тел.: +375(01771)7-13-00
e-mail: office@mechatronics.by
http://www.mechatronics.by

Протокол обмена данных датчиков Modbus Delta 02

Приложение к руководству

ЗАО Мехатроника

© 2021 Мехатроника

1. СОДЕРЖАНИЕ

1. СОДЕРЖАНИЕ 2
2. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ 3
2.1 Назначение 3
2.2 Технические требования 3
2.3 Специфическая терминология 3
3. ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА ОБМЕНА ДАННЫХ MODBUS 4
3.1 Общие сведения 4
3.2 Описание протокола 5
3.2.1 Категории кодов функций 5
3.2.2 Модель данных 6
3.2.3 Чтение данных 6
3.2.4 Алгоритм формирования CRC-16 10
4. ЗАВОД ИЗГОТОВИТЕЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА 11

© 2019 Мехатроника

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1 Назначение

Протокол обмена данных предназначен для выдачи информации датчиками серий Delta и Direct производства ЗАО «Мехатроника» в стандартизованном виде.

2.2 Технические требования

Для обеспечения работы датчиков ЗАО «Мехатроника» по протоколу обмена данных внешнее устройство должно обладать возможностью подключения стандартными линиями последовательной передачи данных RS232, RS485, K-Line.

Программное обеспечение должно поддерживать протоколы последовательно передачи данных.

2.3 Специфическая терминология

PDU (Protocol Data Unit) — общая для всех физических уровней часть пакета MODBUS. Включает в себя код функции и данные пакета.

ADU (Application Data Unit) — полный пакет MODBUS. Включает в себя специфичную для физического уровня часть пакета и PDU.

MODBUS специфицирует 4 типа данных:

Discrete Inputs — однобитовый тип, доступен только для чтения.

Coils — однобитовый тип, доступен для чтения и записи.

Input Registers — 16-битовый знаковый или беззнаковый тип, доступен только для чтения.

Holding Registers — 16-битовый знаковый или беззнаковый тип, доступен для чтения и записи.

© 2019 Мехатроника

3. ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА ОБМЕНА ДАННЫХ MODBUS

3.1 Общие сведения

Modbus — открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре ведущий-ведомый (master-slave). Широко применяется в промышленности для организации связи между электронными устройствами. Может использоваться для передачи данных через последовательные линии связи RS-485, RS-422, RS-232, а также сети TCP/IP (Modbus TCP).

Контроллеры на шине Modbus взаимодействуют, используя master-slave модель, основанную на транзакциях, состоящих из запроса и ответа.

Обычно в сети есть только одно ведущее, так называемое, «главное» (англ. master) устройство, и несколько ведомых — «подчинённых» (англ. slaves) устройств. Главное устройство (мастер) инициирует транзакции (передаёт запросы). Мастер может адресовать запрос индивидуально любому подчиненному или инициировать передачу широковещательного сообщения для всех подчиненных устройств. Подчинённое устройство, опознав свой адрес, отвечает на запрос, адресованный именно ему. При получении широковещательного запроса ответ подчинёнными устройствами не формируется.

Спецификация Modbus описывает структуру запросов и ответов. Их основа — элементарный пакет протокола, так называемый PDU. Структура PDU не зависит от типа линии связи и включает в себя код функции и поле данных. Код функции кодируется однобайтовым полем и может принимать значения в диапазоне 1…127. Диапазон значений 128…255 зарезервирован для кодов ошибок. Поле данных может быть переменной длины. Размер пакета PDU ограничен 253 байтами.

Табл.1. Общая структура пакета PDU

Код функции	**Данные**
1 байт	N < 254 (байт)

Для передачи пакета по физическим линиям связи PDU помещается в другой пакет, содержащий дополнительные поля. Этот пакет носит название ADU. Формат ADU зависит от типа линии связи. Для передачи сообщений применяется Modbus RTU. Сообщения разделяются по паузе в линии. Сообщение должно начинаться и заканчиваться интервалом тишины, длительностью не менее 3,5 символов при данной скорости передачи. Во время передачи сообщения не должно быть пауз длительностью более 1,5 символов. Для скоростей более 19200 бод допускается использовать интервалы 1,75 и 0,75 мс, соответственно. Проверка целостности осуществляется с помощью CRC.

© 2019 Мехатроника

Общая структура ADU следующая (в зависимости от реализации, некоторые из полей могут отсутствовать):

Табл.2. Общая структура пакета PDU

адрес ведомого (подчинённого) устройства	**код функции**	**данные**	**блок обнаружения ошибок**

где:

1) адрес ведомого устройства — адрес подчинённого устройства, к которому адресован запрос. Ведомые устройства отвечают только на запросы, поступившие в их адрес. Ответ также начинается с адреса отвечающего ведомого устройства, который может изменяться от 1 до 247. Адрес 0 используется для широковещательной передачи, его распознаёт каждое устройство, адреса в диапазоне 248…255 — зарезервированы;

2) код функции — это следующее однобайтное поле кадра. Оно говорит ведомому устройству, какие данные или выполнение какого действия требует от него ведущее устройство;

3) данные — поле содержит информацию, необходимую ведомому устройству для выполнения заданной мастером функции или содержит данные, передаваемые ведомым устройством в ответ на запрос ведущего. Длина и формат поля зависит от номера функции, также в поле данных может быть детализация кода функции;

4) блок обнаружения ошибок — контрольная сумма для проверки отсутствия ошибок в кадре.

