



**ПРОТОКОЛЫ ОБМЕНА  
ПРИБОРОВ ФИРМЫ «ВЗЛЕТ»**

Руководство пользователя

Часть I

Россия  
Санкт-Петербург  
2000

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА УРСВ-010М «ВЗЛЕТ РС» V 1.43 И МЛАДШЕ) .....	3
1.1. Протокол MODBUS .....	3
1.2. Форматы представления параметров в УРСВ-010М .....	3
1.3. Блоки параметров .....	3
2. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА УРСВ-010М «ВЗЛЕТ РС» 35.12.XX.XX).....	6
2.1. Протокол MODBUS .....	6
2.2. Адреса параметров .....	6
2.3. Архивы и журналы .....	8
2.4. Форматы переменных .....	10
3. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА РАСХОДОМЕРА-СЧЕТЧИКА УРСВ-020 «ВЗЛЕТ МР».....	11
3.1. Адреса параметров .....	11
4. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА «ВЗЛЕТ ТСП-6».....	17
5. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА ТОКОВОГО РЕГИСТРАТОРА «ВЗЛЕТ РТ» .....	33
5.1. Протокол MODBUS .....	33
5.2. Протокол обмена данными.....	33
5.3. Структура архива.....	35
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	36
Протокол MODBUS .....	36
1. Описание Протокола.....	36
2. Описание функций протокола.....	43

## 1. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА УРСВ-010М «ВЗЛЕТ РС» V 1.43 И МЛАДШЕ)

### 1.1. Протокол MODBUS

Расходомер-счетчик УРСВ-10М для связи через последовательный порт использует протокол связи MODBUS фирмы Gould Modicon<sup>1</sup>, а, в частности, функции 3 и 6. Детальное описание протокола ModBus приведено в приложении 1.

### 1.2. Форматы представления параметров в УРСВ-010М

В приборе УРСВ-10М приняты следующие форматы для представления чисел:

Таблица 2.4

Формат int (0x1234)

Адрес	+0	+1
Содержимое	0x12	0x34

Таблица 2.5

Формат long (0x12345678).

Адрес	+0	+1	+2	+3
Содержимое	0x12	0x34	0x56	0x78

Таблица 2.6

Формат float

Адрес	+0	+1	+2	+3
Содержимое	EEEE EEEE	EMMM MMMM	MMMM MMMM	MMMM MMMM

где S - Знаковый бит ( 1 - для отрицательных чисел, 0 - для положительных).

E - Экспонента со смещением 127.

M - Нормализованная мантисса. Старший бит всегда равен 1, и, следовательно, не запоминается.

### 1.3. Блоки параметров

Параметры прибора сгруппированы в блоки. Ниже приведены некоторые блоки, в которых параметры с меньшими порядковыми номерами хранятся в памяти прибора по адресам с меньшими значениями.

Блок измеряемых параметров (формат float), адрес блока: ВА92Н

1. Среднее значение расхода жидкости, м<sup>3</sup>/ч, Qv
2. Скорость звука в потоке, км/сек, С
3. Скорость потока, м/сек, Flow
4. Значение объема жидкости, прошедший через трубопровод с начала пуска прибора в положительном направлении, м<sup>3</sup>, V+
5. Значение объема жидкости, прошедший через трубопровод с начала пуска прибора в отрицательном направлении, м<sup>3</sup>, V-
6. Значение объема жидкости, прошедший через трубопровод в течение текущего часа прибора в положительном направлении, м<sup>3</sup>, Vh+
7. Значение объема жидкости, прошедший через трубопровод в течение текущего часа прибора в отрицательном направлении, м<sup>3</sup>, Vh-

<sup>1</sup> Modbus Protocol. Reference Guide. November 1983. Gould Inc.

8. Значение объема жидкости, прошедший через трубопровод в течение текущих суток прибора в положительном направлении,  $m^3$ , Vd+

9. Значение объема жидкости, прошедший через трубопровод в течение текущих суток прибора в отрицательном направлении,  $m^3$ , Vd-

10. Значение объема жидкости, прошедший через трубопровод в течение текущего месяца прибора в положительном направлении,  $m^3$ , Vm+

11. Значение объема жидкости, прошедший через трубопровод в течение текущего месяца прибора в отрицательном направлении,  $m^3$ , Vm-

Блок счетчика времени и даты (формат unsigned long), адрес блока: 8176H

1. Число секунд, прошедших с 1 января 1970 года, сек

Блок счетчиков времени работы и аварий (формат unsigned long), адрес блока: 819EH

1. Число секунд общего времени работы прибора, сек

2. Число секунд общего времени аварий, сек

Блок установочных параметров (формат float), адрес блока: 8000H

1. Внутренний диаметр трубопровода при работе с врезным участком типа «U-коллено», мм

2. Длина окружности трубопровода, мм

3. Фазовая скорость ультразвука, км/сек

4. Наружный диаметр трубопровода в плоскости установки датчиков, мм

5. Верхний предел измерения расхода,  $m^3/ч$

6. Нижний предел измерения расхода,  $m^3/ч$

7. Вязкость жидкости,

8. Зарезервировано

9. Значение базы врезного участка типа «U-коллено», мм

10. Зарезервировано

11. Зарезервировано

12. Измеренное расстояние между акустическими центрами для накладных датчиков,

мм

13. Зарезервировано

14. Толщина трубопровода, мм

15. Шероховатость стенки трубопровода, мм

16. Зарезервировано

17. Схема установки накладных датчиков (0, 1)

18. Диапазон токового выхода (0, 1, 2)

19. Коэффициент сглаживания по токовому выходу

20. Зарезервировано

21. Зарезервировано

22. Скорость обмена через RS-232 (0,1,2,3,4)

23. Номер прибора в сети

24. Зарезервировано

25. Зарезервировано

26. Зарезервировано

27. Зарезервировано

28. Зарезервировано

29. Тип датчиков (0,1,2)

30. Зарезервировано

31. Длительность импульса на импульсном выходе, мсек

32. Вес импульса на импульсном выходе,  $m^3/имп$

## Блок архивов

Архивы представляют собой кольцевой массив, который управляется двумя параметрами - номер первой записи в архиве (`end_ptr`) и номер последней (текущей) (`beg_ptr`) записи в архиве. После обнуления эти указатели устанавливаются в 0 - номер первой ячейки в архиве. После прохождения периода архивации в ячейку с номером `beg_ptr` заносится запись, а значение `beg_ptr` увеличивается на 1, указывая тем самым на новую свободную ячейку. После заполнения всего архива `beg_ptr` принимает значение 0, а `end_ptr` увеличивается на 1, т.е. происходит стирание записи с самым ранним временем архивации. Таким образом указатели `beg_ptr` и `end_ptr` принимают значения от 0 до `LEN-1`, где `LEN` длина архива в ячейках.

Число записей в архиве:

- Часовой архив – 768
- Суточный архив - 64
- Месячный архив - 64

## Форматы записей архивов

Таблица 2.7

Запись часового архива

Float	float	long unsigned	int unsigned
Значение объема, прошедшего в положительном направлении, м <sup>3</sup>	Значение объема, прошедшего в обратном направлении, м <sup>3</sup>	Время архивации - количество секунд с 01.01.1970, сек	Время аварий за час, сек

Таблица 2.8

Запись суточного и месячного архивов

Float	Float	long unsigned	long unsigned
Значение объема, прошедшего в положительном направлении, м <sup>3</sup>	Значение объема, прошедшего в обратном направлении, м <sup>3</sup>	Время архивации - количество секунд с 01.01.1970, сек	Время аварий за период архивации, сек

Размещение в памяти указателей архивов – блок указателей архивов (формат `int unsigned`), адрес блока: 818FH:

1. `beg_ptr` для часового архива
2. `beg_ptr` для суточного архива
3. `beg_ptr` для месячного архива
4. `end_ptr` для часового архива
5. `end_ptr` для суточного архива
6. `end_ptr` для месячного архива

Адреса блоков:

- |                    |       |
|--------------------|-------|
| 1. Часовой архив-  | 8380H |
| 2. Суточный архив- | AD84H |
| 3. Месячный архив- | B186H |

### **Внимание!!!**

Исправление 1 к документу "Протокол MODBUS УРСВ-010М".

14.09 26/02/1999.

Исправлены адреса переменных:

Объем нарастающим итогом по потоку - 0817AH.

Объем нарастающим итогом против потока - 0817EH.

## 2. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА УРСВ-010М «ВЗЛЕТ РС» 35.12.XX.XX)

### 2.1. Протокол MODBUS

В приборе используется стандартный протокол MODBUS RTU. Англоязычное описание протокола можно получить через Интернет на сервере фирмы Schneider<sup>2</sup>.

Прибор поддерживает следующие функции стандартного протокола: 3, 8 (код 0), 17.

Для чтения архивов используется пользовательская функция 65 (индексный запрос).

Стандартный протокол позволяет получать текущие измеренные параметры, установочные параметры, данные приборного времени. Для этих целей используется функция 3 – «ЧТЕНИЕ РЕГИСТРОВ».

Для проверки связи с прибором используется функция 8 (код 0).

Для получения информации о приборе используется функция 17.

Режим передачи последовательного канала – 8, N, 1. Скорость обмена, задержка между переключением линии RTS и началом передачи ответного сообщения задается на приборе.

Детальное описание протокола приведено в Приложении 2.

### 2.2. Адреса параметров

Таблица 3.1

Таблица регистров MODBUS

Регистр	Параметр	Формат
1	2	3
40001 / 40002	Расход, м <sup>3</sup> /ч.	Float
40003 / 40004	Объем V+, м <sup>3</sup> .	Float
40005 / 40006	Объем V-, м <sup>3</sup> .	Float
40007 / 40008	Суммарный объем, м <sup>3</sup> .	Float
40009 / 40010	Счетчик секунд приборного времени <sup>3</sup> , сек.	Long unsigned
40011 / 40012	Скорость потока, м/с.	Float
40013 / 40014	Объем S/S, м <sup>3</sup> .	Float
40015 / 40016	Дозируемый объем, м <sup>3</sup> .	Float
40017 / 40018	Скорость звука, км/с.	Float
40019 / 40020	Константа 1	Float
40021 / 40022	Константа 2	Float
40023 / 40024	Время разности, мкс.	Float
40025 / 40026	Время полсуммы, мкс.	Float
40027 / 40028	Время начала окна, мкс.	Float
40029 / 40030	Задержка ЗИ, мкс	Float
40039 / 40040	Внутренний диаметр, мм.	Float
40041 / 40042	Длина окружности, мм.	Float
40043 / 40044	Фазовая скорость, км/с.	Float
40045 / 40046	Наружный диаметр в плоскости установки ПЭА, мм	Float
40047 / 40048	Верхний порог, м <sup>3</sup> /ч	Float
40049 / 40050	Нижний порог, м <sup>3</sup> /ч	Float
40051 / 40052	Вязкость, сСт	Float
40053 / 40054	Смещение окна. Единица (1.0) соответствует примерно 6,5 мкс.	float
40055 / 40056	База прибора, мм.	Float
40057 / 40058	Осевая база врезных датчиков, мм.	Float
40059 / 40060	Смещение ΔT <sub>0</sub> , мкс.	Float
40061 / 40062	Осевая база накладных датчиков, мм.	Float

<sup>2</sup> <http://www.modicon.com/techpubs/toc7.html>

<sup>3</sup> Нулевому значению счетчика соответствует дата 00 часов 00 минут 00 секунд 1 января 1970 года.

Регистр	Параметр	Формат
40063 / 40064	Дополнительная задержка УЗС, мкс.	Float
40065 / 40066	Толщина стенки, мм.	Float
40067 / 40068	Шероховатость, мм.	Float
40069 / 40070	Знак потока (1.0 / -1.0)	Float
40071 / 40072	Число проходов УЗС	Float
40073 / 40074	Диапазон сигнала токового выхода. 1. 0.0 – 0/20 мА 2. 1.0 – 4/20 мА 3. 2.0 – 0/20 мА	Float
40075 / 40076	Коэффициент сглаживания сигнала токового выхода	Float
40077 / 40078	Коэффициент Р.	Float
40079 / 40080	$h_{ст}$ калибровочная, мм	Float
40081 / 40082	Скорость связи через последовательный порт, bps. 1. 0.0 – 75 2. 1.0 – 150 3. 2.0 – 300 4. 3.0 – 600 5. 4.0 – 1200 6. 5.0 – 2400 7. 6.0 – 4800 8. 7.0 – 9600 9. 8.0 – 19200	Float
40083 / 40084	Номер в сети	Float
40085 / 40086	Время инерции, сек.	Float
40087 / 40088	Период индикации, сек.	Float
40089 / 40090	Величина выборки	Float
40091 / 40092	Интервал усреднения	Float
40093 / 40094	Дополнительный коэффициент	Float
40095 / 40096	Тип датчиков. 1. 0.0 – накладные. 2. 1.0 – врезные, установленные по диаметру. 3. 2.0 – U-колени. 4. 3.0 – врезные, установленные по хорде.	Float
40097 / 40098	Коэффициент К.	Float
40099 / 40100	Длительность импульса, мсек.	Float
40101 / 40102	Вес импульса, м <sup>3</sup> /имп.	Float
40103 / 40104	Режим работы прибора. 1. 0.0 – поверка 2. 1.0 – штатный	Float
40111 / 40112	Смещение нуля, м <sup>3</sup> /ч.	Float
40113 / 40114	Задержка RTS, мсек.	Float
40115 / 40116	Аксиальная база, мм.	Float
40117 / 40118	Дозируемый объем, м <sup>3</sup>	Float
40119 / 40120	Частота кварца, МГц	Float

## 2.3. Архивы и журналы

### Типы архивов

- Часовой архив.
- Суточный архив.
- Месячный архив.
- Архив с переменным периодом архивирования (с переменным шагом).

