

Протокол обмена данными модулей индикации Modbus Display

Приложение к руководству

ЗАО 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	18
4. ЗАВОД ИЗГОТОВИТЕЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА	19

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1 Назначение

Протокол обмена данными предназначен для выдачи информации модулями индикации серий Display RS производства ЗАО «Мехатроника» в стандартизованном виде.

2.2 Технические требования

Для обеспечения работы датчиков ЗАО «Мехатроника» по протоколу обмена данными 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.

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 подчинённому или инициировать передачу широковещательного сообщения для всех подчинённых 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.

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.

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.

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 передается первым.

Структура адресного пространства протокола представляет собой:

Табл.4. Адресное пространство протокола Modbus

№ п/п	Адрес Modbus	Место хранения	Тип данных	Номер позиции в сумматоре	Описание
1	0000	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит		Суммарный объем топлива ДУТ (в 0,01 л)
2	0001	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
3	0002	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит		Суммарный объем топлива ДРТ (в 0,01 л)
4	0003	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
5	0004	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит	1	Объем топлива ДУТ (в 0,01 л)
6	0005	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
7	0006	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит		Объем топлива ДУТ (в 0,01 %)
8	0007	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура ДУТ °С
9	0008	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит	2	Объем топлива ДУТ (в 0,01 л)
10	0009	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
11	0010	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит		Объем топлива ДУТ (в 0,01 %)
12	0011	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура ДУТ °С
13	0012	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит	3	Объем топлива ДУТ (в 0,01 л)
14	0013	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
15	0014	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит		Объем топлива ДУТ (в 0,01 %)
16	0015	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура ДУТ °С

17	0016	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит	4	Объем топлива ДУТ (в 0,01 л)	
18	0017	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
19	0018	Регистр ввода				беззнаковый 16 бит
20	0019	Регистр ввода				знаковый 16 бит
21	0020	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит	5	Объем топлива ДУТ (в 0,01 л)	
22	0021	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
23	0022	Регистр ввода				беззнаковый 16 бит
24	0023	Регистр ввода				знаковый 16 бит
25	0024	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит	6	Объем топлива ДУТ (в 0,01 л)	
26	0025	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
27	0026	Регистр ввода				беззнаковый 16 бит
28	0027	Регистр ввода				знаковый 16 бит
29	0028	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит	7	Объем топлива ДУТ (в 0,01 л)	
30	0029	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
31	0030	Регистр ввода				беззнаковый 16 бит
32	0031	Регистр ввода				знаковый 16 бит
33	0032	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит	8	Объем топлива ДУТ (в 0,01 л)	
34	0033	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
35	0034	Регистр ввода				беззнаковый 16 бит
36	0035	Регистр ввода				знаковый 16 бит
37	0036	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит	9	Объем топлива ДУТ (в 0,01 л)	
38	0037	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
39	0038	Регистр ввода				беззнаковый 16 бит
40	0039	Регистр ввода				знаковый 16 бит
41	0040	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит	10	Объем топлива ДУТ (в 0,01 л)	
42	0041	Регистр ввода (младшие 16 бит)				

43	0042	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит	1	Объем топлива ДУТ (в 0,01 %)	
44	0043	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура ДУТ °С	
45	0044	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива ДРТ (в 0,01 л)	
46	0045	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
47	0046	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива ХХ ДРТ (в 0,01 л)	
48	0047	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
49	0048	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Номинальный ДРТ (в 0,01 л)	
50	0049	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
51	0050	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Перегрузка ДРТ (в 0,01 л)	
52	0051	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
53	0052	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Накрутка ДРТ (в 0,01 л)	
54	0053	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
55	0054	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Отрицательный ДРТ (в 0,01 л)	
56	0055	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
57	0056	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока потребления ДРТ (в 0,1 л)	
58	0057	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в прямой камере ДРТ (в 0,01 л)	
59	0058	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
60	0059	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в прямой камере ДРТ (в 0,1 л/ч)	
61	0060	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в прямой камере ДРТ 0,1 °С	
62	0061	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в обратной камере ДРТ (в 0,01 л)	
63	0062	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
64	0063	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в обратной камере ДРТ (в 0,1 л/ч)	
65	0064	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в обратной камере ДРТ 0,1 °С	
66*	0065	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит		Статус ДРТ	
67	0066	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		2	Общий объем топлива ДРТ (в 0,01 л)
68	0067	Регистр ввода (младшие 16 бит)				

69	0068	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	3	Объем топлива ХХ ДРТ (в 0,01 л)
70	0069	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
71	0070	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Номинальный ДРТ (в 0,01 л)
72	0071	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
73	0072	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Перегрузка ДРТ (в 0,01 л)
74	0073	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
75	0074	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Накрутка ДРТ (в 0,01 л)
76	0075	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
77	0076	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Отрицательный ДРТ (в 0,01 л)
78	0077	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
79	0078	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока потребления ДРТ (в 0,1 л)
80	0079	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в прямой камере ДРТ (в 0,01 л)
81	0080	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
82	0081	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в прямой камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
83	0082	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в прямой камере ДРТ 0,1 °С
84	0083	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в обратной камере ДРТ (в 0,01 л)
85	0084	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
86	0085	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в обратной камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
87	0086	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в обратной камере ДРТ 0,1 °С
88*	0087	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит		Статус ДРТ
89	0088	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива ДРТ (в 0,01 л)
90	0089	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
91	0090	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива ХХ ДРТ (в 0,01 л)
92	0091	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
93	0092	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Номинальный ДРТ (в 0,01 л)
94	0093	Регистр ввода (младшие 16 бит)			

