

УТВЕРЖДАЮ

Директор НТЦ

\_\_\_\_\_ А.Ю. Кадацкий

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 г.

### **Измеритель-регулятор технологический ИРТ 5940**

Протокол MODBUS RTU: команды и адресное пространство регистров

Программист

\_\_\_\_\_ Б.В. Лузгин

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 г.

Руководитель проекта

\_\_\_\_\_ А.В. Тюкаев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 г.

Зеленоград

2014

**СОДЕРЖАНИЕ**

	<b>Стр.</b>
1 ВВЕДЕНИЕ .....	3
2 ФОРМАТ ПАКЕТОВ ДАННЫХ И ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ КОМАНДЫ. ....	3
3 ОБРАБОТКА ОШИБОК ПРОТОКОЛА. ....	8
4 АДРЕСАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ. ....	9
5 ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ. ....	13

## 1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 В данном документе описана программная реализация протокола Modbus RTU (далее протокол) для измерителя-регулятора технологического ИРТ5940 (далее ИРТ).

1.2 Протокол полностью соответствует спецификации Modbus RTU.

## 2. ФОРМАТ ПАКЕТОВ ДАННЫХ И ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ КОМАНДЫ

### 2.1 Формат пакетов данных

2.1.1 Формат и размер полей пакета данных протокола приведены ниже в Таблице 2.1.

Таблица 2.1

Название поля	Длина поля	Описание поля
<b>Start</b>	3.5 ch (символа)	Пауза (время передачи 3.5 символов)
<b>Address</b>	8 бит	Адрес устройства
<b>Function</b>	8 бит	Код функции
<b>Data</b>	n * 8 бит	Данные
<b>CRC</b>	16 бит	Контрольная сумма
<b>End</b>	3.5 ch (символа)	Пауза (время передачи 3.5 символов)

### 2.2 Используемые команды

2.2.1 Команда 01 [0x01]. Чтение логических ячеек (реле)

#### Запрос

Параметры	Длина, байт	Код/диапазон
Код функции	1	0x01
Начальный адрес ячеек	2	0x0000...0xFFFF
Количество ячеек	2	0x07D0

#### Ответ

Параметры	Длина, байт	Код
Код функции	1	0x01
Количество байт	1	N
Состояние логических ячеек	N	

Примечание:

N=целая часть количества логических ячеек/8, если остаток равен 0;

N=целая часть количества логических ячеек/8 +1 в противном случае.

#### Особенности:

- команда предназначена для логических ячеек, доступных по записи и чтению;
- в запросе указывается начальный адрес логической ячейки (от нуля) и количество логических ячеек;
- в ответе каждый бит в байте (байтах) содержит бинарный признак состояния логической ячейки (например, для реле, «1»-включено, «0» - выключено);
- признаки состояния логической ячейки в байте расположены последовательно от младшего к старшему биту, незадействованное поле байта дополняется логическими «0».

### 2.2.2 Команда 03 [0x03]. Чтение значений регистров хранения параметров

#### Запрос

Параметры	Длина, байт	Код
Код функции	1	0x03
Начальный адрес	2	0x0000...0x7FFFF
Количество регистров (до 125)	2	1...7D

#### Ответ

Параметры	Длина, байт	Код
Код функции	1	0x03
Количество байт	1	Nx2
Состояние входов	Nx2	

Примечание: N= количество регистров

#### Особенности:

- команда предназначена для чтения регистров хранения;
- в запросе указывается начальный адрес регистра и количество читаемых регистров;
- каждый регистр состоит из двух байт;
- параметр типа «integer» занимают один регистр;
- параметры типа «float» занимают два регистра;
- параметры типа «string» передаются последовательно регистрами (по 2 кода символа);
- перечень регистров и адресов, соответствующих обязательным параметрам, представлен в Приложении А;
- регистры, соответствующие дополнительным параметрам, размещаются по другим адресам в произвольном порядке в соответствии с типами параметров;

– перечень регистров прибора должен включать в свой состав регистры значений входных каналов (входные регистры) прибора, доступных по чтению как командой «03», так и командой «04».