Таблица 3.2

Формат структуры записи часового архива и архива с переменным шагом.

Параметр	Формат
Объем V+, м <sup>3</sup> /ч.	Float
Объем V-, м <sup>3</sup> /ч.	Float
Время архивации <sup>4</sup> .	Unsigned long
Время нештатных ситуаций, сек.	Unsigned int

Таблица 3.3

Формат структуры записи суточного и месячного архива.

Параметр	Формат
Объем V+, м <sup>3</sup> /ч.	Float
Объем V-, м <sup>3</sup> /ч.	Float
Время архивации <sup>5</sup> .	Unsigned long
Время нештатных ситуаций, сек.	Unsigned long

Таблица 3.4

### Данные архивов

Тип архива	Длина архива в записях	Размер записи архива, байт
Часовой	768	14
Суточный	64	16
Месячный	64	16
С переменным шагом	960	14

### 2.3.1. Журнал отказов и нештатных ситуаций

Таблица 3.5

#### Параметры журналов

	Длина журнала, в записях	Размер записи архива, байт
Журнал отказов	64	10
Журнал нештатных ситуаций	128	10

Таблица 3.6

Формат записи журнала отказов и нештатных ситуаций

Параметр	Формат
Код события	Unsigned char
Время начала события <sup>6</sup> , сек	Unsigned long
Время окончания события <sup>7</sup> , сек	Unsigned long
Контрольная сумма по XOR, начиная с 0FFH, всех байт данных записи	Unsigned char

<sup>4</sup> Счетчик секунд с 1 января 1970.

<sup>5</sup> Счетчик секунд с 1 января 1970.

<sup>6</sup> Счетчик секунд с 1 января 1970.

<sup>7</sup> Счетчик секунд с 1 января 1970



Таблица 3.7

## Коды отказов

Код события	Описание
1	Ошибка чтения регистров БПГС
2	Нет прерывания от БПГС
3	Нет прерывания от часов реального времени
4	Ошибка чтения часов реального времени
9	Сбой ОЗУ
10	Ошибка на шине I2C
11	Ошибка шины I2C порта 1 (PCF8574)
12	Ошибка шины I2C порта 2 (PCF8574)
13	Ошибка шины I2C часов реального времени
14	Ошибка шины I2C EEPROM

Таблица 3.8

## Коды нештатных ситуаций

Код события	Описание
0	$Q > Q_{т.в.}$
1	Ошибка индикатора
2	Коррекция часов реального времени <sup>8</sup>
3	Превышение частоты на импульсном выходе
4	Сбой внутреннего EEPROM микропроцессора
5	Нет УЗС
6	Нет питания
7	$Q > Q_{наиб.}$

Таблица 3.9

## Возможные ситуации при фиксировании событий

Поле времени начала события	Поле времени завершения события	Поле контрольной суммы	Ситуация
0	Значение	Корректно	Событие началось в момент, когда прибор не был в состоянии определить время начала события. Например, во время простоя прибора.
Значение	0	Корректно	Момент начала события был зафиксирован, а момент времени окончания – нет. Событие, возможно, завершилось во время простоя прибора.
0	0	Не имеет смысла	Данная запись не используется.
Значение	Значение	Некорректно	Данная запись повреждена.

Для получения данных архивов через последовательный интерфейс необходимо использовать функцию 65 протокола MODBUS (данная функция является расширением стандартного протокола MODBUS и принята к использованию в ЗАО «ВЗЛЕТ»). Доступ к архивам и журналам прибора осуществляется только через индексный запрос.

Таблица 3.10

## Номера архивов и журналов

Название архива	Номер архива
Архив объема с переменным шагом	0
Часовой архив объема	1
Суточный архив объема	2
Месячный архив объема	3
Журнал нештатных ситуаций	4
Журнал отказов	5

После инициализации прибора, область памяти архивов и журналов заполняется нулями.

<sup>8</sup> При этом в поле начала события отмечается время изменения показаний часов, а в поле окончания события – новое веденное время.

## 2.4. Форматы переменных

Формат типа `int` числа  $1234H = 4660$ .

Значение байта памяти	12H	34H
Относительный адрес байта в памяти.	+0	+1

Формат типа `long` числа  $12345678H = 305419896$ .

Значение байта в памяти	12H	34H	56H	78H
Относительный адрес в памяти	+0	+1	+2	+3

Формат типа `float` числа  $-12.345 = 0C145851FH$ .

Значение байта в памяти	C1H	45H	85H	1FH
Относительный адрес в памяти	+0	+1	+2	+3

### 3. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА РАСХОДОМЕРА-СЧЕТЧИКА УРСВ-020 «ВЗЛЕТ МР»

Расходомер-счетчик УРСВ 020 «Взлет МР» использует для обмена по последовательному интерфейсу протокол MODBUS, описанный в приложении 2 .

#### 3.1. Адреса параметров

##### 3.1.1 Аппаратные параметры

Таблица 4.1

Название параметра	Тип параметра	№ регистра 1	№ регистра 2
Счетчик секунд	Unsigned long	1	2
Значения потенциометров:			
-усиление I канала	Unsigned char	3	
-порог I канала	Unsigned char	4	
-усиление II канала	Unsigned char	5	
-порог II канала	Unsigned char	5	
-амплитуда II канала	Unsigned char	7	
-амплитуда I канала	Unsigned char	8	
Электронный номер прибора	Unsigned long	9	10
Дата изготовления прибора	Unsigned long	11	12
Сетевой номер прибора	Unsigned char	13	
Скорость обмена	Unsigned char	14	
Задержка сигнала RTS	Unsigned char	15	
Режим работы прибора	Unsigned char	16	
Условия работы импульсного выхода	Unsigned char	17	
Тип датчиков	Unsigned char	18	
Время инерции	Unsigned	19	
Частота кварца, МГц	float	20	21
Режим импульсного выхода	Unsigned char	22	
Длительность импульса I канала	Unsigned	23	
Длительность импульса II канала	Unsigned	24	
Командный буфер 1 канала	Unsigned	28	
Командный буфер 2 канала	Unsigned	29	
Командный буфер прибора	Unsigned	30	

### 3.1.2. Параметры рабочего режима для I канала

Таблица 4.2

Название параметра	Тип параметра	№ регистра 1	№ регистра 2
Длина окружности трубопровода, мм	float	37	38
Толщина стенки трубопровода, мм	float	39	40
Наружный диаметр трубопровода в плоскости установки датчиков, мм	float	41	42
Осевая база, мм	float	43	44
Шероховатость, мм	float	45	46
Толщина стенки калибровочного участка, мм	float	47	48
Коэффициент К	float	49	50
Коэффициент Р	float	51	52
Смещение dt, мкс	Float	53	54
Дополнительная задержка УЗС, мкс	Float	55	56
Вязкость жидкости	Float	57	58
Скорость звука в рабочей жидкости для корректировки значения доп.зад. УЗС км/с	Float	59	60
Нижний порог, м <sup>3</sup> /ч	float	61	62
Вес импульса в имп.режиме, м <sup>3</sup> /имп	float	63	64
Смещение нуля, м <sup>3</sup> /ч	Float	65	66
Фазовая скорость, км/с	Float	67	68
База прибора, мм	float	69	70
Внутренний диаметр участка U-колена, мм	float	71	72
Аксиальная база, мм	float	73	74
Верхняя уставка, м <sup>3</sup> /ч	float	75	76
Нижняя уставка, м <sup>3</sup> /ч	float	77	78
Смещение "окна"	integer	79	
Набор упр.событий дискр.выхода	Unsigned	81	
Управление потока: «0» - прямое, «1»-обратное	Unsigned char	83	
Схема установки	Unsigned char	84	
Включение	Unsigned char	85	
Коррекция скорости потока, 0 -выкл, 1 - вкл.	Unsigned char	86	
Форма зондирующего импульса	Unsigned char	87	
Инверсия зондирующего импульса, 0 - выкл, 1 – вкл	Unsigned char	88	
Интервал усреднения	Unsigned char	89	

### 3.1.3. Рассчитанные константы для I канала

Таблица 4.3

Название параметра	Тип параметра	№ регистра 1	№ регистра 2
Число циклов автоциркуляций	Unsigned char	108	
Длина окна	Unsigned	109	
Вес импульса в частотном режиме, м <sup>3</sup> /имп	Float	110	111

### 3.1.4. Параметры рабочего режима для II канала

Таблица 4.4

Название параметра	Тип параметра	№ регистра 1	№ регистра 2
Длина окружности трубопровода,мм	float	120	121
Толщина стенки трубопровода,мм	float	122	123
Диаметр трубопровода в плоскости установки датчиков,мм	float	124	125
Расстояние между акуст.центрами датчиков вдоль оси трубопровода,мм	float	126	127
Шероховатость внутренней поверхности трубопровода,мм	float	128	129
Толщина стенки калибровочного трубопровода, мм	float	130	131
Константа К	float	132	133
Константа Р.	float	134	135
Смещение dt,мкс	Float	136	137
Смещение pt, мкс	Float	138	139
Вязкость жидкости	Float	140	141
Скорость звука в данном типе жидкости при 20С, км/с	Float	142	143
Отсечка измерения расхода, м <sup>3</sup> /ч	float	144	145
Вес импульса в имп.режиме, м <sup>3</sup> /имп	float	146	147
Смещение нуля измерения расхода в режиме "Поверка", м <sup>3</sup> /ч	Float	148	149
Фазовая скорость УЗС на поверхности датчика,км/с	Float	150	151
Акустическая база врезного участка,мм	float	152	153
Внутренний диаметр участка U-колена, мм	float	154	155
Длина активного участка U-колена, мм	float	156	157
Верхняя уставка, м <sup>3</sup> /ч	float	158	159
Нижняя уставка, м <sup>3</sup> /ч	float	160	161
Смещение "окна" при выключенном режиме "Слежение"	integer	162	
Набор упр.событий дискр.выхода	Unsigned	164	
Режим "Слежение", 0 - выкл., 1 - вкл.	Unsigned char	165	
Реверсирование направления, 0 - "+1", 1 - "-1"	Unsigned char	166	
Число отражений УЗС	Unsigned char	167	
Режим излучения канала	Unsigned char	168	
Коррекция среднего значения скорости потока, 0 -выкл, 1 - вкл.	Unsigned char	169	
Форма зондирующего импульса	Unsigned char	170	
Инверсия приемного сигнала, 0 - выкл, 1 - вкл	Unsigned char	171	
Размер буфера усреднения	Unsigned char	172	

### 3.1.5. Рассчитанные константы для II канала

Таблица 4.5

Название параметра	Тип параметра	№ регистра 1	№ регистра 2
$D_{ext}$	float	181	182
$D_{int}$	Float	183	184
L	Float	185	186
$P_{tok}$	Float	187	188
$T_{calc}$	Float	189	190
Число циклов автоциркуляций	Unsigned char	191	
Длина окна в единицах ГУВ	Unsigned	192	
Вес импульса в частотном режиме, м <sup>3</sup> /имп	Float	193	194
Смещение	Float	195	196

### 3.1.6. Измеренные мгновенные значения для I канала

Таблица 4.6

Название параметра	Тип параметра	№ регистра 1	№ регистра 2
Время разности, мкс	float	203	204
Время полусуммы, мкс	Float	205	206
Время начала "окна", мкс	Float	207	208
Задержка ЗИ, мкс	Float	209	210
Счетчик расхода, м <sup>3</sup> /ч	Float	211	212
Счетчик скорости звука, км/с	Float	213	214
Счетчик скорости потока, м/с	Float	215	216

### 3.1.7. Накопительные счетчики для I канала

Таблица 4.7

Название параметра	Тип параметра	№ регистра 1	№ регистра 2
Счетчик объема по потоку	Float	220	221
Дробная часть счетчика объема по потоку	Float	222	223
Счетчик объема против потока	Float	224	225
Дробная часть счетчика объема против потока	Float	226	227

### 3.1.8. Измеренные мгновенные значения для II канала

Таблица 4.8

Название параметра	Тип параметра	№ регистра 1	№ регистра 2
Счетчик dt, мкс	float	228	229
Счетчик pt, мкс	Float	230	231
Счетчик "окна", мкс	Float	232	233
Счетчик времени перезапуска, мкс	Float	234	235
Счетчик расхода, м <sup>3</sup> /ч	Float	236	237
Счетчик скорости звука, км/с	Float	238	239
Счетчик скорости потока, м/с	Float	240	241

### 3.1.9. Накопительные счетчики для II канала

Таблица 4.9

Название параметра	Тип параметра	№ регистра 1	№ регистра 2
Счетчик объема по потоку	Float	245	246
Дробная часть счетчика объема по потоку	Float	247	248
Счетчик объема против потока	Float	249	250
Дробная часть счетчика объема против потока	Float	251	252

### 3.1.10. Параметры состояния

Таблица 4.10

Название параметра	Тип параметра	№ регистра 1	№ регистра 2
Текущие флаги отказов	Unsigned	253	
Текущие флаги нештатных ситуаций I канала	Unsigned	255	
Текущие флаги нештатных ситуаций II канала	Unsigned	256	

### 3.1.11. Архивы и журналы расходомера

Расходомер-счетчик ВЗЛЕТ-МР имеет три архива объема (часовой архив, суточный архив и месячный архив) и три журнала событий (журнал отказов, журнал нештатных ситуаций и журнал действий оператора). Чтение архивов и журналов производится функцией 65. Для чтения архивов можно использовать запрос по времени или по индексу, а для чтения журналов – только по индексу.

