

Регистратор видеографический
Метран-910-104К
Описание протокола обмена данными

Версия 1.1.3, 20.07.2023

Содержание

1. Введение	1
2. Соответствие спецификации протокола Modbus	2
3. Организация данных	3
3.1. Карта регистров «Discrete Input»	5
3.2. Карта регистров «Coil»	6
3.3. Карта регистров «Input Register»	6
3.4. Карта регистров «Holding Register»	14
4. Команды протокола Modbus	22
4.1. [01] Read Coils	22
4.2. [02] Read Discrete Inputs	23
4.3. [03] Read Holding Registers	24
4.4. [04] Read Input Registers	24
4.5. [05] Write Single Coil	25
4.6. [06] Write Single Register	25
4.7. [07] Read Exception status	26
4.8. [15] Write Multiple Coils	26
4.9. [16] Write Multiple Registers	27
4.10. [43] Read device Identification	28
5. Техническая поддержка	29

Глава 1. Введение

Данный документ предназначен для ознакомления с особенностями реализации открытого протокола Modbus в регистраторе ЭЛМЕТРО-ВиЭР-104К. Описание распространяется на следующие модели регистраторов:

- ЭЛМЕТРО-ВиЭР-104К;
- ЭЛМЕТРО-ВиЭР-104К-Ех.

Глава 2. Соответствие спецификации протокола Modbus

Реализация протокола соответствует следующим спецификациям Modbus:

- MODBUS Application Protocol Specification V1.1 – 04.06.2004 г.
- MODBUS Over serial line. Specification and implementation guide V1.0 – 12.02.2002 г.
- MODBUS Messaging on TCP/IP Implementation Guide V1.0b

Таблица 1. Параметры реализации (для RS-485/RS-232)

Параметр	Описание
Протокол	Modbus RTU (режим Slave)
Адресация	конфигурируемый адрес от 1 до 247
Поддержка широковещательных сообщений	да
Скорость передачи	1200, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бод
Контроль четности	нет, нечетный, четный
Количество стоп бит	1 или 2
Электрический интерфейс	RS-485 (2-х проводной) или RS-232

Таблица 2. Параметры реализации (для Ethernet)

Параметр	Описание
Протокол	Modbus/TCP (режим Slave)
Порт	502 (TCP)
Электрический интерфейс	Витая пара Cat5

Глава 3. Организация данных

В соответствии со спецификацией протокола Modbus данные располагаются в регистрах. В регистраторе поддерживаются четыре типа регистров, каждый тип имеет собственную адресацию и собственные команды чтения/записи.

Таблица 3. Типы регистров




Тип регистра	Размер регистра [rs]	Доступ	Карта регистров	Типовое использование
Discrete Input	1 бит	<ul style="list-style-type: none">чтение<ul style="list-style-type: none">[02] Read Discrete Inputs	Карта регистров «Discrete Input»	Используется для чтения состояния дискретных входов
Coil	1 бит	<ul style="list-style-type: none">чтение<ul style="list-style-type: none">[01] Read Coilsзапись<ul style="list-style-type: none">[05] Write Single Coil[15] Write Multiple Coils	Карта регистров «Coil»	Используется для чтения и установки состояния дискретных выходов
Input Register	16 бит	<ul style="list-style-type: none">чтение<ul style="list-style-type: none">[04] Read Input Registers	Карта регистров «Input Register»	Используется для чтения состояния аналоговых входов
Holding Register	16 бит	<ul style="list-style-type: none">чтение<ul style="list-style-type: none">[03] Read Holding Registersзапись<ul style="list-style-type: none">[06] Write Single Register[16] Write Multiple Registers	Карта регистров «Holding Register»	Используется для чтения и установки состояния аналоговых выходов

примечания

[rs] размер регистра приведен в соответствии со стандартом Modbus. Размер хранящихся данных в регистрах может отличаться (зависит от типа данных).

Данные, хранящиеся в регистрах, могут иметь следующие типы:

Таблица 4. Типы данных

Тип данных	Размер	Описание
bit	1 бит	Предназначен для чтения/записи состояния дискретных входов и выходов. Имеет следующие состояния: <ul style="list-style-type: none"> • 0 – «Разомкнуто»; • 1 – «Замкнуто».
uint16	16 бит	2-х байтное беззнаковое целое число: значения от 0 до 65535
int16	16 бит	2-х байтное целое число в дополнительном коде: значения от -32768 до 32767
uint32	32 бита	4-х байтное беззнаковое целое число. Значение располагается в двух последовательно расположенных 16-битных регистрах Modbus. <div>  для данного типа команды чтения (04) и записи (06) одного 16-битного регистра не поддерживаются. </div>
float32c	32 бита	Значение представляет собой число в формате IEEE-754 одинарной точности (размером 32 бита). Значение располагается в двух последовательно расположенных 16-битных регистрах Modbus (см. Значение float32c). Таким образом, для чтения состояния одного аналогового входа следует запросить значение 2-х последовательно расположенных 16-битных регистров Modbus, объединить полученные значения в одно 32-х битное значение и интерпретировать его как число в формате IEEE-754 . Для передачи состояния "Обрыв сенсора" используется значение NaN (0x7FC00000). <div>  в некоторых устройствах данный порядок расположения байт обозначается как "1-0-3-2". </div> <div>  для данного типа команды чтения (04) и записи (06) одного 16-битного регистра не поддерживаются. </div>
float64	64 бита	Значение представляет собой число в формате IEEE-754 двойной точности (размером 64 бита). Значение располагается в четырех последовательно расположенных 16-битных регистрах Modbus. <div>  для данного типа команды чтения (04) и записи (06) одного 16-битного регистра не поддерживаются. </div>

В формате **float32c** данные распределены по регистрам следующим образом:

Таблица 5. Значение **float32c**

Регистр Modbus N	Байт N	Содержимое
1	1	средний байт мантиссы (биты 8-15)
	2	младший байт мантиссы (биты 0-7)
2	1	знак и порядок числа (биты 24-31)
	2	старший байт мантиссы (биты 16-22)

Программное обеспечение для ПК

В ПО ПК регистратора, в программе RConfig доступен просмотр полной карты регистров для конкретного регистратора с привязкой к модели и текущей конфигурации каналов. Для просмотра загрузите текущую конфигурацию регистратора в программу RConfig, затем в меню выберите пункт **Регистратор** > **Карта регистров Modbus**