2.2.3 Команда 04 [0x04]. Чтение значений аналоговых входов

#### Запрос

Параметры	Длина, байт	Код
Код функции	1	0x04
Начальный адрес	2	0x0000...0xFFFF
Количество регистров (до 125)	2	0x0001...0x007D

#### Ответ

Параметры	Длина, байт	Код
Код функции	1	0x04
Количество байт	1	Nx2
Входы	Nx2	

Примечание: N=количество регистров

#### Особенности:

- команда предназначена для значений аналоговых входов, доступных только по чтению;
- в запросе указывается начальный адрес регистра значений аналогового входа (от нуля) и количество входов;
- каждое значение входного регистра имеет формат «float» и занимает два регистра;
- **перечень регистров прибора должен включать в свой состав регистры значений входных каналов (входные регистры) прибора, доступных по чтению как командой «03», так и командой «04».**

2.2.4 Команда 05 [0x05]. Запись признака состояния логической ячейки (реле)

#### Запрос

Параметры	Длина, байт	Код/диапазон
Код функции	1	0x05
Адрес логической ячейки	2	0x0000...0xFFFF
Код записи состояния логической ячейки	2	0x0000 – «OFF» 0xFFFF – «ON»

**Ответ**

Параметры	Длина, байт	Код
Код функции	1	0x05
Адрес логической ячейки	2	0x0000...0xFFFF
Код записи состояния логической ячейки	2	0x0000 - OFF 0xFFFF - ON

**Особенности:**

- команда предназначена для логических ячеек, доступных по записи и чтению;
- в запросе указывается начальный адрес логической ячейки (от нуля) и количество реле;
- в ответе каждый бит в байте (байтах) содержит бинарный признак состояния логической ячейки (например, для реле, «1»-включено, «0» - выключено);
- признаки состояния реле в байте расположены последовательно от младшего к старшему биту, незадействованное поле байта дополняется логическими «0».

## 2.2.5 Функция 6 [0x06] «Запись регистра хранения»

**Запрос**

Параметры	Длина, байт	Код/диапазон
Код функции	1	0x01
Адрес регистра	2	0x0000...0xFFFF
Значение регистра	2	0x0000...0xFFFF

**Ответ**

Параметры	Длина, байт	Код/диапазон
Код функции	1	0x01
Адрес регистра	2	0x0000...0xFFFF
Значение регистра	2	0x0000...0xFFFF

**Особенности:**

- команда предназначена для регистров хранения, доступных по записи и чтению;
- в запросе указывается адрес регистров хранения и записываемое значение;
- ответ (при нормальном выполнении запроса) является эхо-копией запроса.

## 2.2.6 Функция 15 [0x0F] «Запись логических ячеек»

### 2.2.6.1 Команда 15 имеет нижеописанные поля формата пакетов данных:

#### Запрос

Параметры	Длина, байт	Код
Код функции	1	0x15
Начальный адрес	2	0x0000...0xFFFF
Количество логических ячеек (1968)	2	1...7B0
Количество байт	1	N
Значения логических ячеек	N	

#### Ответ

Параметры	Длина, байт	Код
Код функции	1	0x15
Начальный адрес	2	0x0000...0xFFFF
Количество логических ячеек (1968)	2	1...7B0

Примечание:

N=количество логических ячеек/8, если остаток равен 0;

N=целая часть (количество логических ячеек/8) +1 в противном случае.

### 2.2.6.2 Функция 15 имеет следующие особенности:

- команда предназначена для логических ячеек, доступных только по записи;
- в запросе указывается начальный номер логической ячейки (от нуля), количество записываемых логических ячеек, количество байт для упаковки значений логических ячеек и значения логических ячеек в упакованном виде;
- в ответе указывается начальный номер логической ячейки (от нуля) и количество записываемых логических ячеек;
- упаковка значений логических ячеек в байт проводится от младшего бита к старшему, незадействованное поле байта дополняется логическими «0».