Таблица 4.11

Название архива (журнала)	Номер архива (журнала)	Количество записей
Часовой архив объемов	0	672
Суточный архив объемов	1	64
Месячный архив объемов	2	24
Журнал отказов	3	32
Журнал действий оператора	4	64
Журнал нештатных ситуаций	5	128

Таблица 4.12

#### Формат одной записи архива

Номера байтов	Данные	Тип данных
0 - 3	Дата и время архивации в секундах от 01.01.1970	Long
4 - 7	Объем в прямом направлении для первого канала	Float
8 - 11	Объем в обратном направлении для первого канала	Float
12 - 15	Объем в прямом направлении для второго канала	Float
16 - 19	Объем в обратном направлении для второго канала	Float
20 - 23	Суммарное время аварий первого канала в секундах	Long
24 - 27	Суммарное время аварий второго канала в секундах	Long
28	Сумма всех байт записи (0 - 27)	Byte

Таблица 4.13

#### Формат одной записи журнала

Номера байтов	Данные	Тип данных
0	Код события	Byte
1 - 4	Дата и время начала события в секундах от 01.01.1970	Long
5 - 8	Дата и время окончания события в секундах от 01.01.1970	Long
9	Сумма всех байт записи (0 - 8)	Byte

Если время окончания равно нулю, то это означает, что событие продолжается до сих пор. Если время начала равно нулю, то это означает, что время начала определить невозможно (длительность события превысила цикл записи всего журнала).

Таблица 4.14

## Коды событий в журнале отказов

Код события	Событие
1	Ошибка часов
2	Нет прерывания часов
3	Данные часов некорректны
4	Ошибка импульсного генератора
5	Нет прерывания от БПГС первого канала
6	Нет прерывания от БПГС второго канала

Таблица 4.15

## Коды событий в журнале действий оператора

Код события	Событие
1	Корректировка часов
2	Корректировка данных

Таблица 4.16

## Коды событий в журнале нештатных ситуаций

Код события	Событие
1	Частота превысила максимальное значение
2	Расход превысил максимальное допустимое значение
3	Недопустимое значение параметра
4	Нет УЗС
5	Расход превысил верхнюю уставку
6	Расход опустился ниже нижней уставки
16	Выключено питание прибора



#### 4. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА «ВЗЛЕТ ТСП-6»

В приборе используется стандартный протокол MODBUS RTU.

Прибор поддерживает следующие функции стандартного протокола: 3, 8 (код 0), 17.

Для чтения архивов используется пользовательская функция 65.

Стандартный протокол позволяет получать текущие измеренные параметры, расчетные параметры, установочные параметры, данные приборного времени. Для этих целей используется функция 3 – «ЧТЕНИЕ РЕГИСТРОВ».

Для проверки связи с прибором используется функция 8 (код 0).

Для получения информации о приборе используется функция 17.

Режим передачи последовательного канала – 8, N, 1. Скорость обмена, задержка между переключением линии RTS и началом передачи ответного сообщения задается на приборе.

Детальное описание протокола приведено в Приложении 2.

#### Адреса параметров

Таблица регистров MODBUS

Регистр	Параметр	Формат
300001	Режим работы прибора (WORK, SERVICE, REPAIR)	Unsigned char
300002	Состояние точки измерения 1 (прим.1)	Unsigned char
300003	Состояние точки измерения 2 (прим.1)	Unsigned char
300004	Состояние точки измерения 3 (прим.1)	Unsigned char
300005	Состояние точки измерения 4 (прим.1)	Unsigned char
300006	Состояние точки измерения 5 (прим.1)	Unsigned char
300007	Состояние точки измерения 6 (прим.1)	Unsigned char
300008- 316384	Резерв	Char
316385	Слово состояния теплосистемы 1 (прим.2)	Unsigned int
316386	Слово состояния теплосистемы 2 (прим.2)	Unsigned int
316387	Слово состояния теплосистемы 3 (прим.2)	Unsigned int
316388	Частота в точке 1	Unsigned int
316389	Частота в точке 2	Unsigned int
316390	Частота в точке 3	Unsigned int
316391	Частота в точке 4	Unsigned int
316392	Частота в точке 5	Unsigned int
316393	Частота в точке 6	Unsigned int
316394	Код АЦП для точки 1	Unsigned int
316395	Код АЦП для точки 2	Unsigned int
316396	Код АЦП для точки 3	Unsigned int
316397	Код АЦП для точки 4	Unsigned int
316398	Код АЦП для точки 5	Unsigned int
316399	Код АЦП для точки 6	Unsigned int
316400	Код АЦП для опорного напряжения	Unsigned int
316401	Код АЦП для нулевого напряжения	Unsigned int
316402	Температура в точке 1 в сотых долях градуса	Signed int
316403	Температура в точке 2 в сотых долях градуса	Signed int
316404	Температура в точке 3 в сотых долях градуса	Signed int
316405	Температура в точке 4 в сотых долях градуса	Signed int
316406	Температура в точке 5 в сотых долях градуса	Signed int

316407	Температура в точке 6 в сотых долях градуса	Signed int
316408-349152	Резерв	Int
F349153	Тепловая мощность 1 теплосистемы 1	Float
F349155	Тепловая мощность 2 теплосистемы 1	Float
F349157	Тепловая мощность 3 теплосистемы 1	Float
F349159	Тепловая мощность 1 теплосистемы 2	Float
F349161	Тепловая мощность 2 теплосистемы 2	Float
F349163	Тепловая мощность 3 теплосистемы 2	Float
F349165	Тепловая мощность 1 теплосистемы 3	Float
F349167	Тепловая мощность 2 теплосистемы 3	Float
F349169	Тепловая мощность 3 теплосистемы 3	Float
F349171	Плотность воды в канале 0	Float
F349173	Энтальпия воды в канале 0	Float
F349175	Текущая температура воды в канале 0	Float
F349177	Текущее давление воды в канале 0	Float
F349179	Плотность воды в канале 1	Float
F349181	Энтальпия воды в канале 1	Float
F349183	Текущая температура воды в канале 1	Float
F349185	Текущее давление воды в канале 1	Float
F349187	Расход массовый воды в канале 1	Float
F349189	Плотность воды в канале 2	Float
F349191	Энтальпия воды в канале 2	Float
F349193	Текущая температура воды в канале 2	Float
F349195	Текущее давление воды в канале 2	Float
F349197	Расход массовый воды в канале 2	Float
F349199	Плотность воды в канале 3	Float
F349201	Энтальпия воды в канале 3	Float
F349203	Текущая температура воды в канале 3	Float
F349205	Текущее давление воды в канале 3	Float
F349207	Расход массовый воды в канале 3	Float
F349209	Плотность воды в канале 4	Float
F349211	Энтальпия воды в канале 4	Float
F349213	Текущая температура воды в канале 4	Float
F349215	Текущее давление воды в канале 4	Float
F349217	Расход массовый воды в канале 4	Float
F349219	Плотность воды в канале 5	Float
F349221	Энтальпия воды в канале 5	Float
F349223	Текущая температура воды в канале 5	Float
F349225	Текущее давление воды в канале 5	Float
F349227	Расход массовый воды в канале 5	Float
F349229	Плотность воды в канале 6	Float
F349231	Энтальпия воды в канале 6	Float
F349233	Текущая температура воды в канале 6	Float
F349235	Текущее давление воды в канале 6	Float
F349237	Расход массовый воды в канале 6	Float
F349239	Расход объемный в точке 1	Float
F349241	Температура в точке 1	Float
F349243	Давление в точке 1	Float

F349245	Расход объемный в точке 2	Float
F349247	Температура в точке 2	Float
F349249	Давление в точке 2	Float
F349251	Расход объемный в точке 3	Float
F349253	Температура в точке 3	Float
F349255	Давление в точке 3	Float
F349257	Расход объемный в точке 4	Float
F349259	Температура в точке 4	Float
F349261	Давление в точке 4	Float
F349263	Расход объемный в точке 5	Float
F349265	Температура в точке 5	Float
F349267	Давление в точке 5	Float
F349269	Расход объемный в точке 6	Float
F349271	Температура в точке 6	Float
F349273	Давление в точке 6	Float
400001	Адрес в сети	Unsigned char
400002	Индекс скорости обмена: 0 - 1200, 1 – 2400, 2 - 4800, 3 - 9600, 4 - 19200, 5 - 38400	Unsigned char
400003	Задержка RTS (мс)	Unsigned char
400004	Текущий год по RTC (последние две цифры)	Unsigned char
400005	Текущий месяц по RTC	Unsigned char
400006	Текущая дата по RTC	Unsigned char
400007	Текущий час по RTC	Unsigned char
400008	Текущая минута по RTC	Unsigned char
400009	Текущая секунда по RTC	Unsigned char
400010	Резерв	Char
400011	Резерв	Char
400012	Номер канала массы 1 для W1 теплосистемы 1	Unsigned char
400013	Номер канала массы 2 для W1 теплосистемы 1	Unsigned char
400014	Номер канала массы 1 для W2 теплосистемы 1	Unsigned char
400015	Номер канала массы 2 для W2 теплосистемы 1	Unsigned char
400016	Номер канала энтальпии 1 для W1 теплосистемы 1	Unsigned char
400017	Номер канала энтальпии 2 для W1 теплосистемы 1	Unsigned char
400018	Номер канала энтальпии 1 для W2 теплосистемы 1	Unsigned char
400019	Номер канала энтальпии 2 для W2 теплосистемы 1	Unsigned char
400020	Индекс формулы для W1 теплосистемы 1 (прим.3)	Unsigned char
400021	Индекс формулы для W2 теплосистемы 1 (прим.3)	Unsigned char
400022	Индекс формулы для W3 теплосистемы 1 (прим.3)	Unsigned char
400023	Тип параметра в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 1 (прим.4)	Unsigned char
400024	Индекс первого параметра в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 1	Unsigned char
400025	Код действия сравнения в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 1 (прим.5)	Unsigned char
400026	Индекс второго параметра в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 1	Unsigned char
400027	Код математического оператора в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 1 (прим.6)	Unsigned char

400028	Тип параметра в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 1 (прим.4)	Unsigned char
400029	Индекс первого параметра в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 1	Unsigned char
400030	Код символа присвоения в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 1 (прим.5)	Unsigned char
400031	Индекс второго параметра в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 1	Unsigned char
400032	Код математического оператора в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 1 (прим.6)	Unsigned char
400033	Тип параметра в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 1 (прим.4)	Unsigned char
400034	Индекс первого параметра в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 1	Unsigned char
400035	Код действия сравнения в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 1 (прим.5)	Unsigned char
400036	Индекс второго параметра в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 1	Unsigned char
400037	Код математического оператора в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 1 (прим.6)	Unsigned char
400038	Тип параметра в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 1 (прим.4)	Unsigned char
400039	Индекс первого параметра в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 1	Unsigned char
400040	Код символа присвоения в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 1 (прим.5)	Unsigned char
400041	Индекс второго параметра в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 1	Unsigned char
400042	Код математического оператора в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 1	Unsigned char
400043	Тип параметра в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 1 (прим.4)	Unsigned char
400044	Индекс первого параметра в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 1	Unsigned char
400045	Код действия сравнения в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 1 (прим.5)	Unsigned char
400046	Индекс второго параметра в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 1	Unsigned char
400047	Код математического оператора в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 1 (прим.6)	Unsigned char
400048	Тип параметра в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 1 (прим.4)	Unsigned char
400049	Индекс первого параметра в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 1	Unsigned char
400050	Код символа присвоения в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 1 (прим.5)	Unsigned char
400051	Индекс второго параметра в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 1	Unsigned char
400052	Код математического оператора в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 1 (прим.6)	Unsigned char
400053	Номер канала массы 1 для W1 теплосистемы 2	Unsigned char

400054	Номер канала массы 2 для W1 теплосистемы 2	Unsigned char
400055	Номер канала массы 1 для W2 теплосистемы 2	Unsigned char
400056	Номер канала массы 2 для W2 теплосистемы 2	Unsigned char
400057	Номер канала энтальпии 1 для W1 теплосистемы 2	Unsigned char
400058	Номер канала энтальпии 2 для W1 теплосистемы 2	Unsigned char
400059	Номер канала энтальпии 1 для W2 теплосистемы 2	Unsigned char
400060	Номер канала энтальпии 2 для W2 теплосистемы 2	Unsigned char
400061	Индекс формулы для W1 теплосистемы 2 (прим.3)	Unsigned char
400062	Индекс формулы для W2 теплосистемы 2 (прим.3)	Unsigned char
400063	Индекс формулы для W3 теплосистемы 2 (прим.3)	Unsigned char
400064	Тип параметра в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 2 (прим.4)	Unsigned char
400065	Индекс первого параметра в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 2	Unsigned char
400066	Код действия сравнения в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 2 (прим.5)	Unsigned char
400067	Индекс второго параметра в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 2	Unsigned char
400068	Код математического оператора в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 2 (прим.6)	Unsigned char
400069	Тип параметра в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 2 (прим.4)	Unsigned char
400070	Индекс первого параметра в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 2	Unsigned char
400071	Код символа присвоения в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 2 (прим.5)	Unsigned char
400072	Индекс второго параметра в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 2	Unsigned char
400073	Код математического оператора в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 2 (прим.6)	Unsigned char
400074	Тип параметра в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 2 (прим.4)	Unsigned char
400075	Индекс первого параметра в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 2	Unsigned char
400076	Код действия сравнения в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 2 (прим.5)	Unsigned char
400077	Индекс второго параметра в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 2	Unsigned char
400078	Код математического оператора в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 2 (прим.6)	Unsigned char
400079	Тип параметра в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 2 (прим.4)	Unsigned char
400080	Индекс первого параметра в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 2	Unsigned char
400081	Код символа присвоения в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 2 (прим.5)	Unsigned char
400082	Индекс второго параметра в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 2	Unsigned char
400083	Код математического оператора в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 2 (прим.6)	Unsigned char