95	0094	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	4	Объем топлива Перегрузка ДРТ (в 0,01 л)
96	0095	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
97	0096	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Накрутка ДРТ (в 0,01 л)
98	0097	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
99	0098	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Отрицательный ДРТ (в 0,01 л)
100	0099	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
101	0100	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока потребления ДРТ (в 0,1 л)
102	0101	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в прямой камере ДРТ (в 0,01 л)
103	0102	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
104	0103	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в прямой камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
105	0104	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в прямой камере ДРТ 0,1 °С
106	0105	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Общий объем топлива в обратной камере ДРТ (в 0,01 л)	
107	0106	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
108	0107	Регистр ввода	знаковый 16 бит	Скорость потока в обратной камере ДРТ (в 0,1 л/ч)	
109	0108	Регистр ввода	знаковый 16 бит	Температура в обратной камере ДРТ 0,1 °С	
110*	0109	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит	Статус ДРТ	
111	0110	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Общий объем топлива ДРТ (в 0,01 л)	
112	0111	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
113	0112	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Объем топлива ХХ ДРТ (в 0,01 л)	
114	0113	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
115	0114	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Объем топлива Номинальный ДРТ (в 0,01 л)	
116	0115	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
117	0116	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Объем топлива Перегрузка ДРТ (в 0,01 л)	
118	0117	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
119	0118	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Объем топлива Накрутка ДРТ (в 0,01 л)	
120	0119	Регистр ввода (младшие 16 бит)			

121	0120	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	5	Объем топлива Отрицательный ДРТ (в 0,01 л)	
122	0121	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
123	0122	Регистр ввода	знаковый 16 бит			Скорость потока потребления ДРТ (в 0,1 л)
124	0123	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит			Общий объем топлива в прямой камере ДРТ (в 0,01 л)
125	0124	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
126	0125	Регистр ввода	знаковый 16 бит			Скорость потока в прямой камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
127	0126	Регистр ввода	знаковый 16 бит			Температура в прямой камере ДРТ 0,1 °С
128	0127	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит			Общий объем топлива в обратной камере ДРТ (в 0,01 л)
129	0128	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
130	0129	Регистр ввода	знаковый 16 бит			Скорость потока в обратной камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
131	0130	Регистр ввода	знаковый 16 бит			Температура в обратной камере ДРТ 0,1 °С
132*	0131	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит			Статус ДРТ
133	0132	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит			Общий объем топлива ДРТ (в 0,01 л)
134	0133	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
135	0134	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Объем топлива ХХ ДРТ (в 0,01 л)		
136	0135	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
137	0136	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Объем топлива Номинальный ДРТ (в 0,01 л)		
138	0137	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
139	0138	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Объем топлива Перегрузка ДРТ (в 0,01 л)		
140	0139	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
141	0140	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Объем топлива Накрутка ДРТ (в 0,01 л)		
142	0141	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
143	0142	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Объем топлива Отрицательный ДРТ (в 0,01 л)		
144	0143	Регистр ввода (младшие 16 бит)				
145	0144	Регистр ввода	знаковый 16 бит	Скорость потока потребления ДРТ (в 0,1 л)		
146	0145	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Общий объем топлива в прямой камере ДРТ (в 0,01 л)		

147	0146	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
148	0147	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в прямой камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
149	0148	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в прямой камере ДРТ 0,1 °С
150	0149	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в обратной камере ДРТ (в 0,01 л)
151	0150	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
152	0151	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в обратной камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
153	0152	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в обратной камере ДРТ 0,1 °С
154*	0153	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит		Статус ДРТ
155	0154	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива ДРТ (в 0,01 л)
156	0155	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
157	0156	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива ХХ ДРТ (в 0,01 л)
158	0157	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
159	0158	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Номинальный ДРТ (в 0,01 л)
160	0159	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
161	0160	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Перегрузка ДРТ (в 0,01 л)
162	0161	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
163	0162	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	6	Объем топлива Накрутка ДРТ (в 0,01 л)
164	0163	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
165	0164	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Отрицательный ДРТ (в 0,01 л)
166	0165	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
167	0166	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока потребления ДРТ (в 0,1 л)
168	0167	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в прямой камере ДРТ (в 0,01 л)
169	0168	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
170	0169	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в прямой камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
171	0170	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в прямой камере ДРТ 0,1 °С
172	0171	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в обратной камере ДРТ (в 0,01 л)