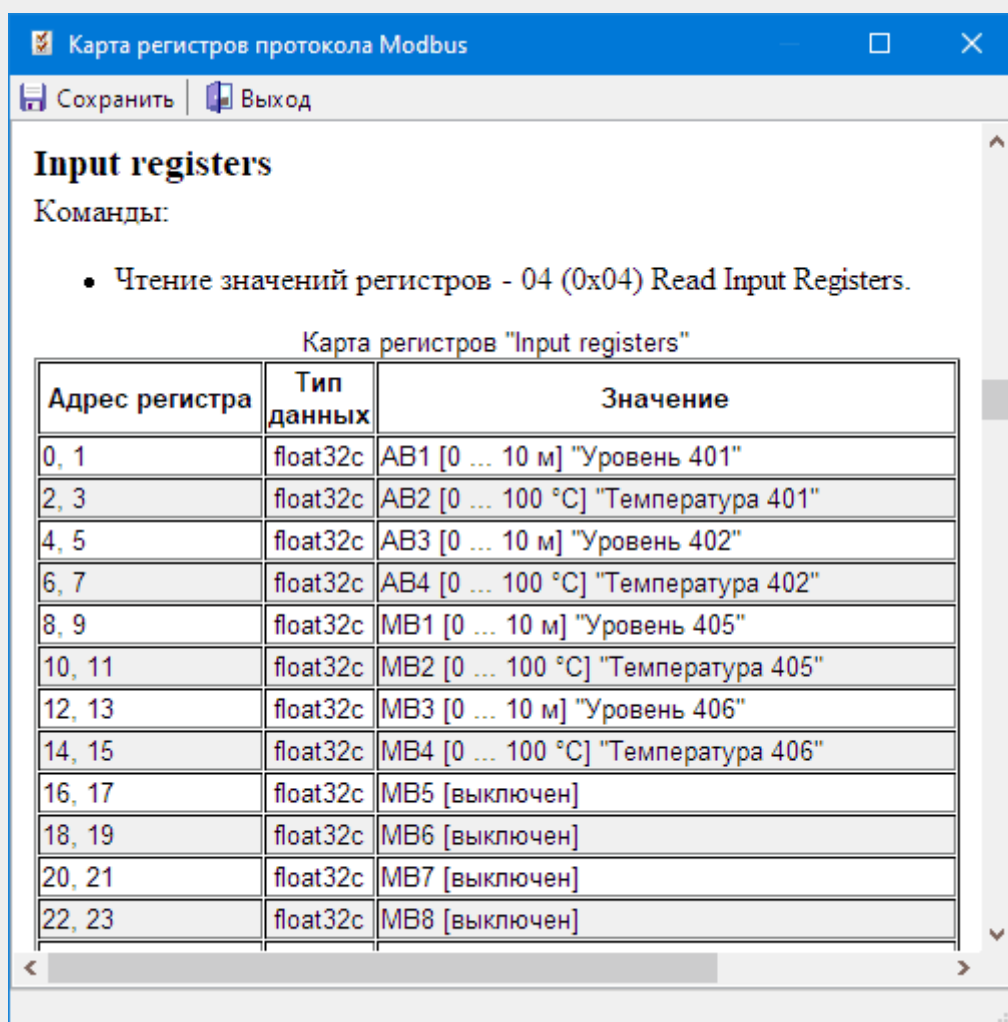


Рисунок 1. Просмотр карты в программе RConfig

3.1. Карта регистров «Discrete Input»

Для чтения значений регистров типа «Discrete Input» используется команда [02] [Read Discrete Inputs](#).

Таблица 6. Карта регистров «Discrete Input»

Адрес регистра Modbus	Тип данных	Значение
0	bit	Состояние дискретного входа #1
1	bit	Состояние дискретного входа #2
...	...	Состояние дискретного входа #n
31	bit	Состояние дискретного входа #31

В колонке «Адрес регистра Modbus» приведен адрес стандартного 1-битного регистра Modbus (нумерация регистров начинается с нуля).

3.2. Карта регистров «Coil»

Для чтения значений регистров типа «Coil» используется команда [\[01\] Read Coils](#). Для установки значений регистров используется команда [\[05\] Write Single Coil](#) и [\[15\] Write Multiple Coils](#).

Таблица 7. Карта регистров «Coil»

Адрес регистра Modbus	Тип данных	Значение
0	bit	Состояние дискретного выхода #1
1	bit	Состояние дискретного выхода #2
...	...	Состояние дискретного выхода #n
31	bit	Состояние дискретного выхода #31

В колонке «Адрес регистра Modbus» приведен адрес стандартного 1-битного регистра Modbus (нумерация регистров начинается с нуля).



Для того, чтобы дискретным выходом можно было управлять через регистр «Coil», в настройках канала необходимо установить значение параметра «управление» равным «внешний».

3.3. Карта регистров «Input Register»

Для чтения значений регистров типа «Input Register» используется команда [\[04\] Read Input Registers](#).

Таблица 8. Карта регистров «Input Register»

Адрес регистра Modbus	Тип данных	Версия ПО	Значение
0 - 1	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #1
2 - 3	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #2
4 - 5	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #3
6 - 7	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #4
8 - 9	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #5
10 - 11	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #6
12 - 13	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #7
14 - 15	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #8
16 - 17	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #9
18 - 19	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #10
20 - 21	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #11
22 - 23	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #12
24 - 25	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #13
26 - 27	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #14
28 - 29	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #15
30 - 31	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #16
32 - 33	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #17
34 - 35	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #18
36 - 37	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #19
38 - 39	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #20
40 - 41	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #21
42 - 43	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #22
44 - 59			зарезервировано
60 - 61	uint32	2.0.0+	Заводской номер регистратора
62 - 63	uint32	2.0.0+	Версия ПО регистратора
64	uint16	2.0.0+	Флаги функциональности ПО/конфигурации
65	uint16	2.0.0+	Суммарное количество аналоговых входов всех типов
66	uint16	2.0.0+	Количество физических аналоговых входов
67	uint16	2.0.0+	Суммарное количество дискретных входов всех типов
68	uint16	2.0.0+	Суммарное количество дискретных выходов всех типов
69	uint16	2.0.0+	0
70	uint16	2.0.0+	0