400084	Тип параметра в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 2 (прим.4)	Unsigned char
400085	Индекс первого параметра в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 2	Unsigned char
400086	Код действия сравнения в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 2 (прим.5)	Unsigned char
400087	Индекс второго параметра в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 2	Unsigned char
400088	Код математического оператора в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 2 (прим.6)	Unsigned char
400089	Тип параметра в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 2 (прим.4)	Unsigned char
400090	Индекс первого параметра в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 2	Unsigned char
400091	Код символа присвоения в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 2 (прим.5)	Unsigned char
400092	Индекс второго параметра в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 2	Unsigned char
400093	Код математического оператора в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 2 (прим.6)	Unsigned char
400094	Номер канала массы 1 для W1 теплосистемы 3	Unsigned char
400095	Номер канала массы 2 для W1 теплосистемы 3	Unsigned char
400096	Номер канала массы 1 для W2 теплосистемы 3	Unsigned char
400097	Номер канала массы 2 для W2 теплосистемы 3	Unsigned char
400098	Номер канала энтальпии 1 для W1 теплосистемы 3	Unsigned char
400099	Номер канала энтальпии 2 для W1 теплосистемы 3	Unsigned char
400100	Номер канала энтальпии 1 для W2 теплосистемы 3	Unsigned char
400101	Номер канала энтальпии 2 для W2 теплосистемы 3	Unsigned char
400102	Индекс формулы для W1 теплосистемы 3 (прим.3)	Unsigned char
400103	Индекс формулы для W2 теплосистемы 3 (прим.3)	Unsigned char
400104	Индекс формулы для W3 теплосистемы 3 (прим.3)	Unsigned char
400105	Тип параметра в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 3 (прим.4)	Unsigned char
400106	Индекс первого параметра в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 3	Unsigned char
400107	Код действия сравнения в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 3 (прим.5)	Unsigned char
400108	Индекс второго параметра в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 3	Unsigned char
400109	Код математического оператора в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 3 (прим.6)	Unsigned char
400110	Тип параметра в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 3 (прим.4)	Unsigned char
400111	Индекс первого параметра в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 3	Unsigned char
400112	Код символа присвоения в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 3 (прим.5)	Unsigned char
400113	Индекс второго параметра в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 3	Unsigned char

400114	Код математического оператора в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 3 (прим.6)	Unsigned char
400115	Тип параметра в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 3 (прим.4)	Unsigned char
400116	Индекс первого параметра в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 3	Unsigned char
400117	Код действия сравнения в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 3 (прим.5)	Unsigned char
400118	Индекс второго параметра в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 3	Unsigned char
400119	Код математического оператора в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 3 (прим.6)	Unsigned char
400120	Тип параметра в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 3 (прим.4)	Unsigned char
400121	Индекс первого параметра в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 3	Unsigned char
400122	Код символа присвоения в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 3 (прим.5)	Unsigned char
400123	Индекс второго параметра в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 3	Unsigned char
400124	Код математического оператора в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 3 (прим.6)	Unsigned char
400125	Тип параметра в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 3 (прим.4)	Unsigned char
400126	Индекс первого параметра в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 3	Unsigned char
400127	Код действия сравнения в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 3 (прим.5)	Unsigned char
400128	Индекс второго параметра в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 3	Unsigned char
400129	Код математического оператора в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 3 (прим.6)	Unsigned char
400130	Тип параметра в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 3 (прим.4)	Unsigned char
400131	Индекс первого параметра в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 3	Unsigned char
400132	Код символа присвоения в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 3 (прим.5)	Unsigned char
400133	Индекс второго параметра в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 3	Unsigned char
400134	Код математического оператора в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 3 (прим.6)	Unsigned char
400135	Конфигурация канала 0 (прим. 7)	Unsigned char
400136	Состояние канала 0 за текущую минуту (прим.8)	Unsigned char
400137	Состояние канала 0 за текущий час (прим.8)	Unsigned char
400138	Состояние канала 0 за текущие сутки (прим.8)	Unsigned char
400139	Состояние канала 0 за текущий месяц (прим.8)	Unsigned char
400140	Конфигурация канала 1 (прим. 7)	Unsigned char
400141	Состояние канала 1 за текущую минуту (прим.8)	Unsigned char
400142	Состояние канала 1 за текущий час (прим.8)	Unsigned char

400143	Состояние канала 1 за текущие сутки (прим.8)	Unsigned char
400144	Состояние канала 1 за текущий месяц (прим.8)	Unsigned char
400145	Конфигурация канала 2 (прим. 7)	Unsigned char
400146	Состояние канала 2 за текущую минуту (прим.8)	Unsigned char
400147	Состояние канала 2 за текущий час (прим.8)	Unsigned char
400148	Состояние канала 2 за текущие сутки (прим.8)	Unsigned char
400149	Состояние канала 2 за текущий месяц (прим.8)	Unsigned char
400150	Конфигурация канала 3 (прим. 7)	Unsigned char
400151	Состояние канала 3 за текущую минуту (прим.8)	Unsigned char
400152	Состояние канала 3 за текущий час (прим.8)	Unsigned char
400153	Состояние канала 3 за текущие сутки (прим.8)	Unsigned char
400154	Состояние канала 3 за текущий месяц (прим.8)	Unsigned char
400155	Конфигурация канала 4 (прим. 7)	Unsigned char
400156	Состояние канала 4 за текущую минуту (прим.8)	Unsigned char
400157	Состояние канала 4 за текущий час (прим.8)	Unsigned char
400158	Состояние канала 4 за текущие сутки (прим.8)	Unsigned char
400159	Состояние канала 4 за текущий месяц (прим.8)	Unsigned char
400160	Конфигурация канала 5 (прим. 7)	Unsigned char
400161	Состояние канала 5 за текущую минуту (прим.8)	Unsigned char
400162	Состояние канала 5 за текущий час (прим.8)	Unsigned char
400163	Состояние канала 5 за текущие сутки (прим.8)	Unsigned char
400164	Состояние канала 5 за текущий месяц (прим.8)	Unsigned char
400165	Конфигурация канала 6 (прим. 7)	Unsigned char
400166	Состояние канала 6 за текущую минуту (прим.8)	Unsigned char
400167	Состояние канала 6 за текущий час (прим.8)	Unsigned char
400168	Состояние канала 6 за текущие сутки (прим.8)	Unsigned char
400169	Состояние канала 6 за текущий месяц (прим.8)	Unsigned char
S400170	Температурная поправка в точке измерения 1	Signed char
S400171	Поправка давления в точке измерения 1	Signed char
400172	Код типа преобразователя температуры в точке измерения 1 (прим. 9)	Unsigned char
400173	Код типа преобразователя давления в точке измерения 1 (прим.10)	Unsigned char
400174	Состояние точки измерения 1 (прим.11)	Unsigned char
S400175	Температурная поправка в точке измерения 2	Signed char
S400176	Поправка давления в точке измерения 2	Signed char
400177	Код типа преобразователя температуры в точке измерения 2 (прим. 9)	Unsigned char
400178	Код типа преобразователя давления в точке измерения 2 (прим.10)	Unsigned char
400179	Состояние точки измерения 2 (прим.11)	Unsigned char
S400180	Температурная поправка в точке измерения 3	Signed char
S400181	Поправка давления в точке измерения 3	Signed char
400182	Код типа преобразователя температуры в точке измерения 3 (прим. 9)	Unsigned char
400183	Код типа преобразователя давления в точке измерения 3 (прим.10)	Unsigned char
400184	Состояние точки измерения 3 (прим.11)	Unsigned char
S400185	Температурная поправка в точке измерения 4	Signed char



S400186	Поправка давления в точке измерения 4	Signed char
400187	Код типа преобразователя температуры в точке измерения 4 (прим. 9)	Unsigned char
400188	Код типа преобразователя давления в точке измерения 4 (прим.10)	Unsigned char
400189	Состояние точки измерения 4 (прим.11)	Unsigned char
S400190	Температурная поправка в точке измерения 5	Signed char
S400191	Поправка давления в точке измерения 5	Signed char
400192	Код типа преобразователя температуры в точке измерения 5 (прим. 9)	Unsigned char
400193	Код типа преобразователя давления в точке измерения 5 (прим.10)	Unsigned char
400194	Состояние точки измерения 5 (прим.11)	Unsigned char
S400195	Температурная поправка в точке измерения 6	Signed char
S400196	Поправка давления в точке измерения 6	Signed char
400197	Код типа преобразователя температуры в точке измерения 6 (прим. 9)	Unsigned char
400198	Код типа преобразователя давления в точке измерения 6 (прим.10)	Unsigned char
400199	Состояние точки измерения 6 (прим.11)	Unsigned char
400200-416377	Резерв	Char
416388	Количество записей в журнале действий пользователя	Unsigned int
416389-432768	Резерв	Int
D432769	Заводской номер прибора	Unsigned long
D432771	Системное время в секундах с 00:00:00 01-01-1970	Unsigned long
D432773	Продолжительность безотказной работы теплосистемы 1	Unsigned long
D432775	Продолжительность отказов в теплосистеме 1	Unsigned long
D432777	Продолжительность нештатной ситуации 1 в теплосистеме 1	Unsigned long
D432779	Продолжительность нештатной ситуации 2 в теплосистеме 1	Unsigned long
D432781	Продолжительность нештатной ситуации 3 в теплосистеме 1	Unsigned long
D432783	Продолжительность безотказной работы теплосистемы 2	Unsigned long
D432785	Продолжительность отказов в теплосистеме 2	Unsigned long
D432787	Продолжительность нештатной ситуации 1 в теплосистеме 2	Unsigned long
D432789	Продолжительность нештатной ситуации 2 в теплосистеме 2	Unsigned long
D432791	Продолжительность нештатной ситуации 3 в теплосистеме 2	Unsigned long
D432793	Продолжительность безотказной работы теплосистемы 3	Unsigned long
D432795	Продолжительность отказов в теплосистеме 3	Unsigned long
D432797	Продолжительность нештатной ситуации 1 в теплосистеме 3	Unsigned long
D432799	Продолжительность нештатной ситуации 2 в теплосистеме 3	Unsigned long
D432801	Продолжительность нештатной ситуации 3 в теплосистеме 3	Unsigned long
432803-449151	Резерв	Unsigned long
F449153	Теплота W1 (целая часть) в теплосистеме 1	Float
F449155	Теплота W2 (целая часть) в теплосистеме 1	Float
F449157	Теплота W3 (целая часть) в теплосистеме 1	Float
F449159	Теплота W1 (дробная часть) в теплосистеме 1	Float
F449161	Теплота W2 (дробная часть) в теплосистеме 1	Float
F449163	Теплота W3 (дробная часть) в теплосистеме 1	Float

F449165	Теплота W1 (целая часть) в теплосистеме 2	Float
F449167	Теплота W2 (целая часть) в теплосистеме 2	Float
F449169	Теплота W3 (целая часть) в теплосистеме 2	Float
F449171	Теплота W1 (дробная часть) в теплосистеме 2	Float
F449173	Теплота W2 (дробная часть) в теплосистеме 2	Float
F449175	Теплота W3 (дробная часть) в теплосистеме 2	Float
F449177	Теплота W1 (целая часть) в теплосистеме 3	Float
F449179	Теплота W2 (целая часть) в теплосистеме 3	Float
F449181	Теплота W3 (целая часть) в теплосистеме 3	Float
F449183	Теплота W1 (дробная часть) в теплосистеме 3	Float
F449185	Теплота W2 (дробная часть) в теплосистеме 3	Float
F449187	Теплота W3 (дробная часть) в теплосистеме 3	Float
F449189	Коэффициент в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 1	Float
F449191	Коэффициент в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 1	Float
F449193	Коэффициент в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 1	Float
F449195	Коэффициент в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 1	Float
F449197	Коэффициент в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 1	Float
F449199	Коэффициент в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 1	Float
F449201	Коэффициент в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 2	Float
F449203	Коэффициент в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 2	Float
F449205	Коэффициент в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 2	Float
F449207	Коэффициент в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 2	Float
F449209	Коэффициент в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 2	Float
F449211	Коэффициент в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 2	Float
F449213	Коэффициент в условии возникновения нештатной ситуации 1 в теплосистеме 3	Float
F449215	Коэффициент в реакции на нештатную ситуацию 1 в теплосистеме 3	Float
F449217	Коэффициент в условии возникновения нештатной ситуации 2 в теплосистеме 3	Float
F449219	Коэффициент в реакции на нештатную ситуацию 2 в теплосистеме 3	Float
F449221	Коэффициент в условии возникновения нештатной ситуации 3 в теплосистеме 3	Float
F449223	Коэффициент в реакции на нештатную ситуацию 3 в теплосистеме 3	Float
F449225	Договорной массовый расход в канале 0	Float
F449227	Полная масса воды в канале 0	Float