## 2.2.7 Команда 16 [0x10] «Запись значений регистров»

### 2.2.7.1 Команда 16 имеет нижеописанные поля формата пакетов данных:

#### Запрос

Параметры	Длина, байт	Код
Код функции	1	0x10
Начальный адрес	2	0x0000...0xFFFF
Количество регистров (до 123)	2	0x0001...0x007B
Количество байт	1	Nx2
Количество регистров	Nx2	

Примечание: N=количество регистров

**Ответ**

Параметры	Длина, байт	Код
Код функции	1	0x04
Начальный адрес	2	0x0000...0xFFFF
Количество регистров (до 123)	2	0x0001...0x007B

2.2.7.2 Команда 16 имеет следующие особенности:

- команда предназначена для записи регистров хранения;
- в запросе указывается начальный номер регистра и количество записываемых регистров, зависящее от типа записываемых параметров;
- в запросе содержится байт с удвоенным числом записываемых регистров и регистры записываемых параметров;
- в запросе параметр типа float(4 байта) размещается в 2 регистрах;
- в запросе параметр типа ushort (двухбайтовое беззнаковое целое) размещается в 1 регистре;
- в запросе параметр типа string размещается последовательно по 2 кода символа в регистре;
- в ответе содержится начальный номер регистра и количество записанных регистров, зависящее от типа записанных параметров;
- адреса регистров, доступных по записи, приведены в Таблице 2.

### 3. ОБРАБОТКА ОШИБОК ПРОТОКОЛА

3.1 При обмене данными возможно возникновение ошибок, которое обрабатывается соответствующим образом. Возможные ситуации и реакция протокола приведены ниже.

3.1.1 ИРТ принимает запрос, формат запроса корректен и может быть стандартно обработан. ИРТ формирует ответ без кода ошибки.

3.1.2 ИРТ запроса не принимает, возникновение ошибки по таймауту.

3.1.3 ИРТ принимает запрос, формат запроса содержит ошибку (чётность, КС и т.д.). ИРТ не формирует ответа, возникновение ошибки по таймауту.

3.1.4 ИРТ принимает запрос, формат запроса корректный, но обработка невозможна (неподдерживаемая функция, несуществующий адрес регистра и т.д.). ИРТ формирует ответ содержащий признак ошибки (установленный старший бит кода функции) и один из кодов ошибки, описанных в Таблице 3.1.



Таблица 3.1

HEX-код ошибки	Описание ошибки
1	2
0000	Отсутствие ошибки
0001	Ошибка доступа к EEPROM
0004	Ошибка контрольных сумм EEPROM
0008	Ошибка АЦП
0010	Переполнение буфера EEPROM
0020	Переполнение буфера команд
0040	Ошибка памяти программ прибора
0080	Резерв, не используется

#### 4. АДРЕСАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ

4.1 Адреса параметров приведены в Таблице 4.1.

Таблица 4.1

HEX-адрес регистра/ логической ячейки	Обозначение параметра	Тип данных	До- ступ	Описание
1	2	3	4	5
00D2	Model	1	ЧТ	Цифровой код прибора
0400	TYPE_DEVICE	ushort	ЧТ	Тип прибора
0408	ADDRESS	ushort	ЧТ/ЗП	Адрес
0409	BAUDRATE	ushort	ЧТ/ЗП	Код скорости сетевого обмена: «0» 0,3 kbps «1» 0,6kbps «2» 1,2 kbps «3» 2,4 kbps «4» 4,8 kbps «5» 9,6 kbps «6» 19,2 kbps «7» 38,4 kbps «8» 57,6 kbps «9» 115,2 kbps
040A	PARITY	ushort	ЧТ/ЗП	Код паритета: «0» - нет «1» - нечётный «2» - чётный
0510, 0511	Value0	float	ЧТ	Результат измерения