Адрес регистра Modbus	Тип данных	Версия ПО	Значение
71	uint16	2.0.0+	Суммарное количество аналоговых выходов всех типов
72	uint16	2.1.25+	Количество Сумматоров
73	uint16	2.0.0+	Количество Регуляторов
74	uint16	2.0.0+	Максимальное количество записей в журнале событий регистратора
75	uint16	2.0.0+	0
76	uint16	2.0.0+	0
77	uint16	2.0.0+	0
78	uint16	2.0.0+	0
79	uint16	2.0.0+	0
80	uint16	2.0.0+	Часы регистратора: час (0-23)
81	uint16	2.0.0+	Часы регистратора: минуты (0-59)
82	uint16	2.0.0+	Часы регистратора: секунды (0-59)
83	uint16	2.0.0+	Часы регистратора: день (1-31)
84	uint16	2.0.0+	Часы регистратора: месяц (1-12)
85	uint16	2.0.0+	Часы регистратора: год (2000-2099)
86 - 99			зарезервировано
100 - 101	float32c	2.1.25+	Значение сумматора #1
102 - 103	float32c	2.1.25+	Значение сумматора #2
104 - 105	float32c	2.1.25+	Значение сумматора #3
106 - 107	float32c	2.1.25+	Значение сумматора #4
108 - 109	float32c	2.1.25+	Значение сумматора #5
110 - 111	float32c	2.1.25+	Значение сумматора #6
112 - 113	float32c	2.1.25+	Значение сумматора #7
114 - 115	float32c	2.1.25+	Значение сумматора #8
116 - 117	float32c	2.1.25+	Значение сумматора #9
118 - 119	float32c	2.1.25+	Значение сумматора #10
120 - 121	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #23
122 - 123	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #24
124 - 125	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #25
126 - 127	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #26
128 - 129	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #27

Адрес регистра Modbus	Тип данных	Версия ПО	Значение
130 - 131	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #28
132 - 133	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #29
134 - 135	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #30
136 - 137	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #31
138 - 139	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового входа #32
140 - 143	float64	2.1.25+	Значение сумматора СМ1
144 - 147	float64	2.1.25+	Значение сумматора СМ2
148 - 151	float64	2.1.25+	Значение сумматора СМ3
152 - 155	float64	2.1.25+	Значение сумматора СМ4
156 - 159	float64	2.1.25+	Значение сумматора СМ5
160 - 163	float64	2.1.25+	Значение сумматора СМ6
164 - 167	float64	2.1.25+	Значение сумматора СМ7
168 - 171	float64	2.1.25+	Значение сумматора СМ8
172 - 175	float64	2.1.90+	Значение сумматора СМ9
176 - 179	float64	2.1.90+	Значение сумматора СМ10
180 - 183	float64	2.1.90+	Значение сумматора СМ11
184 - 187	float64	2.1.90+	Значение сумматора СМ12
188 - 191	float64	2.1.90+	Значение сумматора СМ13
192 - 195	float64	2.1.90+	Значение сумматора СМ14
196 - 199	float64	2.1.90+	Значение сумматора СМ15
200 - 203	float64	2.1.90+	Значение сумматора СМ16
204 - 299			зарезервировано
300 - 301	uint32	2.1.25+	Счетчик измерений с момента включения питания
302 - 303	uint32	2.1.25+	Счетчик лент во внутреннем архиве регистратора
304 - 305	uint32	2.1.25+	Счетчик событий в журнале событий регистратора
306	uint16	2.1.25+	Состояние индикатора «Авария»
307	uint16	2.1.25+	Флаги самодиагностики регистратора
308	uint16	2.1.25+	Качество значения аналоговых входов #1-16
309	uint16	2.1.25+	Качество значения аналоговых входов #17-32
310	uint16	2.1.25+	Состояние аналоговых выходов #1-16
311	uint16	2.1.25+	Состояние ИП #1-4
312	uint16	2.1.25+	Состояние дискретных входов #1-16

Адрес регистра Modbus	Тип данных	Версия ПО	Значение
313	uint16	2.1.25+	Состояние дискретных входов #17-32
314	uint16	2.1.25+	Качество значения дискретных входов #1-16
315	uint16	2.1.25+	Качество значения дискретных входов #17-32
316	uint16	2.1.25+	Состояние дискретных выходов #1-16
317	uint16	2.1.25+	Состояние дискретных выходов #17-32
318 - 319	float32c	2.1.25+	Состояние аналогового входа #1
320 - 321	float32c	2.1.25+	Состояние аналогового входа #2
...	...	...	Состояние аналогового входа #n
444 - 445	float32c	2.1.25+	Состояние аналогового входа #64
2000	uint16	2.1.128+	Отчет по сумматорам: количество Сумматоров в отчете
2001	uint16	2.1.128+	Отчет по сумматорам: часовой архив: адрес регистра, хранящего самую свежую запись (2106, 2140, ..., 4520)
2002	uint16	2.1.128+	Отчет по сумматорам: часовой архив: адрес регистра, хранящего самую свежую запись (4554, 4558, ..., 4792)
2003	uint16	2.1.128+	Отчет по сумматорам: часовой архив: адрес регистра, хранящего самую свежую запись (4826, 4860, ..., 4928)
2004 - 2037	record34	2.1.128+	Отчет по сумматорам: часовой архив: самая свежая запись
2038 - 2071	record34	2.1.128+	Отчет по сумматорам: суточный архив: самая свежая запись
2072 - 2105	record34	2.1.128+	Отчет по сумматорам: месячный архив: самая свежая запись
2106 - 2139	record34	2.1.128+	Отчет по сумматорам: часовой архив - запись №1
...
4520 - 4553	record34	2.1.128+	Отчет по сумматорам: часовой архив - запись №72
4554 - 4587	record34	2.1.128+	Отчет по сумматорам: суточный архив - запись №1
...
4792 - 4825	record34	2.1.128+	Отчет по сумматорам: суточный архив - запись №8
4826 - 4859	record34	2.1.128+	Отчет по сумматорам: месячный архив - запись №1
...
4928 - 4961	record34	2.1.128+	Отчет по сумматорам: месячный архив - запись №4

В колонке «Адрес регистра Modbus» приведен адрес стандартного 16-битного регистра Modbus (нумерация регистров начинается с нуля).

3.3.1. Чтение состояния Аналогового входа

Для чтения состояния аналогового входа через регистры «Input register» протокола Modbus в карте предусмотрены:

- диапазон адресов 318 - 445: содержит состояние аналоговых входов №1 - 64;
- диапазон адресов 0 - 43: содержит состояние аналоговых входов №1 - 22;
- диапазон адресов 120 - 139: содержит состояние аналоговых входов №23 - 32;

Нумерация аналоговых входов (№1 - 64) в колонке «Значение» соответствует номеру позиции соответствующего аналогового входа в списке каналов на закладке «АВ» в настройках регистратора. Таким образом, для определения адреса регистра для конкретного канала нужно посмотреть позицию канала в списке на закладке «АВ», затем в таблице [Карта регистров «Input Register»](#) в колонке «Значение» найти строку с номером позиции и взять значения адресов регистров из колонки «Адрес регистра».

Примечание

Для поддержки устройств, в которых релизована команда [\[03\] Read Holding Registers](#), но нет поддержки команды [\[04\] Read Input Registers](#) в карте регистров «Holding register» предусмотрен диапазон регистров, содержащих состояние Аналоговых входов.