F449229	Дробная часть полной массы в канале 0	Float
F449231	Договорная температура в канале 0	Float
F449233	Среднечасовая температура в канале 0	Float
F449235	Среднесуточная температура в канале 0	Float
F449237	Среднемесячная температура в канале 0	Float
F449239	Договорное давление в канале 0	Float
F449241	Среднечасовое давление в канале 0	Float
F449243	Среднесуточное давление в канале 0	Float
F449245	Среднемесячное давление в канале 0	Float
F449247	Часовой весовой коэффициент в канале 0	Float
F449249	Суточный весовой коэффициент в канале 0	Float
F449251	Месячный весовой коэффициент в канале 0	Float
F449253	Договорной массовый расход в канале 1	Float
F449255	Полная масса воды в канале 1	Float
F449257	Дробная часть полной массы в канале 1	Float
F449259	Договорная температура в канале 1	Float
F449261	Среднечасовая температура в канале 1	Float
F449263	Среднесуточная температура в канале 1	Float
F449265	Среднемесячная температура в канале 1	Float
F449267	Договорное давление в канале 1	Float
F449269	Среднечасовое давление в канале 1	Float
F449271	Среднесуточное давление в канале 1	Float
F449273	Среднемесячное давление в канале 1	Float
F449275	Часовой весовой коэффициент в канале 1	Float
F449277	Суточный весовой коэффициент в канале 1	Float
F449279	Месячный весовой коэффициент в канале 1	Float
F449281	Договорной массовый расход в канале 2	Float
F449283	Полная масса воды в канале 2	Float
F449285	Дробная часть полной массы в канале 2	Float
F449287	Договорная температура в канале 2	Float
F449289	Среднечасовая температура в канале 2	Float
F449291	Среднесуточная температура в канале 2	Float
F449293	Среднемесячная температура в канале 2	Float
F449295	Договорное давление в канале 2	Float
F449297	Среднечасовое давление в канале 2	Float
F449299	Среднесуточное давление в канале 2	Float
F449301	Среднемесячное давление в канале 2	Float
F449303	Часовой весовой коэффициент в канале 2	Float
F449305	Суточный весовой коэффициент в канале 2	Float
F449307	Месячный весовой коэффициент в канале 2	Float
F449309	Договорной массовый расход в канале 3	Float
F449311	Полная масса воды в канале 3	Float
F449313	Дробная часть полной массы в канале 3	Float
F449315	Договорная температура в канале 3	Float
F449317	Среднечасовая температура в канале 3	Float
F449319	Среднесуточная температура в канале 3	Float
F449321	Среднемесячная температура в канале 3	Float
F449323	Договорное давление в канале 3	Float
F449325	Среднечасовое давление в канале 3	Float

F449327	Среднесуточное давление в канале 3	Float
F449329	Среднемесячное давление в канале 3	Float
F449331	Часовой весовой коэффициент в канале 3	Float
F449333	Суточный весовой коэффициент в канале 3	Float
F449335	Месячный весовой коэффициент в канале 3	Float
F449337	Договорной массовый расход в канале 4	Float
F449339	Полная масса воды в канале 4	Float
F449341	Дробная часть полной массы в канале 4	Float
F449343	Договорная температура в канале 4	Float
F449345	Среднечасовая температура в канале 4	Float
F449347	Среднесуточная температура в канале 4	Float
F449349	Среднемесячная температура в канале 4	Float
F449351	Договорное давление в канале 4	Float
F449353	Среднечасовое давление в канале 4	Float
F449355	Среднесуточное давление в канале 4	Float
F449357	Среднемесячное давление в канале 4	Float
F449359	Часовой весовой коэффициент в канале 4	Float
F449361	Суточный весовой коэффициент в канале 4	Float
F449363	Месячный весовой коэффициент в канале 4	Float
F449365	Договорной массовый расход в канале 5	Float
F449367	Полная масса воды в канале 5	Float
F449369	Дробная часть полной массы в канале 5	Float
F449371	Договорная температура в канале 5	Float
F449373	Среднечасовая температура в канале 5	Float
F449375	Среднесуточная температура в канале 5	Float
F449377	Среднемесячная температура в канале 5	Float
F449379	Договорное давление в канале 5	Float
F449381	Среднечасовое давление в канале 5	Float
F449383	Среднесуточное давление в канале 5	Float
F449385	Среднемесячное давление в канале 5	Float
F449387	Часовой весовой коэффициент в канале 5	Float
F449389	Суточный весовой коэффициент в канале 5	Float
F449391	Месячный весовой коэффициент в канале 5	Float
F449393	Договорной массовый расход в канале 6	Float
F449395	Полная масса воды в канале 6	Float
F449397	Дробная часть полной массы в канале 6	Float
F449399	Договорная температура в канале 6	Float
F449401	Среднечасовая температура в канале 6	Float
F449403	Среднесуточная температура в канале 6	Float
F449405	Среднемесячная температура в канале 6	Float
F449407	Договорное давление в канале 6	Float
F449409	Среднечасовое давление в канале 6	Float
F449411	Среднесуточное давление в канале 6	Float
F449413	Среднемесячное давление в канале 6	Float
F449415	Часовой весовой коэффициент в канале 6	Float
F449417	Суточный весовой коэффициент в канале 6	Float
F449419	Месячный весовой коэффициент в канале 6	Float
F449421	Вес импульса в точке 1	Float
F449423	Вес импульса в точке 2	Float

F449425	Вес импульса в точке 3	Float
F449427	Вес импульса в точке 4	Float
F449429	Вес импульса в точке 5	Float
F449431	Вес импульса в точке 6	Float

Примечание 1.

Состояние точки измерения. Описывает подключение преобразователей в данной точке измерения и их исправность. Регистры типа INPUT (номер начинается на 3), как в данном случае, используются только для чтения. Для изменения наличия преобразователей следует использовать регистры 400174, 400179, 400184, 400189, 400194 и 400199. Смотри примечание 11.

Бит	Значение
0	Наличие преобразователя давления
1	Отказ преобразователя давления
2	Наличие преобразователя температуры
3	Отказ преобразователя температуры
4	Наличие преобразователя расхода
5	Отказ преобразователя расхода
6	Резерв
7	Резерв

Примечание 2.

Слово состояния теплосистемы. Описывает состояние теплосистемы.

Бит	Значение
0	Отказ первого преобразователя расхода для W1
1	Отказ второго преобразователя расхода для W1
2	Отказ первого преобразователя расхода для W2
3	Отказ второго преобразователя расхода для W2
4	Отказ преобразователя температуры для первой энтальпии в формуле W1
5	Отказ преобразователя температуры для второй энтальпии в формуле W1
6	Отказ преобразователя температуры для первой энтальпии в формуле W2
7	Отказ преобразователя температуры для второй энтальпии в формуле W2
8	Отказ преобразователя давления для первой энтальпии в формуле W1
9	Отказ преобразователя давления для второй энтальпии в формуле W1
10	Отказ преобразователя давления для первой энтальпии в формуле W2
11	Отказ преобразователя давления для второй энтальпии в формуле W2
12	Нештатная ситуация 1
13	Нештатная ситуация 2
14	Нештатная ситуация 3
15	Отказ EEPROM

## Примечание 3.

Индекс формулы для  $W$  теплосистемы определяет формулы для расчета тепла в данной теплосистеме. Значения индексов для  $W1$  и  $W2$  совпадают и имеют следующий смысл:

Индекс	Формула
0	$W=0$ (тепловая мощность равна нулю)
1	$W=m1 \cdot h1$
2	$W=m1 \cdot h1+m2 \cdot h2$
3	$W=m1 \cdot (h1-h2)$
4	$W=(m1-m2) \cdot h1$
5	$W=(m1-m2) \cdot (h1-h2)$

Индексы масс и энтальпий в данном случае не имеют отношения к индексам расчетных каналов и используются только для индексации внутри приведенных формул.

Индекс формулы для  $W3$  может принимать только два значения:

Индекс	Формула
0	$W3=W1+W2$
1	$W3=W1-W2$

## Примечание 4.

Тип параметра в условии возникновения нештатной ситуации и в реакции на нештатную ситуацию.

Индекс	Тип параметра	
	В условии	В реакции
0	Нештатная ситуация не задана	Отказ теплосистемы
1	Массовый расход	
2	Температура	
3	Давление	

## Примечание 5.

Код действия сравнения в условии возникновения нештатной ситуации и код символа присвоения в реакции на нештатную ситуацию.

Код	Действие	
	В условии	В реакции
0	Недопустимо	Нет действия
1	Недопустимо	Равно
2	Меньше	Недопустимо
3	Больше	Недопустимо

## Примечание 6.

Код математического оператора в условии возникновения нештатной ситуации и код математического оператора в реакции на нештатную ситуацию.

Код	Действие
0	Отсутствует
1	Недопустимо
2	Недопустимо
3	Недопустимо
4	Плюс
5	Минус
6	Умножить
7	Разделить

## Примечание 7.

Конфигурация канала.

Описывает подключение точек измерения к данному расчетному каналу.

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Значение	Индекс точки измерения, из которой берется температура				Индекс точки измерения, из которой берется давление			

## Примечание 8.

Состояние канала.

Бит	Значение
0	Отказ преобразователя расхода
1	Отказ преобразователя температуры
2	Отказ преобразователя давления
3	Отказ измерения нулевого опорного напряжения
4	Отказ измерения высокого опорного напряжения
5	Переполнение измерительного таймера
6	Недопустимое измеренное значение
7	Отказ теплосистемы, в которую входит данный канал

## Примечание 9.

Код типа преобразователя температуры.

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Параметр	Резерв	Резерв	Номинальное сопротивление при 0°C		Резерв	Температурный коэффициент		Материал
Значения			0 – 10 Ом; 1 – 50 Ом; 2 – 100 Ом; 3 – 500 Ом.			0 – 1,385; 1 – 1,391; 2 – 1,426; 3 – 1,428.		0 – платина; 1 – медь.

## Примечание 10.

Код типа преобразователя давления

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
Параметр	Максимальный рабочий ток		Минимальный рабочий ток		Максимальное рабочее давление			
Значения	0 – недопустимо; 1 – 5 мА; 2 – 20 мА; 3 – 24 мА.		0 – недопустимо; 1 – 0 мА; 2 – 4 мА;		0 – 0,10 МПа; 1 – 0,16 МПа; 2 – 0,25 МПа; 3 – 0,40 МПа; 4 – 0,60 МПа; 5 – 0,63 МПа; 6 – 1,00 МПа; 7 – 1,60 МПа; 8 – 2,50 МПа; 9 – 4,00 МПа; 10 – 6,0 МПа; 11 – 6,3 МПа; 12 – 10,0 МПа.			

**Примечание 11.**

Состояние точки измерения. Описывает подключение преобразователей в данной точке измерения и их исправность. Регистры типа HOLD (номер начинается на 4), как в данном случае, используются как для чтения, так и для модификации их содержимого. Для проверки состояния точек измерения рекомендуется использовать регистры 300002-300007. Смотри примечание 1.

Бит	Значение
0	Наличие преобразователя давления
1	Отказ преобразователя давления
2	Наличие преобразователя температуры
3	Отказ преобразователя температуры
4	Наличие преобразователя расхода
5	Отказ преобразователя расхода
6	Резерв
7	Резерв



## 5. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА ТОКОВОГО РЕГИСТРАТОРА «ВЗЛЕТ РТ»

### 5.1. Протокол MODBUS

Для связи с токовым регистратором «Взлет РТ» фирмы «ВЗЛЁТ»® используется упрощённый вариант протокола MODBUS, описанный в Приложении 1.

### 5.2. Протокол обмена данными

Формат запроса Адрес прибора	Функция (=3)	Адрес области памяти (старший байт)	Адрес области памяти (младший байт)	Длина области памяти (N байт) (старший байт)	Длина области памяти (N байт) (младший байт)	CRC (старший байт)	CRC (младший байт)
0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7

Длина требуемой области памяти не должна превышать 125 байт. Номер прибора должен лежать в диапазоне 1 - 16.

Например, требуется прочитать из прибора с сетевым номером 5 область памяти длиной 2 байта по адресу 679АН:

5	3	67H	9AH	00H	02H	CRCH	CRCL
0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7

### Формат ответа

Адрес	Функция (=3)	Число переданных байт данных (N * 2)	1-й байт		...	N-ый байт		CRCH	CRCL
			0H	Байт		00H	Байт		
0	+1	+2	+3	+4		+(N+3)	+(N+4)	+(N+5)	+(N+6)

Байт данных передается в виде 2-х байт, старший из которых равен 0, а младший равен байту данных. Поэтому число байт данных, передаваемых от прибора, получается в 2 раза больше. Следовательно, полная длина ответного пакета равна  $N*2 + 5$ .

Например, сформируем ответный пакет на запрос представленный выше. Предположим, что в приборе с адресом 5 в памяти по адресу 679АН находятся следующие данные:

679АН: 06H  
679ВН: 7EH

Ответный пакет будет выглядеть следующим образом:

5	3	4	00	06H	00	7EH	CRCH	CRCL
0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8

## Исключительные ситуации

В случае обнаружения ошибки в пакете запроса, прибор посылает в ответ не пакет с данными, а пакет с кодом ошибки. Признаком того, что прибором была обнаружена ошибка в пакете, является наличие установленного в 1 старшего бита поля функции.