173	0172	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
174	0173	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в обратной камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
175	0174	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в обратной камере ДРТ 0,1 °С
176*	0175	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит		Статус ДРТ
177	0176	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	7	Общий объем топлива ДРТ (в 0,01 л)
178	0177	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
179	0178	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива ХХ ДРТ (в 0,01 л)
180	0179	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
181	0180	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Номинальный ДРТ (в 0,01 л)
182	0181	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
183	0182	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Перегрузка ДРТ (в 0,01 л)
184	0183	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
185	0184	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Накрутка ДРТ (в 0,01 л)
186	0185	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
187	0186	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Отрицательный ДРТ (в 0,01 л)
188	0187	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
189	0188	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока потребления ДРТ (в 0,1 л)
190	0189	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в прямой камере ДРТ (в 0,01 л)
191	0190	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
192	0191	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в прямой камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
193	0192	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в прямой камере ДРТ 0,1 °С
194	0193	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в обратной камере ДРТ (в 0,01 л)
195	0194	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
196	0195	Регистр ввода	знаковый 16 бит	Скорость потока в обратной камере ДРТ (в 0,1 л/ч)	
197	0196	Регистр ввода	знаковый 16 бит	Температура в обратной камере ДРТ 0,1 °С	
198*	0197	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит	Статус ДРТ	

199	0198	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	8	Общий объем топлива ДРТ (в 0,01 л)
200	0199	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
201	0200	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива ХХ ДРТ (в 0,01 л)
202	0201	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
203	0202	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Номинальный ДРТ (в 0,01 л)
204	0203	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
205	0204	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Перегрузка ДРТ (в 0,01 л)
206	0205	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
207	0206	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Накрутка ДРТ (в 0,01 л)
208	0207	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
209	0208	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Отрицательный ДРТ (в 0,01 л)
210	0209	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
211	0210	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока потребления ДРТ (в 0,1 л)
212	0211	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в прямой камере ДРТ (в 0,01 л)
213	0212	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
214	0213	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в прямой камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
215	0214	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в прямой камере ДРТ 0,1 °С
216	0215	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в обратной камере ДРТ (в 0,01 л)
217	0216	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
218	0217	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в обратной камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
219	0218	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в обратной камере ДРТ 0,1 °С
220*	0219	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит		Статус ДРТ
221	0220	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива ДРТ (в 0,01 л)
222	0221	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
223	0222	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Объем топлива ХХ ДРТ (в 0,01 л)	
224	0223	Регистр ввода (младшие 16 бит)			

225	0224	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	10	Объем топлива Номинальный ДРТ (в 0,01 л)
226	0225	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
227	0226	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Перегрузка ДРТ (в 0,01 л)
228	0227	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
229	0228	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Накрутка ДРТ (в 0,01 л)
230	0229	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
231	0230	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Отрицательный ДРТ (в 0,01 л)
232	0231	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
233	0232	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока потребления ДРТ (в 0,1 л)
234	0233	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в прямой камере ДРТ (в 0,01 л)
235	0234	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
236	0235	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в прямой камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
237	0236	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в прямой камере ДРТ 0,1 °С
238	0237	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в обратной камере ДРТ (в 0,01 л)
239	0238	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
240	0239	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в обратной камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
241	0240	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в обратной камере ДРТ 0,1 °С
242*	0241	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит		Статус ДРТ
243	0242	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива ДРТ (в 0,01 л)
244	0243	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
245	0244	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива ХХ ДРТ (в 0,01 л)
246	0245	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
247	0246	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Номинальный ДРТ (в 0,01 л)
248	0247	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
249	0248	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит	Объем топлива Перегрузка ДРТ (в 0,01 л)	
250	0249	Регистр ввода (младшие 16 бит)			

251	0250	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Накрутка ДРТ (в 0,01 л)
252	0251	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
253	0252	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Объем топлива Отрицательный ДРТ (в 0,01 л)
254	0253	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
255	0254	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока потребления ДРТ (в 0,1 л)
256	0255	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в прямой камере ДРТ (в 0,01 л)
257	0256	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
258	0257	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в прямой камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
259	0258	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Температура в прямой камере ДРТ 0,1 °С
260	0259	Регистр ввода (старшие 16 бит)	знаковый 32 бит		Общий объем топлива в обратной камере ДРТ (в 0,01 л)
261	0260	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
262	0261	Регистр ввода	знаковый 16 бит		Скорость потока в обратной камере ДРТ (в 0,1 л/ч)
263	0262	Регистр ввода	знаковый 16 бит	Температура в обратной камере ДРТ 0,1 °С	
264*	0263	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит	Статус ДРТ	
265	0264	Регистр ввода (старшие 16 бит)	беззнаковый 32 бит	Серийный номер дисплея	
266	0265	Регистр ввода (младшие 16 бит)			
267	0266	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит	Тип дисплея	
268	0267	Регистр ввода	беззнаковый 16 бит	Версия прошивки	

* – 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 C 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-->0)
{
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 Техподдержка

Тел.моб.: +375(44)753-98-59

E-mail: support@mechatronics.by

Skype: mxt.support