В ПО ПК регистратора, в программе RConfig доступен просмотр полной карты регистров для конкретного регистратора с привязкой к модели и текущей конфигурации каналов. Для просмотра загрузите текущую конфигурацию регистратора в программу RConfig, затем в меню выберите пункт **Регистратор** > **Карта регистров Modbus**

Пример 1. Карта регистров ЭЛМЕТРО-ВиЭР-104К-4АВ-4АП-8ЧВ

Соответствие аналоговых входов регистрам из таблицы [Карта регистров «Input Register»](#) для регистратора модели ЭЛМЕТРО-ВиЭР-104К-4АВ-4АП-8ЧВ

Настройка			Таблица "Карта регистров Input Register"			
АВ			порядковый № в списке		Значение	Адрес регистра Modbus
канал	конфигурация					
AB1	ТХА (К)	▲	→ 1	→	Состояние аналогового входа №1	→ 0 - 1
AB2	ТХА (К)		→ 2	→	Состояние аналогового входа №2	→ 2 - 3
AB3	ТХА (К)		→ 3	→	Состояние аналогового входа №3	→ 4 - 5
AB4	ТХА (К)		→ 4	→	Состояние аналогового входа №4	→ 6 - 7
АП1	20 мА		→ 5	→	Состояние аналогового входа №5	→ 8 - 9
АП2	20 мА		→ 6	→	Состояние аналогового входа №6	→ 10 - 11
АП3	20 мА		→ 7	→	Состояние аналогового входа №7	→ 12 - 13
АП4	20 мА		→ 8	→	Состояние аналогового входа №8	→ 14 - 15
ЧВ1	Частота		→ 9	→	Состояние аналогового входа №9	→ 16 - 17
ЧВ2	Частота		→ 10	→	Состояние аналогового входа №10	→ 18 - 19
ЧВ3	Частота		→ 11	→	Состояние аналогового входа №11	→ 20 - 21
ЧВ4	Частота		→ 12	→	Состояние аналогового входа №12	→ 22 - 23
ЧВ5	Частота		→ 13	→	Состояние аналогового входа №13	→ 24 - 25
ЧВ6	Частота		→ 14	→	Состояние аналогового входа №14	→ 26 - 27
ЧВ7	Частота		→ 15	→	Состояние аналогового входа №15	→ 28 - 29
ЧВ8	Частота		→ 16	→	Состояние аналогового входа №16	→ 30 - 31
МВ1	матем.		→ 17	→	Состояние аналогового входа №17	→ 32 - 33
МВ2	матем.		→ 18	→	Состояние аналогового входа №18	→ 34 - 35
МВ3	матем.		→ 19	→	Состояние аналогового входа №19	→ 36 - 37
МВ4	матем.		→ 20	→	Состояние аналогового входа №20	→ 38 - 39
МВ5	матем.		→ 21	→	Состояние аналогового входа №21	→ 40 - 41
МВ6	матем.		→ 22	→	Состояние аналогового входа №22	→ 42 - 43
МВ7	матем.	▼	→ 23	→	Состояние аналогового входа №23	→ 120 - 121

Рисунок 2. Карта регистров ЭЛМЕТРО-ВиЭР-104К-4АВ-4АП-8ЧВ

3.3.2. Отчет по сумматорам

Описание функциональности:

- В карте регистров присутствуют архивные значения за предыдущий (т.е. который полностью завершен) период (часовой, суточный и месячный).
 - Эти значения расположены по фиксированным адресам в карте регистров.
 - Часовой архив сумматоров СМ1-СМ16 начинается с адреса 2004; суточный - с 2038; месячный - с 2072.
 - По этим адресам хранится один (унифицированный) тип данных в формате [record34](#) (34 регистра Modbus):
 - метка времени в формате [timestamp32](#) (2 регистра Modbus);
 - значения сумматоров СМ1-СМ16 (32 регистра) в формате [float32c](#).
 - Поскольку все 3 архивных записи ([record34](#)) расположены рядом, то их можно (и даже рекомендуется) считать одной транзакцией (командой [\[04\] Read Input Registers](#)).
- Архив отчета по сумматорам представляет собой кольцевой буфер, элементы которого расположены по фиксированным адресам.
 - Почасовой архив расположен начиная с адреса 2106; посуточный - 4554; помесечный - 4826.
 - Указатель на текущую запись находится в регистрах 2001-2003 - там хранится непосредственно адрес первого регистра записи [record34](#) (т.е. это фактически адрес метки времени [timestamp32](#)).

- с. Текущая запись - это значения за текущий период (ещё незавершенный).
- d. Непосредственно за текущей записью расположены архивные записи (следует учитывать, что буфер кольцевой).
- e. Таким образом, когда начинается следующий период (час) - адрес текущей записи уменьшается на 34 (т.е. записи заполняются снизу-вверх). Это сделано для того, чтобы было удобно одним запросом считать текущую и до двух архивных записей.

Пример для часового архива:

1. Читаем значение по адресу 2001 (адрес текущей записи) получаем 4452.
2. По адресу 4452 мы можем считать значения за текущий период (ещё незавершенный).
3. Прибавив 34 (размер записи [record34](#)) к 4452 мы получим адрес следующей записи (все следующие записи уже будут завершенными).
4. Как только адрес дойдет до 4554 мы должны будем поменять значение на 2106 (адрес первой записи).
5. Всего часовой архив содержит 72 записи (суточный - 8; месячный - 4).

Примечания:

1. Минимальное количество регистров, запрашиваемых командой [\[04\] Read Input Registers](#) - 2 шт. (т.к. все данные в архиве имеют размер минимум 2 регистра Modbus).
2. Допускается запрашивать до 124-х регистров Modbus за один запрос (стандартное ограничение протокола Modbus)
3. Допускается запрашивать данные с произвольного адреса (например, с адреса значения СМ1, если вам не нужна метка времени). Но, адрес регистра должен быть кратен 2-м (т.е. нельзя запросить 1 регистр - половину значения сумматора). Также допускается считывать архивные записи не с указателя на текущую запись, а с начала архива (например, всегда читать часовой архив с 2106 по 4519 адрес).
4. Рекомендуется запрашивать в одном запросе одну или несколько записей [record34](#) целиком, включая метку времени, т.к. регистратор в таком случае гарантирует целостность данных в пределах записи. Это защищает от ситуации, когда регистратор обновил значения в архиве между двумя запросами (например, так совпало, что между двумя запросами изменился час).