Адрес	Функция	Код ошибки	CRCH	CRCL
0	+1	+2	+3	+4

Ниже перечислены коды ошибок:

Код	Название	Описание
01	Неправильная функция	Посылается прибором в случае, если поле функции в пакете запроса содержит номер отличный от 3.
02	Неправильный адрес области памяти данных	Посылается прибором в случае, если значение поля адреса в пакете запроса превышает В000Н.

Например, если в приведенном выше пакете запроса поле функции имеет значение 4, то прибор пошлет следующий пакет:

5	84Н	01Н	CRCH	CRCL
0	+1	+2	+3	+4

## Представление данных в памяти прибора

Формат int (0x1234)

Адрес	+0	+1
Содержимое	0x12	0x34

Формат long (0x12345678)

Адрес	+0	+1	+2	+3
Содержимое	0x12	0x34	0x56	0x78

Формат float

дрес	+0	+1	+2	+3
Содержимое	SEEE EEEE	EMMM MMMM	MMMM MMMM	MMMM MMMM

где S - Знаковый бит ( 1 - для отрицательных чисел, 0 - для положительных).

E - Экспонента со смещением 127.

M - Нормализованная мантисса. Старший бит всегда равен 1, и, следовательно, не запоминается.

### 5.3. Структура архива

Архив представляет собой массив записей. Каждая запись представляет собой следующую структуру:

```
struct log {
float pressure1;
float pressure2;
struct time {
    unsigned char hour;
    unsigned char min;
    unsigned char sec;
    unsigned char day;
    unsigned char mon;
    int year;
};
unsigned char dummy;
};
```

где pressure1 - среднечасовое значение давление по каналу 1, [МПа];  
 pressure2 - среднечасовое значение давления по каналу 2, [МПа];  
 time - время последней архивации записи. Архив обновляется примерно  
 каждые 10  
 секунд;  
 dummy - зарезервировано;

Максимальное число записей в архиве 840, т.е. 35 суток по 24 часа. Для индексации архива служит переменная `logptr (unsigned)`, которая указывает на номер записи, в которую в данный момент происходит архивирование (текущая). При заполнении архива, т.е. при достижении `logptr` значения 839, происходит обнуление указателя и старший бит указателя устанавливается в 1. Примеры:

<code>Logptr = 0x0080</code>	Число записей = <code>logptr</code> = 128 (индекс 0,1...127)
<code>logptr = 0x8080</code>	Число записей = 839 (индекс 129,130 ...838,839,0,1...127)

#### Адреса переменных

Архив	0000H
Указатель	3E20H

## Протокол MODBUS

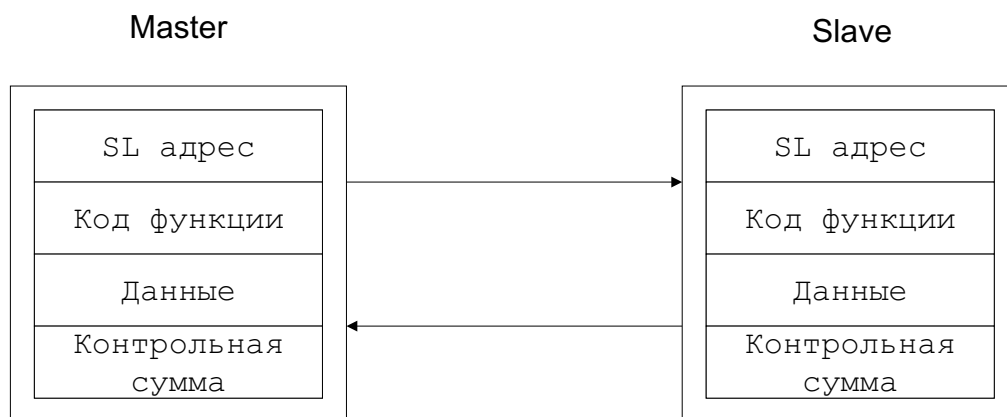
### 1. Описание Протокола

Данный документ является сокращенным переводом описания стандартного протокола MODBUS фирмы MODICON GOULD. Исходный текст на английском языке можно получить по URL: <http://www.modicon.com/techpubs/toc7.html>.

Следует особо отметить изменения в описании функции 17. Список параметров прибора, получаемый с помощью данной функции, отличается от стандартного.

#### 1.1. Общие сведения

Протокол необходимая часть работы системы. Он определяет как Master (MS) и Slave (SL) устанавливаются и прерывают контакт, как идентифицируются отправитель и получатель, каким образом происходит обмен сообщениями, как обнаруживаются ошибки. Протокол управляет циклом запроса и ответа, который происходит между устройствами MS и SL, как показано на рисунке.



Протокол подразумевает на общей шине один MS и до 247 SL. Хотя протокол и поддерживает до 247 SL, некоторые приборы ограничивают число SL, подключаемых к общей шине. Например, драйвер шины расходомера-счетчика УРСВ-10М позволяет подключить к одному сегменту двухпроводной линии RS485 максимум 32 прибора. Каждому SL присвоен уникальный адрес устройства в диапазоне от 1 до 247.

Только MS может инициировать транзакцию. Транзакции бывают либо типа запрос/ответ (адресуется только один SL), либо широковещательные/без ответа (адресуются все SL). Транзакция содержит один кадр запроса и один кадр ответа, либо один кадр широковещательного запроса.

Некоторые характеристики протокола Modbus фиксированы. К относятся формат кадра, последовательность кадров, обработка ошибок коммуникации и исключительных ситуаций, и выполнение функций.

Другие характеристики выбираются пользователем. К ним относятся тип средства связи, скорость обмена, проверка на четность и число стоповых бит. Параметры, выбираемые пользователем, устанавливаются (аппаратно или программно) на каждой станции. Эти параметры не могут быть изменены во время работы системы.

При передаче по линиям данных, сообщения помещаются в «конверт». «Конверт» покидает устройство через «порт» и «пересылается» по линиям адресуемому устройству. Протокол Modbus описывает «конверт» в форме кадров сообщений. Информация в

сообщении представляет адрес требуемого получателя, что получатель должен сделать, данные, необходимые для выполнения этого, и механизм контроля достоверности.

Когда сообщение достигает интерфейса SL, оно попадает в адресуемое устройство через похожий «порт». Адресуемое устройство вскрывает конверт, читает сообщение, и, если не возникло ошибок, выполняет требуемую задачу. Затем оно помещает в конверт ответное сообщение и посылает его «отправителю». Информация в ответном сообщении представляет собой адрес адресуемого устройства, выполненную задачу, данные, полученные в результате выполнения задачи, и механизм контроля достоверности. Если сообщение было широковещательным (сообщение для всех SL), на что указывает адрес 0, то ответное сообщение не передается.

В большинстве случаев, MS посылает следующее сообщение другому SL либо после приема корректного ответного сообщения, либо после прохождения определенного пользователем интервала времени, если ответное сообщение не было получено. Все сообщения могут рассматриваться как запросы, генерирующие ответные сообщения от SL. Широковещательные сообщения могут рассматриваться как запросы, не требующие ответных сообщений от SL.

## 1.2. Режимы передачи

Режим передачи определяет структуру отдельных блоков информации в сообщении и системы счисления, используемую для передачи данных. В системе Modbus существуют два режима передачи. Оба режима обеспечивают одинаковую совместимость при связи с SL. Режим выбирается в зависимости от оборудования, используемого как Master Modbus. Для каждой системы Modbus должен использоваться только один режим. Смешивание режимов не допустимо. Режимы делятся на ASCII и RTU (Remote Terminal Unit).

Таблица 1

Характеристики режимов ASCII и RTU

Характеристика	ASCII (7-бит)	RTU(8-бит)
Система кодирования	Используются ASCII символы 0-9, A-F	8-битовая двоичная система
Число бит на символ		
Стартовые биты	1	1
Биты данных (LSB вперед)	7	8
Четность	Вкл./Выкл.	Вкл./Выкл.
Стоповые биты	1 или 2	1 или 2
Контрольная сумма	LRC (Longitudinal Redundancy Check). LRC	CRC (Cyclical Redundancy Check). CRC 16

Символы ASCII удобнее использовать при отладке, поэтому этот режим удобен для компьютеров, программируемых на языке высокого уровня. Режим RTU подходит для компьютеров, программируемых на машинных языках.

В режиме RTU данные передаются в виде 8-ми разрядных двоичных символов. В режиме ASCII каждый RTU символ сначала делится на две 4-х разрядных части (старший и младший), переводится в свой шестнадцатеричный эквивалент и затем используется в создании сообщения. ASCII режим использует в два раза больше символов, чем RTU режим, но декодирование и управление данными - легче. К тому же, в режиме RTU символы сообщения должны передаваться непрерывным потоком. В режиме ASCII допустима задержка до 1 секунды между двумя соседними символами.

### **Внимание!!!**

Во всех приборах фирмы «ВЗЛЕТ», поддерживающих протокол Modbus, реализован только режим RTU.

### 1.3. Обнаружение ошибок

Существует два типа ошибок, которые могут возникать в системах связи: ошибки передачи и программные или оперативные ошибки. Система Modbus имеет способы определения каждого типа ошибок.

Ошибки связи обычно заключаются в изменении бита или бит сообщения. Например, байт 0001 0100 может измениться на 0001 0110. Ошибки связи выявляются при помощи символа кадра, контроля по четности и избыточным кодированием.

Когда обнаруживается ошибка кадрирования, четности и контрольной суммы, обработка сообщения прекращается. SL не должен генерировать ответное сообщение. (Тот же результат достигается если был использован адрес несуществующего SL).

Если возникает ошибка связи, данные сообщения ненадежны. Устройство SL не может с уверенностью определить, что сообщение было адресовано именно ему. Иначе SL может ответить сообщением, которое не является ответом на исходный запрос. Устройство MS должно программироваться так, чтобы в случае не получения ответного сообщения в течение определенного времени, MS должен фиксировать ошибку связи. Продолжительность этого времени зависит от скорости обмена, типа сообщения, и времени опроса SL. По истечению этого периода, MS должен быть запрограммирован на ретрансляцию сообщения.

Оба режима передачи, RTU и ASCII, могут включать в формат символа дополнительный бит четности. В режиме RTU это девятый бит в поле данных (8 бит данных и бит четности). В режиме ASCII это восьмой бит данных (7 бит данных и бит четности). Если контроль четности не используется, бит четности не передается. Все устройства в системе должны быть сконфигурированы одинаково.

Контроль четности может определить только изменение одного бита в символе. Изменение двух битов в символе контроль четности определить не в состоянии.

Для обеспечения качества передачи данных система Modbus обеспечивает несколько уровней обнаружения ошибок. Для обнаружения множественного изменения битов сообщения система использует избыточный контроль: CRC и LRC. Какой контроль использовать зависит от режима передачи. RTU использует CRC, а ASCII использует LRC. Расчет CRC описан ниже. Обнаружение ошибок с помощью CRC и LRC выполняется автоматически.

#### CRC-16 (Cyclic Redundancy Check)

Сообщение (только биты данных, без учета старт/стоповых бит и бит четности) рассматриваются как одно последовательное двоичное число, у которого старший значащий бит (MSB) передается первым. Сообщение умножается на  $X^{16}$  (сдвигается влево на 16 бит), а затем делится на  $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ , выражаемое как двоичное число (1100000000000101). Целая часть результата игнорируется, а 16-ти битный остаток (предварительно инициализированный единицами для предотвращения случая, когда все сообщение состоит из нулей) добавляется к сообщению (старшим битом вперед) как два байта контрольной суммы. Полученное сообщение, включающее CRC, затем в приемнике делится на тот же полином ( $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ ). Если ошибок не было, остаток от деления должен получиться нулевым. (Приемное устройство может рассчитать CRC и сравнить ее с переданной). Вся арифметика выполняется по модулю 2 (без переноса).

Устройство, используемое для подготовки данных для передачи, посылает условно самый правый (LSB) бит каждого символа первым. При расчете CRC, первый передаваемый бит, определен как MSB делимого. Так как арифметика не использует перенос, для удобства расчета CRC можно предположить, что MSB расположен справа. Поэтому порядок бит при расчете полинома должен быть реверсивным. MSB полинома опускается, так как он влияет только на делитель, а не на остаток. В результате получается 1010 0000 0000 0001 (A001H). Заметьте, что эта реверсивность порядка бит, в любом случае, не влияет на интерпретацию или порядок бит байт данных при вычислении CRC.

Пошаговая процедура расчета CRC-16 представлена ниже:

1. Загрузить 16-ти разрядный регистр числом FFFFH.
2. Выполнить операцию XOR над первым байтом данных и старшим байтом регистра.

Поместить результат в регистр.

3. Сдвинуть регистр на один разряд вправо.
4. Если выдвинутый вправо бит единица, выполнить операцию XOR между регистром и полиномом 1010 0000 0000 0001 (A001H).
5. Если выдвинутый бит ноль, вернуться в шаг 3.
6. Повторять шаги 3 и 4 до тех пор, пока не будут выполнены 8 сдвигов регистра.
7. Выполнить операцию XOR над следующим байтом данных и регистром.
8. Повторять шаги 3-7 до тех пор, пока не будут выполнена операция XOR над всеми байтами данных и регистром.
9. Содержимое регистра представляет собой два байта CRC и добавляется к исходному сообщению старшим битом вперед.