Максимальный размер ADU для последовательных сетей RS232/RS485 — 256 байт. Четность не контролируется, количество стоп-битов – 1. Оборудование поддерживает одновременную выдачу **не более** 24-х параметров.

3.2 Описание протокола

3.2.1 Категории кодов функций

В действующей в настоящее время спецификации протокола определяются три категории кодов функций:

1) **Стандартные команды.** Их описание должно быть опубликовано и утверждено Modbus-IDA. Эта категория включает в себя как уже определенные, так и неиспользуемые в настоящее время коды.

2) **Пользовательские команды.** Два диапазона кодов (от 65 до 72 и от 100 до 110), для которых пользователь может назначить произвольную функцию. При этом не гарантируется, что какое-то другое устройство не будет использовать тот же самый код для выполнения другой функции.

© 2019 Мехатроника

3) **Зарезервированные.** В эту категорию входят коды функций, не являющиеся стандартными, но уже используемые в устройствах, производимых различными компаниями. Это коды 9, 10, 13, 14, 41, 42, 90, 91, 125, 126 и 127.

3.2.2 Модель данных

Одно из типичных применений протокола — чтение и запись данных в регистры контроллеров. Спецификация протокола определяет четыре таблицы данных:

Табл.3. Модель данных протокола

Таблица	Тип элемента	Тип доступа
Дискретные входы (Discrete Inputs)	1-бит	только чтение
Регистры флагов (Coils)	1-бит	чтение и запись
Регистры ввода (Input Registers)	Слово (16-бит)	только чтение
Регистры хранения (Holding Registers)	Слово (16-бит)	чтение и запись

Доступ к элементам в каждой таблице осуществляется с помощью 16-битного адреса, первой ячейке соответствует адрес 0. Таким образом, каждая таблица может содержать до 65536 элементов. Спецификация не определяет, что физически должны представлять собой элементы таблиц и по каким внутренним адресам устройства они должны быть доступны. Например, допустимо организовать перекрывающиеся таблицы. В этом случае команды работающие с дискретными данными и с 16-битными регистрами будут фактически обращаться к одним и тем же данным.

Следует отметить, что со способом адресации данных связана определённая путаница. Modbus был первоначально разработан для контроллеров Modicon. В этих контроллерах для каждой из таблиц использовалась специальная нумерация. Например, первому регистру ввода соответствовал номер ячейки 30001, а первому регистру хранения — 40001. Таким образом, регистру хранения с адресом 107 в команде Modbus соответствовал регистр № 40108 контроллера. Хотя такое соответствие адресов больше не является частью стандарта, некоторые программные пакеты могут автоматически «корректировать» вводимые пользователем адреса, например, вычитая 40001 из адреса регистра хранения.

3.2.3 Чтение данных

Данные работы датчика записываются в регистры ввода (Input Registers) и хранения (Holding Registers). Для чтения данных используются следующие функции:

1) 03 (0x03) — чтение значений из нескольких регистров хранения (Read Holding Registers).

2) 04 (0x04) — чтение значений из нескольких регистров ввода (Read Input Registers).

3) 70 (0x70) — пользовательская команда.

Запрос состоит из адреса первого элемента таблицы, значение которого требуется прочитать, и количества считываемых элементов. Адрес и количество данных задаются 16-битными числами, старший байт каждого из них передается первым.

В ответе передаются запрошенные данные. Количество байт данных зависит от количества запрошенных элементов. Перед данными передается один байт, значение которого равно количеству байт данных.

Значения регистров хранения и регистров ввода передаются начиная с указанного адреса, по два байта на регистр, старший байт каждого регистра передаётся первым.

Структура адресного пространства протокола представляет собой:

Табл.4. Адресное пространство протокола Modbus

№ п/п	Адрес Modbus	Место хранения	Тип данных	Описание
1*	0000	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Суммарный объем топлива (в 0.01 л.)
2*	0001	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
3	0002	Регистр ввода	знаковый 16 бит	Текущая скорость потока (в 0.1 л/ч.)
4	0003	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит	Статус**
5*	0004	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Суммарный объем топлива камеры подачи (в 0.01 л.)
6*	0005	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
7	0006	Регистр ввода	знаковый 16 бит	Текущая скорость потока камеры подачи (в 0.1 л/ч.)
8	0007	Регистр ввода	знаковый 16 бит	Температура камеры подачи в (в 0.1 °C)
9*	0008	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Суммарный объем топлива камеры обратки (в 0.01 л/ч.)
10*	0009	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
11	0010	Регистр ввода	знаковый 16 бит	Текущая скорость потока камеры обратки (в 0.1 л/ч.)
12	0011	Регистр ввода	знаковый 16 бит	Температура камеры обратки (в 0.1 °C)
13	0012	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Накопленный объем топлива в режиме "Холостой ход" (в 0.01 л.)
14	0013	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
15	0014	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Накопленный объем топлива в режиме "Номинальный" (в 0.01 л.)
16	0015	Регистр ввода (младшие 16 бит)		