Таблица 9. Формат "timestamp32"

Значение	Бит №	Количество бит	Допустимые значения
минута	0	6	0 - 59
час	6	5	0 - 23
день месяца	11	5	1 - 31
месяц	16	4	1 - 12
год	20	12	2000 - 2038

Значение	Бит №	Количество бит	Допустимые значения
итого		32	

Таблица 10. Формат "record34"

Адрес регистра (относительный)	Тип данных	Значение
0 - 1	timestamp32	Метка времени
2 - 3	float32c	Значение CM1
4 - 5	float32c	Значение CM2
6 - 7	float32c	Значение CM3
8 - 9	float32c	Значение CM4
10 - 11	float32c	Значение CM5
12 - 13	float32c	Значение CM6
14 - 15	float32c	Значение CM7
16 - 17	float32c	Значение CM8
18 - 19	float32c	Значение CM9
20 - 21	float32c	Значение CM10
22 - 23	float32c	Значение CM11
24 - 25	float32c	Значение CM12
26 - 27	float32c	Значение CM13
28 - 29	float32c	Значение CM14
30 - 31	float32c	Значение CM15
32 - 33	float32c	Значение CM16

3.4. Карта регистров «Holding Register»

Для чтения значений регистров типа «Holding Register» используется команда [03] [Read Holding Registers](#). Для установки значений регистров используется команда [06] [Write Single Register](#) и [16] [Write Multiple Registers](#).

Таблица 11. Карта регистров «Holding Register»

Адрес регистра Modbus	Тип данных	Версия ПО	Значение
0 - 1	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового выхода #1
2 - 3	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового выхода #2
...	...	...	Состояние аналогового выхода #n

Адрес регистра Modbus	Тип данных	Версия ПО	Значение
62 - 63	float32c	2.0.0+	Состояние аналогового выхода #64
64 - 79			зарезервировано
80	uint16	2.0.15+	Часы регистратора: час (0-23)
81	uint16	2.0.15+	Часы регистратора: минуты (0-59)
82	uint16	2.0.15+	Часы регистратора: секунды (0-59)
83	uint16	2.0.15+	Часы регистратора: день (1-31)
84	uint16	2.0.15+	Часы регистратора: месяц (1-12)
85	uint16	2.0.15+	Часы регистратора: год (2000-2099)
600 - 601	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #1 (в автоматическом режиме)
602	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #1
603 - 604	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #1 (в ручном режиме)
605 - 606	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #2 (в автоматическом режиме)
607	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #2
608 - 609	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #2 (в ручном режиме)
610 - 611	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #3 (в автоматическом режиме)
612	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #3
613 - 614	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #3 (в ручном режиме)
615 - 616	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #4 (в автоматическом режиме)
617	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #4
618 - 619	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #4 (в ручном режиме)
620 - 621	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #5 (в автоматическом режиме)
622	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #5
623 - 624	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #5 (в ручном режиме)
625 - 626	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #6 (в автоматическом режиме)
627	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #6
628 - 629	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #6 (в ручном режиме)
630 - 631	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #7 (в автоматическом режиме)

Адрес регистра Modbus	Тип данных	Версия ПО	Значение
632	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #7
633 - 634	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #7 (в ручном режиме)
635 - 636	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #8 (в автоматическом режиме)
637	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #8
638 - 639	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #8 (в ручном режиме)
640 - 641	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #9 (в автоматическом режиме)
642	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #9
643 - 644	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #9 (в ручном режиме)
645 - 646	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #10 (в автоматическом режиме)
647	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #10
648 - 649	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #10 (в ручном режиме)
650 - 651	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #11 (в автоматическом режиме)
652	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #11
653 - 654	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #11 (в ручном режиме)
655 - 656	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #12 (в автоматическом режиме)
657	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #12
658 - 659	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #12 (в ручном режиме)
660 - 661	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #13 (в автоматическом режиме)
662	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #13
663 - 664	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #13 (в ручном режиме)
665 - 666	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #14 (в автоматическом режиме)
667	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #14
668 - 669	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #14 (в ручном режиме)
670 - 671	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #15 (в автоматическом режиме)
672	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #15
673 - 674	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #15 (в ручном режиме)

Адрес регистра Modbus	Тип данных	Версия ПО	Значение
675 - 676	float32c	2.1.160.3+	Управление уставкой регулятора #16 (в автоматическом режиме)
677	uint16	2.1.160.3+	Управление режимом работы регулятора #16
678 - 679	float32c	2.1.160.3+	Управление выходом регулятора #16 (в ручном режиме)
1000 - 1001	float32c	2.1.128.90+	Управление состоянием аналогового входа #1
1002 - 1003	float32c	2.1.128.90+	Управление состоянием аналогового входа #2
...	...	...	Управление состоянием аналогового входа #n
1126 - 1127	float32c	2.1.128.90+	Управление состоянием аналогового входа #64
1300	uint16	2.1.128.90+	Управление состоянием аналогового входа #1
1301	uint16	2.1.128.90+	Управление состоянием аналогового входа #2
...	...	...	Управление состоянием аналогового входа #n
1363	uint16	2.1.128.90+	Управление состоянием аналогового входа #64
1500	int16	2.1.128.90+	Управление состоянием аналогового входа #1
1501	int16	2.1.128.90+	Управление состоянием аналогового входа #2
...	...	...	Управление состоянием аналогового входа #n
1563	int16	2.1.128.90+	Управление состоянием аналогового входа #64
1700 - 1701	float32c	2.1.160.102 +	Состояние аналогового входа #1
1702 - 1703	float32c	2.1.160.102 +	Состояние аналогового входа #2
...	...	...	Состояние аналогового входа #n
1826 - 1827	float32c	2.1.160.102 +	Состояние аналогового входа #64

В колонке «Адрес регистра Modbus» приведен адрес стандартного 16-битного регистра Modbus (нумерация регистров начинается с нуля).

3.4.1. Управление состоянием Аналогового входа

Для установки состояния аналогового входа через регистры «Holding register» протокола Modbus в карте предусмотрено три диапазона адресов, различающихся между собой лишь типом хранящихся в них значений (см. [Типы данных](#)):

- диапазон адресов 1000 - 1127: тип **float32c** - число в формате **IEEE-754** одинарной точности;
- диапазон адресов 1300 - 1363: тип **uint16** - беззнаковое целое число: значения от 0 до 65535;

- диапазон адресов 1500 - 1563: тип **int16** - целое число в дополнительном коде: значения от -32768 до 32767.

Нумерация аналоговых входов в колонке «Значение» соответствует номеру позиции соответствующего аналогового входа в списке каналов на закладке «AB» в настройках регистратора.

Для того, чтобы аналоговым входом можно было управлять через регистр «Holding register», в настройках входа необходимо установить:

1. значение параметра «тип сигнала» равным «внешний»;
2. значение параметра «управление» равным «Modbus Slave».