Таблица 2

Пример расчета CRC для сообщения - чтение статуса SL с номером 02

16-ти разрядный регистр				MSB	Флаг
Исключающее ИЛИ	1111	1111	1111	1111	
02			0000	0010	
	1111	1111	1111	1101	
Сдвиг 1	0111	1111	1111	1110	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1101	1111	1111	1111	
Сдвиг 2	0110	1111	1111	1111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1100	1111	1111	1110	
Сдвиг 3	0110	0111	1111	1111	
Сдвиг 4	0011	0011	1111	1111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1001	0011	1111	1110	
Сдвиг 5	0100	1001	1111	1111	
Сдвиг 6	0010	0100	1111	1111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1000	0100	1111	1110	
Сдвиг 7	0100	0010	0111	1111	
Сдвиг 8	0010	0001	0011	1111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1000	0001	0011	1110	
07			0000	0111	
	1000	0001	0011	1001	
Сдвиг 1	0100	0000	1001	1100	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1110	0000	1001	1101	
Сдвиг 2	0111	0000	0100	1110	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1101	0000	0100	1111	
Сдвиг 3	0110	1000	0010	0111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1100	1000	0010	0110	
Сдвиг 4	0110	0100	0001	0011	
Сдвиг 5	0011	0010	0000	1001	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1001	0010	0000	1000	
Сдвиг 6	0100	1001	0000	0100	
Сдвиг 7	0010	0100	1000	0010	
Сдвиг 8	0001	0010	0100	0001	

16-ти разрядный регистр		MSB	Флаг
	HEX 12	HEX 41	
Передаваемое сообщение с контрольной суммой CRC-16 (При передаче сообщение выдвигается вправо)			
12	41	07	02
0001 0010	0100 0001	0000 0111	0000 0010
Последний бит	Порядок передачи		Первый бит

### Кадровая синхронизация в режиме RTU

В режиме RTU может поддерживаться только путем эмулирования синхронного сообщения. Приемное устройство отслеживает время между приемом символов. Если прошло время, равное периоду следования 3.5 символов, а кадр не был завершен или не поступило нового символа, устройство очищает кадр и предполагает, что следующий принимаемый байт - это адрес устройства в новом сообщении.

Таблица 5

Формат кадра сообщения в режиме RTU

T1 T2 T3	Адрес	Функция	Данные	Контрольная сумма	T1 T2 T3
	8 бит	8 бит	N * 8 бит	16 бит	

#### 1.4. Поле адреса

Поле адреса следует сразу за началом кадра и состоит из одного 8-ми разрядного символа в режиме RTU. Эти биты указывают пользователю адрес SL устройства, которое должно принять сообщение, посланное MS.

Каждый SL должен иметь уникальный адрес и только адресуемое устройство может ответить на запрос, который содержит его адрес. Когда SL посылает ответ, адрес SL информирует MS, с какой SL на связи. В широковещательном режиме используется адрес 0. Все SL интерпретируют такое сообщение как выполнение определенного действия, но без посылки подтверждения.

#### 1.5. Поле функции

Поле кода функции указывает адресуемому SL какое действие выполнить. Коды функций Modbus специально разработаны для связи ПК и промышленных коммуникационных систем Modbus.

Старший бит этого поля устанавливается в единицу SL в случае, если он хочет просигнализировать MS, что ответное сообщение не нормальное. (Смотри ). Этот бит остается в нуле, если ответное сообщение повторяет запрос или в случае нормального сообщения.

Таблица 6

Коды функций Modbus

Код	Название	Действие
01	READ COIL STATUS	Получение текущего состояния (ON/OFF) группы логических ячеек.
02	READ INPUT STATUS	Получение текущего состояния (ON/OFF) группы дискретных входов.
03	READ HOLDING REGISTERS	Получение текущего значения одного или нескольких регистров хранения.
04	READ INPUT REGISTERS	Получение текущего значения одного или нескольких входных регистров.
05	FORCE SINGLE COIL	Изменение логической ячейки в состояние ON или OFF.
06	FORCE SINGLE REGISTER	Запись нового значения в регистр хранения.



Код	Название	Действие
07	READ EXCEPTION STATUS	Получение состояния (ON/OFF) восьми внутренних логических ячеек, чье назначение зависит от типа контроллера. Пользователь может использовать эти ячейки по своему выбору.
08	LOOPBACK DIAGNOSTIC TEST	Тестовое сообщение, посылаемое SL для получения данных о связи.
11	FETCH EVENT COUNTER COMMUNICATIONS	Позволяет MS путем последовательной посылки одного сообщения определить выполнение операции.
12	FETCH COMMUNICATIONS EVENT LOG	Позволяет MS получить журнал связи, который содержит информацию о каждой Modbus транзакции данного SL. Если транзакция не выполнена, в журнал заносится информация об ошибке.
13	PROGRAM	Позволяет MS программировать SL.
14	POLL PROGRAM COMPLETE	Позволяет MS связываться с другими SL если один SL выполняет долговременную операцию программирования. SL периодически опрашивается на момент завершения программирования. Данный запрос посылается только в том случае, если предварительно был послан запрос PROGRAM.
15	FORCE MULTIPLE COILS	Изменить состояние (ON/OFF) нескольких последовательных логических ячеек.
16	FORCE MULTIPLE REGISTERS	Установить новые значения нескольких последовательных регистров.
17	REPORT SLAVE I.D.	Позволяет MS определить тип адресуемого SL и его рабочее состояние.
19	RESET COMMUNICATIONS LINK	Сбрасывает SL в известное состояние после неустранимой ошибки. Сбрасывает счетчик принятых байт.
20-64	Зарезервировано под расширения Modbus	
65-72	Зарезервировано под пользовательские функции.	В дальнейшем не будет использоваться в продуктах Modicon.
73-119	ILLEGAL FUNCTION	
120-127	Зарезервировано	Зарезервировано Modicon для внутреннего использования.
128-255	Зарезервировано	Зарезервировано для исключительных ситуаций.

## 1.6. Поле данных

Поле данных содержит информацию, необходимую SL для выполнения указанной функции, или содержит данные собранные SL для ответа на запрос.

## 1.7. Поле контрольной суммы

Это поле позволяет MS и SL проверять сообщение на наличие ошибок. Иногда, вследствие электрических помех или других воздействий, сообщение при пересылке от одного устройства к другому может незначительно измениться. Результат проверки контрольной суммы укажет SL или MS реагировать или не реагировать на такое сообщение. Это увеличивает надежность и эффективность систем MODBUS.

В режиме ASCII в поле контрольной суммы используется LRC, а в режиме RTU – CRC.

Если сообщения запроса и ответа могли бы читаться по-английски, то четыре поля этих сообщений выглядели как на рисунке. (Заметьте, что последовательность посылки полей каждый раз одна и та же – Адрес, Код функции, Данные и Контрольная сумма – независимо от направления.)

Таблица 7

MODBUS MS	ERROR CHECK	DATA	FUNCTION CODE (03)	ADDRESS (01)	MODBUS SL
	⇒ Информация используется приемным устройством для проверки сообщения	Относительный адрес регистра	Чтение регистра хранения	Запрос для SL с номером 1	
⇐	ADDRESS (01)	FUNCTION CODE (03)	DATA	ERROR CHECK	⇐
	Ответ от SL с номером 1	Чтение регистра хранения	Значение, содержащееся в указанном регистре хранения	Информация, используемая приемным устройством для проверки сообщения	

### Исключительные ситуации

Коды исключительных ситуаций приведены в таблице. Когда SL обнаруживает одну из этих ошибок, он посылает ответное сообщение MS, содержащее адрес SL, код функции, код ошибки и контрольную сумму. Для указания на то, что ответное сообщение – это уведомление об ошибке, старший бит поля кода функции устанавливается в 1. На рисунке и представлен пример некорректного запроса и соответствующего ответа с кодом исключительной ситуации.

Таблица 8

Код	Название	Смысл
01	ILLEGAL FUNCTION	Функция в принятом сообщении не поддерживается на данном SL. Если тип запроса – POLL PROGRAM COMPLETE, этот код указывает, что предварительный запрос не был командой программирования.
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес, указанный в поле данных, является недопустимым для данного SL.
03	ILLEGAL DATA VALUE	Значения в поле данных недопустимы для данного SL.
04	FAILURE IN ASSOCIATED DEVICE	SL не может ответить на запрос или произошла авария.
05	ACKNOWLEDGE	SL принял запрос и начал выполнять долговременную операцию программирования. Для определения момента завершения операции используйте запрос типа POLL PROGRAM COMPLETE. Если этот запрос был послан до завершения операции программирования, то SL ответит сообщением REJECTED MESSAGE.
06	BUSY, REJECTED MESSAGE	Сообщение было принято без ошибок, но SL в данный момент выполняет долговременную операцию программирования. Запрос необходимо ретранслировать позднее.
07	NAK-NEGATIVE ACKNOWLEDGMENT	Функция программирования не может быть выполнена. Используйте опрос для получения детальной аппаратно-зависимой информации об ошибке.

Таблица 9

Адрес SL	Функция	Старший байт адреса	Младший байт адреса	Старший байт числа ячеек	Младший байт числа ячеек	Контрольная сумма
0A	01	04	A1	00	01	4F

Этот запрос требует состояние ячейки с номером 1245 в SL с номером 10, и, если этот контроллер имеет 1К ячеек, то этот адрес является ошибочным. Соответственно, будет сгенерировано следующее ответное сообщение.

Таблица 10

Адрес SL	Функция	Код исключительной ситуации	Контрольная сумма
0A	81	02	73

Значение в поле функции равно оригинальному значению с установленным в единицу старшим битом. Код исключительной ситуации 02 указывает на ошибочный адрес данных.

## 2. Описание функций протокола

Цель данного раздела - определить общий формат соответствующих команд, доступных программисту системы MODBUS. В разделе описаны формат каждого запросного сообщения, выполняемая функция и формат нормального ответного сообщения.

Сообщения с номерами функций 1-6, 15 и 16 ссылаются на конкретные доступные переменные программируемого контроллера. Функция 1, 5 и 15 ссылаются на логические ячейки (0XXX(X)), функция 2 на дискретные входы (1XXX(X)), функция 4 на входные регистры (3XXX(X)), функции 3,6 и 16 на внутренние регистры (4XXX(X)). Все адреса ссылок в сообщениях MODBUS индексируются с нуля. Например, первый внутренний регистр в контроллере 584, будучи 40001-ым, имеет адрес ссылки 0. Точно также, ячейка 00127 будет иметь адрес 0126.

Примеры в данном разделе демонстрируют протокол независимо от режима RTU или ASCII. Программист может использовать следующий метод для корректировки пакета в зависимости от режима передачи.

Во всем разделе протокол будет представлен по возможности в формате, указанном на Рис.3-1. Числа имеют шестнадцатеричный формат.

Таблица 11

Адрес	Функция	Старший байт адреса первого регистра	Младший байт адреса первого регистра	Старший байт числа требуемых регистров	Младший байт числа требуемых регистров	Поле контрольной суммы	
06	03	00	6B	00	03	89	LRC

Данный пример описывает чтение регистров 4108-4110 из SL с адресом 06. Это сообщение при форматировании в RTU и ASCII выглядит следующим образом:

Таблица 12

ЗАПРОС	RTU		ASCII	
Заголовок				:
Адрес	0000	0110	0	6
Функция	0000	0011	0	3
Начальный адрес	H.O.	0000	0000	0
	L.O.	0110	1011	6
Количество требуемых регистров	H.O.	0000	0000	0
	L.O.	0000	0011	0
Поле контрольной суммы		0111	0101	8
		1010	0000	
Trailer			CR	LF

ЗАПРОС	RTU		ASCII		
ОТВЕТ	RTU		ASCII		
Заголовок				:	
Адрес	0000	0110	0	6	
Функция	0000	0011	0	3	
Количество байт данных	0000	0110	0	6	
Данные	H.O.	0000	0010	0	2
	L.O.	0010	1011	2	B
	H.O.	0000	0000	0	0
	L.O.	0000	0000	0	0
	H.O.	0000	0000	0	0
	L.O.	0110	0011	6	3
Контрольная сумма	CRC		6	1	
Trailer			CR	LF	
Длина пакета	11 байт		23 байта		

## 2.1. Функция 1: чтение логических ячеек

### Запрос.

Функция позволяет пользователю получить статус (1/0) логических ячеек. Широковещательный режим не поддерживается. Помимо полей адреса SL и функции, сообщение требует, чтобы информационное поле содержало логический адрес первой ячейки и число ячеек, статус которых необходимо получить.

Адресация позволяет получить за один запрос до 2000 логических ячеек. Однако, некоторые приборы имеют ограничение на максимальное число ячеек, статус которых можно получить за один запрос. Ячейки нумеруются с нуля (ячейка 1 = 0, ячейка 2 = 1 и т.д.).

Ниже представлен запрос на чтение логических ячеек 0020 – 0056 из прибора с адресом 17.

Таблица 13

Адрес	Функция	Старший байт адреса первой ячейки	Младший байт адреса первой ячейки	Старший байт число ячеек	Младший байт числа ячеек	Конт рольная сумма	
11	01	00	13	00	25	B6	LRC

### Ответ.

Ниже представлен пример ответного сообщения на предыдущий запрос.

Таблица 14

Адрес	Функция	Количество байт в поле данных	Статус ячеек 20-27	Статус ячеек 28-35	Статус ячеек 36-43	Статус ячеек 44-51	Статус ячеек 52-56	Контрольная сумма
11	01	05	CD	6B	B2	0E	1B	D6

Данные в поле данных упакованы один бит на каждую ячейку. Ответное сообщение включает адрес SL, код функции, число байт в поле данных, данные и контрольную сумму. Младший значащий бит первого байта поля данных содержит первую адресуемую ячейку, за которой следуют остальные. Если число ячеек не кратно 8-ми, то остальные биты заполняются нулями в порядке от старших битов к младшим.

