4095/(100-0)$
 $M2_4Tvx02=(A_4Tvx02-(-50))*4095/(150-(-50))$
 $M2_4dPk02=A_4DPk02*4095/(0.4-0)$

- 3). Сформировать файл modbus.dbf по аналогии с другими dbf, где сопоставить адресам modbus переменные из х.ff (Рис. 9-14), прописать его в wois.ini (раздел [DATABASES], DBxx=modbus.dbf)



CTRL_NAME	SIG_TEXT	UNITS	CTR...	NE...	CHANNEL	CHNL_TY...	DIRI
Modbus Communication							
----- Analog inputs -----							
M2_Pvx_coll	Давление газа во входном коллекторе	C			1=MBS1:30001	Slow,Const	0
M2_Pvix_coll	Давление газа в выходном коллекторе	C			1=MBS1:30002	Slow,Const	0
M2_4Pvx01	N°1 давление на всасе	C			1=MBS1:30003	Slow,Const	0
M2_4Tvx01	N°1 темпер. на всасе	C			1=MBS1:30004	Slow,Const	0
M2_4Pvix01	N°1 давление в нагнетании	C			1=MBS1:30005	Slow,Const	0
M2_4Tvix01	N°1 темпер. в нагнетании	C			1=MBS1:30006	Slow,Const	0
M2_4dPk01	N°1 перепад на конфузоре	C			1=MBS1:30007	Slow,Const	0
M2_4Rc01	N°1 степень сжатия Rc	C			1=MBS1:30009	Slow,Const	0
M2_4QS01	N°1 Qs в м3/мин	C			1=MBS1:30010	Slow,Const	0
M2_4QN01	N°1 Qn в млн м3/сут	C			1=MBS1:30011	Slow,Const	0
M2_4Ntnd01	N°1 Скор. вращ. СТ в об/мин	C			1=MBS1:30012	Slow,Const	0
M2_4Ntvd01	N°1 Скор. вращ. ТВД в об/мин	C			1=MBS1:30013	Slow,Const	0

Готов Поле: CTRL_NAME C(15) Запись: 1/193

Рис. 9-14. Файл modbus.dbf

10. Список используемых документов

Док. 1. Комплекс Программ “Зонд”. Описание применения. (44000003)

Док. 2. Комплекс программ “ЗОНД”. Встраиваемое программное обеспечение “МикроЗонд”. (44000007)

Док. 3. Комплекс программ “ЗОНД”. Утилиты. (44000011)

Док. 4. Комплекс программ “ЗОНД”. Система линейной телемеханики “Магистраль-2” Руководство по параметризации. (44000009)

Док. 5. Комплекс программ “ЗОНД”. Реализация службы удаленного сервиса. (44000071)

Док. 6. Комплекс программ “ЗОНД”. Встроенный файловый менеджер “Диск сервис”. (44000091)

Док. 7. Комплекс программ “ЗОНД”. Типы параметров УСО “Диагностика”. (44000031)

Док. 8. Комплекс программ “ЗОНД”. Программа "Конфигуратор”. (44000010)

Док. 9. Комплекс программ «ЗОНД». Сообщения. (44xxxxxx)

Док. 10. Комплекс программ «ЗОНД». Задача обработки технологической информации. (44000005)

Док. 11. Комплекс программ «ЗОНД». Реализация процедур телеуправления и телерегулирования. (44000005)

Док. 12. Комплекс программ «ЗОНД». Задания. (44xxxxxx)

Док. 13. Комплекс программ «ЗОНД». Zond2006 SCADA модуль. (44000018)

Док. 14. Контроллеры расхода FloBoss 503 и 504. Руководство по эксплуатации.

Док. 15. Комплекс программ «ЗОНД». Сервер SMS сообщений.

Док. 16. Многозадачное ядро “Резидент”. Dial-Up каналы.