3.4.2. Чтение состояния Аналогового входа

Для чтения состояния аналогового входа через регистры «Holding register» протокола Modbus в карте предусмотрен:

- диапазон адресов 1700 - 1827: тип **float32c** - число в формате **IEEE-754** одинарной точности;

Нумерация аналоговых входов в колонке «Значение» соответствует номеру позиции соответствующего аналогового входа в списке каналов на закладке «AB» в настройках регистратора.

Примечание

Запись (команды 16, 23) в диапазон адресов 1700 - 1827 поддерживается, но данные в запросе регистратором игнорируются без возврата ошибки. Основное применение данного диапазона регистров - поддержка устройств, в которых релизована только команда [\[03\] Read Holding Registers](#), но нет поддержки команды [\[04\] Read Input Registers](#).

3.4.3. Управление состоянием Аналогового выхода

Нумерация аналоговых выходов в колонке «Значение» соответствует номеру позиции соответствующего аналогового выхода в списке каналов на закладке «AE» в настройках регистратора. Таким образом, для определения адреса регистра для конкретного канала нужно посмотреть позицию канала в списке на закладке «AE», затем в таблице [Карта регистров «Holding Register»](#) в колонке «Значение» найти строку с номером позиции и взять значения адресов регистров из колонки «Адрес регистра».

Для того, чтобы аналоговым выходом можно было управлять через регистр «Holding register», в настройках выхода необходимо установить:

1. значение параметра «управление» равным «внешний».

3.4.4. Управление Регулятором

В регистраторе предусмотрено два режима управления (переключение режима, задание уставки) регулятором (рис. [Управление регулятором](#)):

- Локальное управление осуществляется с клавиатуры регистратора через локальный (оперативный) интерфейс регулятора. Данный способ имеет приоритет.
- Дистанционное управление осуществляется через блок регистров управления Регулятором. Перевод в дистанционный режим и обратно осуществляется через локальный интерфейс регулятора.

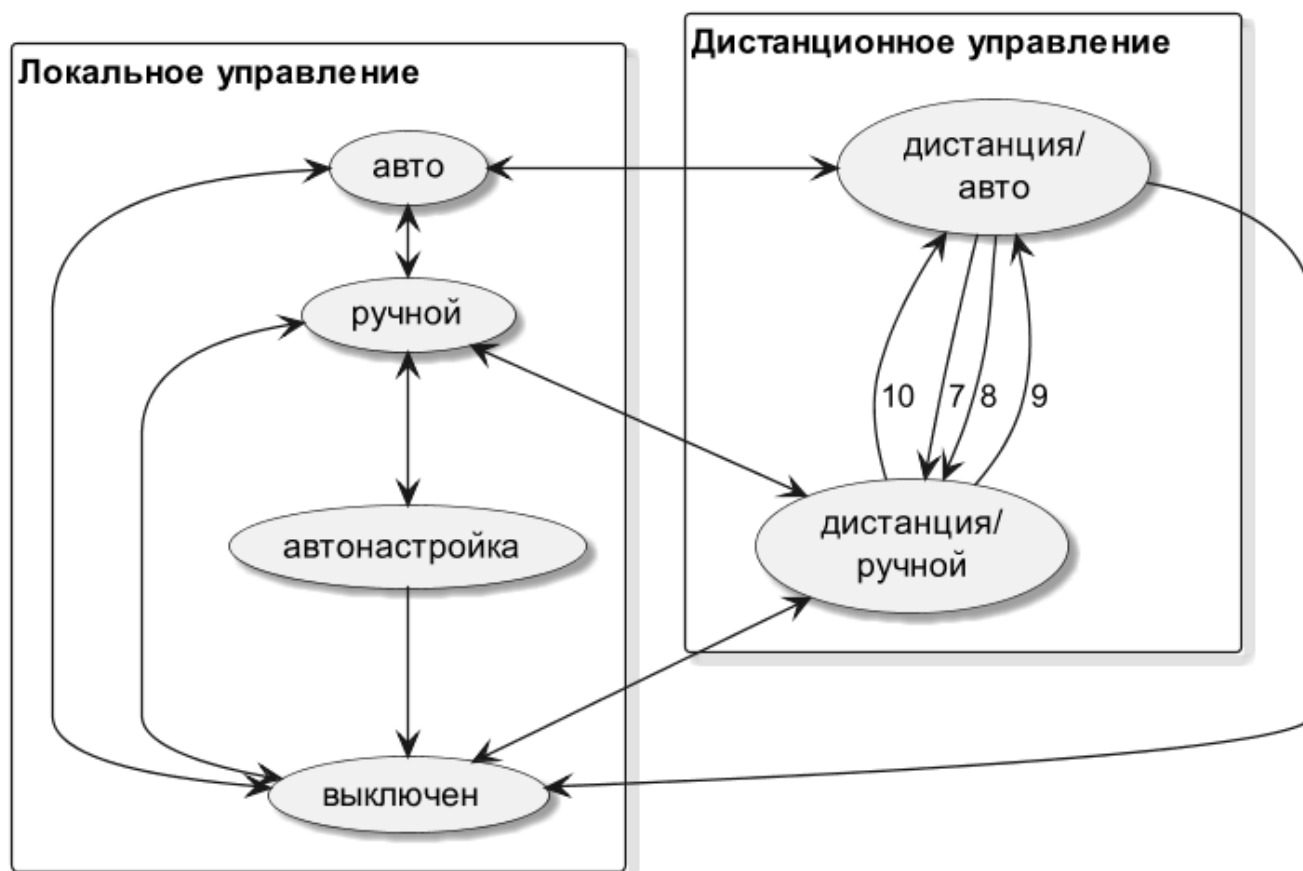


Рисунок 3. Управление регулятором

При переводе в дистанционный режим:

- из режима "выключен" - регулятор переводится в режим дистанция/ручной; на выходе регулятора устанавливается значение 0% (это значение переносится регистратором в регистр CTL.RemoteOutput).
- из режима "ручной" - регулятор переводится в режим дистанция/ручной; на выходе регулятора сохраняется установленное значение (это значение переносится регистратором в регистр CTL.RemoteOutput).
- из режима "автоматический" - регулятор переводится в режим дистанция/автомат; текущее значение уставки регулятора переносится регистратором в регистр CTL.RemoteSP.

При переводе из дистанционного режима:

- в режим "выключен" - на выходе регулятора устанавливается значение 0%.
- в режим "ручной" - оператору предлагается ввести значение, которое следует установить на выходе регулятора в ручном режиме.

- в режим "автоматический" - оператору предлагается выбрать, какое значение уставки использовать в автоматическом режиме: равным текущему измеренному значению (безударный переход) или ранее установленному.