Статус ячеек 20-27 равен CDH = 1101 1101. Читая слева направо, видим, что ячейки 27, 26, 23, 22 и 20 установлены. Остальные данные разбираются так же. Так как было запрошено число ячеек не кратное 8-ми, старшие три бита в последнем байте данных (1BH) заполнены нулями.

Так как запрос обслуживается в конце рабочего цикла прибора, то данные в ответном сообщении отражают состояние ячеек на тот момент.

## 2.2. Функция 2: чтение дискретных входов

### Запрос.

Данная функция позволяет пользователю получить состояние(ВКЛ/ВЫКЛ) входных дискретных линий адресуемого SL. Широковещательный запрос не поддерживается. В дополнение к адресу SL и номеру функции, запрос требует, чтобы информационное поле содержало начальный адрес и количество требуемых линий.

Адресация позволяет получить за один запрос до 2000 линий. Однако, некоторые устройства имеют ограничение на максимальное количество линий, получаемых за один запрос. Входные линии нумеруются с нуля (10001 = 0, 10002 = 1 и т.д.).

На рис.3-2 представлен пример запроса на чтение дискретных входов 10197-10218 из SL с номером 17.

Таблица 15

Адрес	Функция	Старший байт номера первой требуемой ячейки	Младший байт номера первой требуемой ячейки	Старший байт количество требуемых ячеек	Младший байт количество требуемых ячеек	Контрольная сумма	
11	02	00	C4	00	16	13	LRC

### Ответ.

Пример ответа на данный запрос представлен на рис.3-5.

Ответное сообщение включает адрес SL, код функции, количество байт данных, данные и поле контрольной суммы. Данные упакованы по биту на каждый вход (1 = ON, 0 = OFF). Младший бит первого байта содержит значение первого адресуемого входа, за которым следуют остальные. Если количество запрошенных входов не кратно 8, то остальные биты заполняются нулями. Количество байт данных всегда определяется как количество RTU данных.

Так как SL обслуживает запрос в конце рабочего цикла, данные в ответе отражают состояние входов на данный момент. Некоторые устройства имеют ограничение на максимальное количество входов, запрашиваемых за один запрос.

Таблица 16

Адрес	Функция	Количество байт данных	Дискретные входы 10197-10204	Дискретные входы 10205-10212	Дискретные входы 10213-10218	Контрольная сумма	
11	02	03	AC	DB	35	2E	LRC

Статус входов 10197-10204 = ACh = 1010 1100. Читая слева направо, видим, что входы 10204, 10202, 10200 и 10199 в состоянии ON. Все остальные байты данных распаковываются аналогично.

Так как было запрошено 22 линии, последний байт данных (35h = 0011 0101) содержит только 6 входов (10213-10218) вместо 8-ми. Два последних бита заполняются нулями.

## 2.3. Функция 3: чтение регистров

### Запрос.

Данная функция позволяет получить двоичное содержимое 16-ти разрядных регистров адресуемого SL. Адресация позволяет получить за каждый запрос до 125 регистров. Однако, некоторые устройства имеют ограничение на максимальное количество регистров, получаемых за один запрос. Регистры нумеруются с нуля (40001 = 0, 40002 = 1 и т.д.).

Широковещательный режим не допускается.

Ниже представлен пример запроса на чтение регистров 40108-40110 из SL с адресом 17.

Таблица 17

Адрес	Функция	Номер первого регистра		Число регистров для чтения (N)		Контрольная сумма	
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт		
11	03	00	6B	00	03	7E	LRC

#### Ответ.

Адресуемый SL посылает в ответе свой адрес, код выполненной функции и информационное поле. Информационное поле содержит 2 байта, описывающих количество возвращаемых байт данных. Длина каждого регистра данных – 2 байта. Первый байт данных в послыке является старшим байтом регистра, второй – младшим.

Так как SL обычно обслуживает запрос в конце своего рабочего цикла, данные в ответе отражают содержимое регистров в данный момент. Некоторые SL ограничивают количество регистров, передаваемых за один запрос. В этом случае для получения, большего числа регистров, необходимо выполнить несколько последовательных запросов.

Ниже представлен пример ответного сообщения на чтение регистров 40108-40110, имеющих содержимое, соответственно, 555, 0, 100, из SL с адресом 17.

Таблица 18

Адрес	Функция	Количество байт данных	Старший байт регистра 40108	Младший байт регистра 40108	Старший байт регистра 40109	Младший байт регистра 40109	Старший байт регистра 40110	Младший байт регистра 40110	Контрольная сумма	
11	03	06	02	2B	00	00	00	64	55	LRC

## 2.4. Функция 5: запись одной ячейки

#### Запрос.

Это сообщение модифицирует одну логическую ячейку. Ячейки нумеруются с нуля (ячейка 1 = 0, ячейка 2 = 1 и т.д.). Число 65280 (FF00H) устанавливает ячейку в 1, а число 0 – в 0. Другие числа не влияют на содержимое ячейки. Данная функция может использоваться в широковещательном режиме.

Ниже приведен пример установки в 1 ячейки 0173 в SL 17.

Таблица 19

Адрес	Функция	Старший байт адреса ячейки	Младший байт адреса ячейки	Индикатор установки или сброс ячейки	Всегда 0	Контрольная сумма	
11	05	00	AC	FF	00	3F	LRC

#### Ответ.

Нормальное ответное сообщение полностью совпадает с запросом.

## 2.5. Функция 6: запись одного регистра

#### Запрос.

Данная функция позволяет модифицировать содержимое одного регистра. Хотя запрос и является асинхронным, SL изменяет содержимое регистра только в конце рабочего цикла.

Когда в запросе указан адрес равный 0 (широковещательный запрос), все SL, подключенные к шине, загрузят соответствующий регистр указанным значением.

ПРИМЕЧАНИЕ. В широковещательном режиме используются только функции 5, 6, 15 и 16.

Ниже приведен пример записи регистра 40136 значением 926 в SL с номером 17.

Таблица 20

Адрес	Функция	Старший байт адреса регистра 40136	Младший байт адреса регистра 40136	Старший байт значения 926	Младший байт значения 926	Контрольная сумма	
11	06	00	87	03	9E	C1	LRC

### Ответ.

В случае успешного выполнения функции ответное сообщение идентично запросу.

## 2.6. Функция 8: тестовая функция

### Запрос.

Данная функция предназначена для проверки коммуникационной системы и не влияет на данные прибора.

Поле информации содержит 2 байта диагностического кода, указывающего SL выполнить определенное действие, и 2 байта необходимой, для данной диагностики, информации.

Таблица 21

Код	Действие
00	Вернуть запрос
01	Сбросить установки связи (без ответа)
02	Вернуть регистр диагностики
03	Изменить символ начала пакета
04	Перевести SL в режим прослушивания линии без отправки ответных сообщений (Listen Only Mode)
05	Сбросить счетчики и регистр диагностики
06	Вернуть счетчик сообщений, полученных с шины MODBUS.
07	Вернуть счетчик сообщений с неправильными контрольными суммами.
08	Вернуть счетчик сообщений, вызвавших исключительную ситуацию.
09	Вернуть счетчик сообщений, адресованных только данному SL.
10	Вернуть счетчик сообщений, адресованных данному SL и оставленных без ответа.
11	Вернуть счетчик сообщений, адресованных данному SL и вызвавшим исключительную ситуацию NACK.
12	Вернуть счетчик сообщений, адресованных данному SL и вызвавшим исключительную ситуацию BUSY.

Ниже дан пример запроса вернуть эхо (диагностический код 0) SL с номером 17.

Таблица 22

Адрес	Функция	Старший байт диагностического кода	Младший байт диагностического кода	Старший байт данных <sup>9</sup>	Младший байт данных	Контрольная сумма	
11	08	00	00	00	00	0B	LRC

<sup>9</sup> В поле данных помещается необходимая для данного запроса информация.

**Ответ.**

Таблица 23

Адрес	Функция	Старший байт диагностического кода	Младший байт диагностического кода	Старший байт данных <sup>10</sup>	Младший байт данных	Контрольная сумма	
11	08	00	00	00	00	0B	LRC

**2.7. Функция 7: чтение статуса****Запрос.**

Во многих случаях, для быстрого получения статуса некоторых событий контроллера, желательно иметь в протоколе сообщение, имеющее небольшой размер. Данная функция разработана именно для этой цели.

Функция с номером 7 позволяет пользователю опрашивать состояние восьми ячеек контроллера. Эти ячейки могут программироваться для хранения информации состояния контроллера. Широковещательный режим не поддерживается.

Назначение этих ячеек зависит от типа контроллера.

Ниже представлен пример запроса статуса SL с номером 17.

Таблица 24

Адрес	Функция	Контрольная сумма	
11	07	E8	LRC

В этой функции не требуется поле данных.

**Ответ.**

Нормальный ответ содержит статус восьми ячеек, упакованных в один байт данных.

Таблица 25

Адрес	Функция	Данные ячеек	Контрольная сумма	
11	07	6D	7B	LRC

В приборах ЗАО “ВЗЛЁТ” постоянно используются два младших разряда регистра статуса, которые отражают состояние прибора во время программирования памяти программ прибора.

**2.8. Функция 16: Запись нескольких регистров****Запрос.**

Данное сообщение меняет содержимое любого регистра опрашиваемого контроллера. Сообщение позволяет записывать регистры с максимальным логическим адресом до FFFFH. Неиспользуемые старшие биты адреса регистра должны заполняться нулями. Если используется адрес SL равный 0, то содержимое поля данных записывается во все устройства, подключенные к шине (широковещательный режим).

Ниже дан пример записи в SL с номером 17 двух регистров 40136, 40137 значениями 0x00a0, 0x0102.

<sup>10</sup> В поле данных помещается необходимая для данного ответа информация.



Таблица 26

Адрес	Функция	Старший байт адреса первого регистра	Младший байт адреса первого регистра	Количество регистров		Количество байт в поле данных	Старший байт регистра 40136	Младший байт регистра 40136	Старший байт регистра 40137	Младший байт регистра 40137	Контрольная сумма	
11	10	00	87	00	02	04	00	0A	01	02	45	LRC

**Ответ.**

Нормальное ответное сообщение возвращает адрес SL, функцию, адрес первого регистра и количество записанных регистров.

Таблица 27

Адрес	Функция	Старший байт адреса первого регистра	Младший байт адреса первого регистра	Количество регистров		Контрольная сумма	
11	10	00	87	00	02	56	LRC

**2.9. Функция 17: чтение информации об адресуемом устройстве****Запрос.**

Пример запроса прибору с адресом 17.

Таблица 28

Адрес	Функция	Контрольная сумма	
11	11	DE	LRC

**Ответ.**

Общая форма ответного сообщения приведена ниже.

Таблица 29

Адрес	Функция	Число байт в поле данных	Поле данных	Контрольная сумма
-------	---------	--------------------------	-------------	-------------------

Информация в поле данных различна для каждого конкретного прибора и указана в протоколе на прибор.

Для приборов фирмы «ВЗЛЕТ» в поле данных обязательно передается следующая информация:

Таблица 30

Название параметра	Формат
Версия прибора	ASCII строка, завершающаяся нулем в формате: "VZLJOT AA.BB.CC.DD"
Название прибора	ASCII строка, завершающаяся нулем.
Максимальное число регистров в таблице регистров прибора.	Unsigned (2 байта).

В случае если какая-либо из строк в приборе не существует, на ее месте в ответном сообщении должен передаваться нуль.

Остальная информация зависит от типа прибора, и указывается в описании протокола прибора.

## 2.10. Функция 65 (пользовательская): чтение массивов записей.

### Запрос.

В запросе указывается адрес SL, номер функции, номер массива (индексация с нуля), количество запрашиваемых записей, тип запроса (0 – по индексу, 1 – по времени архивации) и данные запроса.

Для запроса по индексу в поле данных указывается номер первой запрашиваемой записи. Для запроса по времени архивации в поле данных указывается время архивации первой запрашиваемой записи (сс, мм, чч, дд, мм, гг).

Ниже приведен пример запроса по времени архивации 6-ти записей массива 1 с 10-12-1998 13:12:00 из устройства с номером 17.

Таблица 31

Адрес устройства	Функция	Старший байт номер массива	Младший байт номера массива	Старший байт количество запрашиваемых записей	Младший байт количество запрашиваемых записей	Тип запроса	Секунды	Минуты	Часы	День	Месяц	Год	Контрольная сумма
11	41	00	01	00	06	01	00	0C	0D	0A	0C	62	

При указании значения года от 70 до 99 предполагается временной диапазон 1970-1999. В остальных случаях свыше 2000 года.

Ниже приведен пример запроса по индексу 6-ти записей массива 1, начиная с 100-ой из устройства с номером 17.

Таблица 32

Адрес устройства	Функция	Старший байт номер массива	Младший байт номера массива	Старший байт количество запрашиваемых записей	Младший байт количество запрашиваемых записей	Тип запроса	Старший байт индекса первой записи	Младший байт индекса первой записи	Контрольная сумма
11	41	00	01	00	06	00	00	64	

### Ответ.

В ответном сообщении передаются: адрес устройства, номер функции, количество байт в поле данных, данные записей и контрольная сумма.

Таблица 33

Адрес	Функция	Число байт в поле данных (1 байт)	Данные	Контрольная сумма
-------	---------	-----------------------------------	--------	-------------------