© 2019 Мехатроника

17	0016	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Накопленный объем топлива в режиме "Перегрузка" (в 0.01 л.)
18	0017	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
19	0018	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Накопленный объем топлива в режиме "Накрутка" (в 0.01 л.)
20	0019	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
21	0020	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Накопленный объем топлива в режиме "Отрицательный" (в 0.01 л.)
22	0021	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
23	0022	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Накопленный объем топлива камеры подачи в режиме "Холостой ход" (в 0.01 л.)
24	0023	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
25	0024	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Накопленный объем топлива камеры подачи в режиме "Номинальный" (в 0.01 л.)
26	0025	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
27	0026	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Накопленный объем топлива камеры подачи в режиме "Перегрузка" (в 0.01 л.)
28	0027	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
29	0028	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Накопленный объем топлива камеры подачи в режиме "Накрутка" (в 0.01 л.)
30	0029	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
31	0030	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Накопленный объем топлива камеры обратки в режиме "Холостой ход" (в 0.01 л.)
32	0031	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
33	0032	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Накопленный объем топлива камеры обратки в режиме "Номинальный" (в 0.01 л.)
34	0033	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
35	0034	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Накопленный объем топлива камеры обратки в режиме "Перегрузка" (в 0.01 л.)
36	0035	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
37	0036	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Накопленный объем топлива камеры обратки в режиме "Накрутка" (в 0.01 л.)
38	0037	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
39	0038	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения в режиме "Холостой ход" (в сек.)
40	0039	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
41	0040	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения в режиме "Номинальный" (в сек.)
42	0041	Регистр ввода (младшие 16 бит)		

© 2019 Мехатроника

43	0042	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения в режиме "Перегрузка" (в сек.)
44	0043	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
45	0044	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения в режиме "Накрутка" (в сек.)
46	0045	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
47	0046	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения в режиме "Отрицательный" (в сек.)
48	0047	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
49	0048	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения камеры подачи в режиме "Холостой ход" (в сек.)
50	0049	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
51	0050	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения камеры подачи в режиме "Номинальный" (в сек.)
52	0051	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
53	0052	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения камеры подачи в режиме "Перегрузка" (в сек.)
54	0053	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
55	0054	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения камеры подачи в режиме "Накрутка" (в сек.)
56	0055	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
57	0056	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения камеры обратки в режиме "Холостой ход" (в сек.)
58	0057	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
59	0058	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения камеры обратки в режиме "Номинальный" (в сек.)
60	0059	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
61	0060	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения камеры обратки в режиме "Перегрузка" (в сек.)
62	0061	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
63	0062	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения камеры обратки в режиме "Накрутка" (в сек.)
64	0063	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
65	0064	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время нахождения в режиме "Вмешательство" (в сек.)
66	0065	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
67	0066	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Время работы датчика (в сек.)
68	0067	Регистр ввода (младшие 16 бит)		

© 2019 Мехатроника

69	0068	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит	Серийный номер прибора
70	0069	Регистр ввода (младшие 16 бит)		
71	0070	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит	Тип прибора

* - данные параметры изменились/появились в новой версии.

** – структура поля статуса приведена ниже:

Табл.3. Структура поля статуса

Номер бита	Описание
0	Текущий режим: холостой ход
1	Текущий режим: номинальный режим
2	Текущий режим: перегрузка
3	Текущий режим: накрутка
4	Текущий режим: отрицательный
5	Вмешательство
6-15	Не используется

3.2.4 Алгоритм формирования CRC-16

Формирование контрольной суммы протокола Modbus производится с помощью полинома $X^{16}+X^{15}+X^{2}+1$. Пример алгоритма на языке С приведен ниже:

```
Unsigned char* data <- a pointer to the message buffer
Unsigned char length <- the quantity of bytes in the message buffer
The function returns the CRC value as a type of unsigned integer.
Unsigned int crc_chk(unsigned char* data, unsigned char length)
{int j;
unsigned int reg_crc=0xFFFF;
while(length--)
{
reg_crc ^= *data++;
for(j=0;j<8;j++)
{
if(reg_crc & 0x01) reg_crc=(reg_crc>>1) ^ 0xA001; // LSB(b0)=1
else reg_crc=reg_crc>>1;
}
}
return reg_crc;
}
```

4. ЗАВОД ИЗГОТОВИТЕЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

4.1 Завод-изготовитель

222410, Республика Беларусь, г. Вилейка, ул. 1 Мая, 80, корп. 631-С-12498, каб. 29

Тел.раб.: +375(1771)7-13-00

Факс: +375(1771)7-13-00

E-mail: office@mechatronics.by

site: http://www.mechatronics.by

4.2 **Техподдержк**а

Тел.моб.: +375(44)753-98-59

E-mail: support@mechatronics.by

Skype: mxt.support

© 2019 Мехатроника