Для каждого регулятора в карте регистров Modbus зарезервирован блок регистров. Адрес первого регистра блока приведен в [Карта регистров «Holding Register»](#). Адреса регистров внутри блока приведены в таблице [Карта блока регистров для управления Регулятором](#). Количество регуляторов в регистраторе можно определить прочитав значение регистра по адресу 73 в [Карта регистров «Input Register»](#).

Таблица 12. Карта блока регистров для управления Регулятором

Адрес регистра в блоке	Тип данных	Условное обозначение	Назначение
0 - 1	float32c	CTL.RemoteSP	Управление уставкой регулятора. Значение задается в физических единицах
2	uint16	CTL.RemoteMode	Управление режимом работы регулятора. Перечень значений приведен в Перечень значений регистра CTL.RemoteMode
3 - 4	float32c	CTL.RemoteOutput	Управление выходом регулятора. Диапазон значений: <ul style="list-style-type: none"> • ПИД: от -1,0 до +1,0 (от НПИ, % до ВПИ, %) • ПДД: от -999999,9 до +999999,9

Управление режимом работы регулятора, находящегося в дистанционном режиме, осуществляется путем записи в регистр CTL.RemoteMode числового значения из таблицы [Перечень значений регистра CTL.RemoteMode](#):

- чтение значений из регистра CTLx.RemoteMode доступно в любом режиме работы регулятора;
- запись значений в регистр CTLx.RemoteMode доступна только если регулятор находится в дистанционном режиме.

Регистры CTL.RemoteSP и CTL.RemoteOutput доступны для чтения и записи как в дистанционном так и в локальном режиме работы регулятора.

Таблица 13. Перечень значений регистра CTL.RemoteMode

значение	чтение значения из регистра CTL.RemoteMode	запись значения в регистр CTL.RemoteMode
0	Регулятор не сконфигурирован	Не поддерживается
1	Регулятор сконфигурирован, но параметр в конфигурации имеет некорректное значение (регулирование невозможно)	Не поддерживается

значение	чтение значения из регистра CTL.RemoteMode	запись значения в регистр CTL.RemoteMode
2	Регулятор выключен (на выходе 0%)	Не поддерживается
3	Регулятор в автоматическом режиме (локальное управление)	Не поддерживается
4	Регулятор в ручном режиме (локальное управление)	Не поддерживается
5	Регулятор находится в режиме "автонастройка"	Не поддерживается
6	"автонастройка" завершена	Не поддерживается
7	Регулятор находится в режиме "дистанция/автомат"	Перевод регулятора в режим дистанция/автомат. В качестве уставки регулятора используется значение, записанное ранее в регистр CTL.RemoteSP
8	Регулятор находится в режиме "дистанция/автомат"	Перевод (безударный) регулятора в режим дистанция/автомат. В качестве уставки регулятора используется текущее измеренное значение, в момент перевода это значение переносится регистратором в регистр CTL.RemoteSP
9	Регулятор находится в режиме "дистанция/ручной"	Перевод регулятора в режим дистанция/ручной. На выходе регулятора устанавливается значение, записанное ранее в регистр CTL.RemoteOutput
10	Регулятор находится в режиме "дистанция/ручной"	Перевод (безударный) регулятора в режим дистанция/ручной. На выходе регулятора сохраняется установленное значение, в момент перевода это значение переносится регистратором в регистр CTL.RemoteOutput

Глава 4. Команды протокола Modbus

В регистраторе реализованы следующие команды:

Таблица 14. Команды протокола Modbus

Код функции	Наименование в соответствии со спецификацией	Типовое использование
01 (0x01)	[01] Read Coils	Чтение состояния выходов реле (P)
02 (0x02)	[02] Read Discrete Inputs	Чтение состояния дискретных входов (ДВ)
03 (0x03)	[03] Read Holding Registers	Чтение состояния аналоговых выходов (АЕ)
04 (0x04)	[04] Read Input Registers	Чтение состояния аналоговых входов (АВ и МВ)
05 (0x05)	[05] Write Single Coil	Установка состояния выхода реле (P)
06 (0x06)	[06] Write Single Register	Установка состояния аналогового выхода (АЕ)
07 (0x07)	[07] Read Exception status	Диагностика неисправности
15 (0x0F)	[15] Write Multiple Coils	Установка состояния выходов реле (P)
16 (0x10)	[16] Write Multiple Registers	Установка состояния аналоговых выходов (АЕ)
43 (0x2B)	[43] Read device Identification	Идентификация устройства

Все команды реализованы полностью в соответствии со спецификацией Modbus.

4.1. [01] Read Coils

Данная функция предназначена для чтения состояния регистров типа «Coil». Запрос содержит начальный адрес регистра и количество запрашиваемых регистров. Адресация регистров ведется с нуля. Статус выхода передается как одно значение на бит данных. При этом:

- значение «0» соответствует состоянию реле «Разомкнуто»,
- значение «1» соответствует состоянию реле «Замкнуто».

Если запрашиваемое количество регистров не кратно 8, то оставшиеся биты в последнем байте состояния будут установлены в 0.

Запрос

Код функции (Function code)	1 байт	0x01
Начальный адрес (Starting Address)	2 байта	от 0 до 65535
Количество регистров (Quantity of coils)	2 байта	от 1 до 2000

Ответ

Код функции (Function code)	1 байт	0x01
Количество байт (Byte count)	1 байт	n
Состояние регистра (Coil Status)	n байт	

где n = Количество регистров / 8. Если остаток от деления не равен 0, то n = Количество регистров / 8 + 1

Ответ - сообщение об ошибке

Код функции (Function code)	1 байт	0x81
Код ошибки (Exception code)	1 байт	01 или 02 или 03 или 04

4.2. [02] Read Discrete Inputs

Данная функция предназначена для чтения состояния регистров типа «Discrete Input». Запрос содержит начальный адрес регистра и количество запрашиваемых регистров. Адресация регистров ведется с нуля. Статус входа передается как одно значение на бит данных. При этом:

- значение «0» соответствует состоянию входа «Разомкнуто»,
- значение «1» соответствует состоянию входа «Замкнуто».

Если запрашиваемое количество регистров не кратно 8, то оставшиеся биты в последнем байте состояния будут установлены в 0.

Запрос

Код функции (Function code)	1 байт	0x02
Начальный адрес (Starting Address)	2 байта	от 0 до 65535
Количество регистров (Quantity of Inputs)	2 байта	от 1 до 2000

Ответ

Код функции (Function code)	1 байт	0x02
Количество байт (Byte count)	1 байт	n
Состояние регистра (Input Status)	n байт	

где n = Количество регистров / 8. Если остаток от деления не равен 0, то n = Количество регистров / 8 + 1

Ответ - сообщение об ошибке

Код функции (Function code)	1 байт	0x82
Код ошибки (Exception code)	1 байт	01 или 02 или 03 или 04

4.3. [03] Read Holding Registers

Данная функция предназначена для чтения состояния регистров типа «Holding Register». Запрос содержит начальный адрес регистра и количество запрашиваемых 16-битных регистров Modbus. Адресация регистров ведется с нуля.