1	2	3	4	5
0801	SensType0	ushort	ЧТ/ЗП	<p>Код      Тип датчика</p> <p>«0»      CU85</p> <p>«1»      CU65</p> <p>«2»      CU81</p> <p>«3»      CU61</p> <p>«4»      PtH5</p> <p>«5»      PtH1</p> <p>«6»      Ptb1</p> <p>«7»      nil</p> <p>«8»      Gr21</p> <p>«9»      Gr23</p> <p>«10»     tc.H</p> <p>«11»     tc.L</p> <p>«12»     tc.S</p> <p>«13»     tc.r</p> <p>«14»     tc.b</p> <p>«15»     tc.A1</p> <p>«16»     tc.A2</p> <p>«17»     tc.A3</p> <p>«18»     tc.J</p> <p>«19»     tc.t</p> <p>«20»     tc.n</p> <p>«21»     tc.E</p> <p>«22»     i05</p> <p>«23»     i020</p> <p>«24»     i420</p> <p>«25»     U100</p> <p>«26»     U75</p> <p>«27»     r320</p>
0802, 0803	RI	float	ЧТ/ЗП	Сопротивление линии
0804	Lc	ushort	ЧТ/ЗП	<p>Код схемы подключения датчика сопротивления:</p> <p>«2» – двухпроводное подключение</p> <p>«3» – трёхпроводное подключение</p>
0812	Prcs	ushort	ЧТ/ЗП	Количество разрядов после запятой
0813	Sqr	ushort	ЧТ/ЗП	<p>Код включения корнеизвлекающей характеристики (бит0 регистра):</p> <p>«0» - выключить</p> <p>«1» - включить</p>
0815, 0816	IdPL	float	ЧТ/ЗП	Нижний предел диапазона преобразования входного унифицированного сигнала
0817, 0818	IdPH	float	ЧТ/ЗП	Верхний предел диапазона преобразования входного унифицированного сигнала
0819, 081A	ScL	float	ЧТ/ЗП	Шкальный индикатор - Значение минимума

1	2	3	4	5
081B, 081C	ScH	float	ЧТ/ЗП	Шкальный индикатор - Значение максимума
081E	Indt	ushort	ЧТ/ЗП	Код типа шкальной индикации: «0» – сегмент «1» – полоса
0820, 0821	brdL	float	ЧТ/ЗП	Нижний предел значений измеренной величины
0822, 0823	brdH	float	ЧТ/ЗП	Верхний предел значений измеренной величины
0824	PIN	ushort	ЧТ/ЗП	Пароль
0825	CutE	ushort	ЧТ/ЗП	Контроль обрыва датчика (бит0 регистра)
0828, 0829	t63	float	ЧТ/ЗП	Время демпфирования
0840	rLEr1	ushort	ЧТ/ЗП	Реле 1 - бит0 регистра
	rLEr2		ЧТ/ЗП	Реле 2 – бит1 регистра
	rLEr3		ЧТ/ЗП	Реле 3 – бит2 регистра
	rLEr4		ЧТ/ЗП	Реле 4 – бит3 регистра
0890, 0891	Set1	float	ЧТ/ЗП	Уставка 1
0892, 0893	Set2	float	ЧТ/ЗП	Уставка 2
0894, 0895	Set3	float	ЧТ/ЗП	Уставка 3
0896, 0897	Set4	float	ЧТ/ЗП	Уставка 4
08A0, 08A1	Hys1	float	ЧТ/ЗП	Гистерезис 1
08A2, 08A3	Hys2	float	ЧТ/ЗП	Гистерезис 2
08A4, 08A5	Hys3	float	ЧТ/ЗП	Гистерезис 3
08A6, 08A7	Hys4	float	ЧТ/ЗП	Гистерезис 4
08B0	trL1	ushort	ЧТ/ЗП	Задержка срабатывания реле 1
08B2	trL2	ushort	ЧТ/ЗП	Задержка срабатывания реле 2
08B4	trL3	ushort	ЧТ/ЗП	Задержка срабатывания реле 3
08B6	trL4	ushort	ЧТ/ЗП	Задержка срабатывания реле 4

Примечания к содержимому столбца «Тип» Таблицы 1:

- **hex** – шестнадцатичное представление параметра;
- **ushort** – двухбайтовое беззнаковое целое, расположенное в одном регистре;
- **float** – четырехбайтовое число с плавающей запятой и знаком, расположенное в двух регистрах, байты числа в послыке размещаются последовательно 1-4 байт (таблица 5) в двух регистрах, причём первый байт старший, а последний младший, представление числа (знак, экспонента, мантисса) согласно стандарта IEEE 754-2008.