Запрос

Код функции (Function code)	1 байт	0x03
Начальный адрес (Starting Address)	2 байта	от 0 до 65535
Количество регистров (Quantity of Registers)	2 байта	от 1 до 125

Ответ

Код функции (Function code)	1 байт	0x03
Количество байт (Byte count)	1 байт	2 x N*
Состояние регистра (Register value)	N* x 2 Byte	

где N = Количество регистров (Quantity of Registers)

Ответ - сообщение об ошибке

Код функции (Function code)	1 байт	0x83
Код ошибки (Exception code)	1 байт	01 или 04

4.4. [04] Read Input Registers

Данная функция предназначена для чтения состояния регистров типа «Input Register». Запрос содержит начальный адрес регистра и количество запрашиваемых 16-битных регистров Modbus. Адресация регистров ведется с нуля.

Запрос

Код функции (Function code)	1 байт	0x04
Начальный адрес (Starting Address)	2 байта	от 0 до 65535
Количество регистров (Quantity of Input Registers)	2 байта	от 1 до 125

Ответ

Код функции (Function code)	1 байт	0x04
Количество байт (Byte count)	1 байт	2 x N*
Состояние регистра (Input Registers)	N* x 2 Byte	

где N = Количество регистров (Quantity of Input Registers)

Ответ - сообщение об ошибке

Код функции (Function code)	1 байт	0x84
-----------------------------	--------	------

Код ошибки (Exception code)	1 байт	01 или 04
-----------------------------	--------	-----------

4.5. [05] Write Single Coil

Данная функция предназначена для установки состояния регистра типа «Coil». Запрос содержит адрес регистра и состояние выхода. Адресация регистров ведется с нуля.

Запрос

Код функции (Function code)	1 байт	0x05
Адрес регистра (Output Address)	2 байта	от 0 до 65535
Состояние выхода (Output Value)	2 байта	<ul style="list-style-type: none"> значение 0x0000 соответствует состоянию выхода «Разомкнуто»; значение 0xFF00 соответствует состоянию выхода «Замкнуто».

Ответ

Код функции (Function code)	1 байт	0x05
Адрес регистра (Output Address)	2 байта	от 0 до 65535
Состояние выхода (Output Value)	2 байта	<ul style="list-style-type: none"> значение 0x0000 соответствует состоянию выхода «Разомкнуто»; значение 0xFF00 соответствует состоянию выхода «Замкнуто».

Ответ - сообщение об ошибке

Код функции (Function code)	1 байт	0x85
Код ошибки (Exception code)	1 байт	01 или 02 или 03 или 04

4.6. [06] Write Single Register

Данная функция предназначена для установки состояния регистра типа «Holding register». Запрос содержит адрес регистра и состояние выхода. Адресация регистров ведется с нуля.

Запрос

Код функции (Function code)	1 байт	0x06
Адрес регистра (Register Address)	2 байта	от 0 до 65535
Состояние выхода (Register Value)	2 байта	значение от 0 до 65535

Ответ

Код функции (Function code)	1 байт	0x06
-----------------------------	--------	------

Адрес регистра (Register Address)	2 байта	от 0 до 65535
Состояние выхода (Register Value)	2 байта	значение от 0 до 65535

Ответ - сообщение об ошибке

Код функции (Function code)	1 байт	0x86
Код ошибки (Exception code)	1 байт	01 или 02 или 03 или 04

4.7. [07] Read Exception status

Данная функция используется для чтения регистра состояния самодиагностики устройства.

Запрос

Код функции (Function code)	1 байт	0x07
-----------------------------	--------	------

Ответ

Код функции (Function code)	1 байт	0x07
Код ошибки (Exception code)	1 байт	0x00 – в случае, если ошибок нет, иначе – код ошибки

Ответ - сообщение об ошибке

Код функции (Function code)	1 байт	0x87
Код ошибки (Exception code)	1 байт	01 или 04

4.8. [15] Write Multiple Coils

Данная функция предназначена для установки состояния регистров типа «Coil». Запрос содержит адрес первого регистра и состояние одного или нескольких выходов. Адресация регистров ведется с нуля.

Запрос

Код функции (Function code)	1 байт	0x0F
Адрес первого регистра (Starting Address)	2 байта	от 0 до 65535
Количество регистров в запросе (Quantity of Outputs)	2 байта	от 1 до 1968
Количество байт в запросе (Byte Count)	1 байт	n*
Состояние выходов (Outputs Value)	n x 1 байт	

где $n = \text{Количество регистров} / 8$. Если остаток от деления не равен 0, то $n = \text{Количество регистров} / 8 + 1$

Ответ

Код функции (Function code)	1 байт	0x0F
Адрес первого регистра (Starting Address)	2 байта	от 0 до 65535
Количество регистров в запросе (Quantity of Outputs)	2 байта	от 1 до 1968

Ответ - сообщение об ошибке

Код функции (Function code)	1 байт	0x8F
Код ошибки (Exception code)	1 байт	01 или 02 или 03 или 04

4.9. [16] Write Multiple Registers

Данная функция предназначена для установки состояния регистров типа «Holding register». Запрос содержит адрес первого регистра и состояние одного или нескольких выходов. Адресация регистров ведется с нуля.

Запрос

Код функции (Function code)	1 байт	0x10
Адрес первого регистра (Starting Address)	2 байта	от 0 до 65535
Количество регистров в запросе (Quantity of Registers)	2 байта	от 1 до 123
Количество байт в запросе (Byte Count)	1 байт	2 x N*
Состояние выходов (Registers Value)	N x 2 байт	

где N = Количество регистров (Quantity of Registers)

Ответ

Код функции (Function code)	1 байт	0x10
Адрес первого регистра (Starting Address)	2 байта	от 0 до 65535
Количество регистров в запросе (Quantity of Registers)	2 байта	от 1 до 123

Ответ - сообщение об ошибке

Код функции (Function code)	1 байт	0x90
Код ошибки (Exception code)	1 байт	01 или 02 или 03 или 04

4.10. [43] Read device Identification

Данная функция используется для идентификации регистратора в сети Modbus. Функция возвращает следующую информацию (Basic Device Identification):

Код объекта	Имя объекта / описание	Тип	Значение
0x00	Производитель	строка ASCII	"SpecAuto"
0x01	Наименование изделия	строка ASCII	"Elmetro-VR"
0x02	Версия	строка ASCII	"v1.3.1"

Глава 5. Техническая поддержка