

# **Программируемые логические контроллеры**

**ТК-2-12, ТК-2-24**

**Руководство по эксплуатации**

**Самара, 2006**

## Содержание

Введение .....	3
1. Назначение.....	3
2. Технические характеристики.....	3
3. Описание устройства.....	4
3.1. Источник питания.....	5
3.2. Режимы работы.....	5
3.3. Дискретные входы.....	6
3.4. Дискретные выходы .....	7
3.4. Маркеры.....	9
3.5. Таймеры.....	9
3.5. Счетчики.....	9
3.6. Связь с компьютером .....	10
4. Внешний интерфейс.....	10
4.1. Терминальные команды.....	10
4.1.1. Сброс контроллера .....	12
4.1.2. Включить эхо.....	12
4.1.3. Выключить эхо .....	12
4.1.4. Информация о контроллере .....	12
4.1.5. Информация о программе .....	13
4.1.6. Отобразить состояние входов .....	13
4.1.7. Отобразить состояние выходов.....	13
4.1.8. Показать историю ошибок .....	14
4.1.9. Сброс истории ошибок.....	14
4.1.10. Переход в режим «Программирование».....	14
4.1.11. Старт монитора реального времени.....	14
4.1.12. Стоп монитора реального времени .....	15
4.1.13. Временные характеристики ПЛК.....	15
4.2. Команды программирования .....	15
4.2.1. Программирование страницы пользовательской памяти .....	16
4.2.2. Конец процесса программирования.....	16
4.2.3. Начать процесс программирования.....	16
4.2.4. Записать информацию о программе .....	17
Приложение 2.....	18

## Введение

Настоящий документ предназначен для изучения программируемых логических контроллеров (ПЛК) ТК-2-12 и ТК-2-24 и содержит сведения, необходимые для обеспечения полного использования их технических возможностей, правильной эксплуатации и поддержания в постоянной готовности к работе.

Далее по тексту термин ПЛК без упоминания типа контроллера используется свойств, присущих обоим моделям.

## 1. Назначение

Программируемый логический контроллер представляет собой специализированный вычислитель на базе микропроцессора, предназначенный для управления технологическими процессами и различным оборудованием в реальном масштабе времени, в том числе для экономичного варианта замены устаревшего электрооборудования и релейной логики при модернизации уже существующего технологического оборудования. ПЛК является универсальным техническим средством, позволяющим в кратчайшие сроки создавать технические комплексы для различных областей применения. Алгоритм управления описывается в виде совокупности логических выражений (программы) на специально разработанном языке программирования, что в совокупности с мощными отладочными средствами определяет легкость ввода в эксплуатацию и дальнейшее обслуживание технических комплексов.

Основным свойством ПЛК является циклический характер выполнения программы, время цикла (10 мс) и определяет предел применимости данного типа устройств в системах реального времени.

Каждый цикл ПЛК делится на три этапа

- прием информации от объекта управления
- принятие решения на основании алгоритма управления (программы)
- формирования управляющего воздействия на объект управления.

Входная информация представлена в виде дискретных сигналов, поступающих от различного рода датчиков и переключателей, отражающих текущее состояние оборудования, положение исполнительных механизмов и органов ручного управления.

Процесс принятия решения состоит в последовательном вычислении логических выражений, составляющих тело программы.

Действия ПЛК состоят во включении и выключении дискретных выходных сигналов, управляющих внешними устройствами, в качестве которых могут быть применены пускатели, устройства сигнализации и индикации.

## 2. Технические характеристики

Технические характеристики ПЛК приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Параметр	ТК-2 -12	ТК-2-24
1. Напряжение питания	постоянное, 24В ± 20%	
2. Потребляемая мощность, не более, Вт	1	
3. Температура окружающей среды, °С	+5...+50	
4. Относительная влажность воздуха (при T=35°С), %	30...80	
5. Атмосферное давление, кПа	86...107	

Продолжение таблицы 1.

6. Степень защиты	IP00	
7. Габаритные размеры, мм	67*93*18	112*93*18
8. Масса прибора, не более, кг	0.2	
9. Интерфейс связи с компьютером	RS-232	
10. Размер пользовательской программы, кБайт	2	3
11. Цикл контроллера, миллисекунд	10	
12. Количество дискретных входов	8	16
13. Количество дискретных выходов	4	8
14. Количество внутренних маркеров	32	64
15. Количество таймеров	8	16
16. Количество счетчиков	4	4
17. Установка на DIN-рейку	✓	✓

Технические характеристики дискретных входов, выходов, таймеров и счетчиков приведены в соответствующих разделах описания.

### 3. Описание устройства

ПЛК поставляется во встраиваемом исполнении. Небольшой вес и малые размеры позволяют легко установить контроллер в любом металлическом или пластмассовом корпусе (шкафе). Предусмотрена возможность установки ПЛК на DIN-рейку (TS-35) с помощью подиумов или поддонов.

Общий вид ПЛК ТК-2-12 приведен на рисунке 1, общий вид ПЛК ТК-2-24 – на рис. 2.

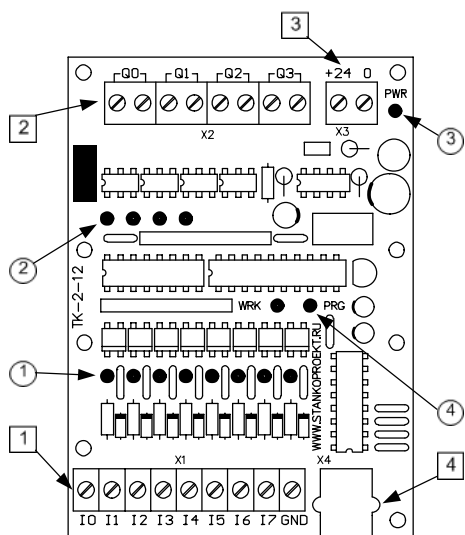


Рисунок 1

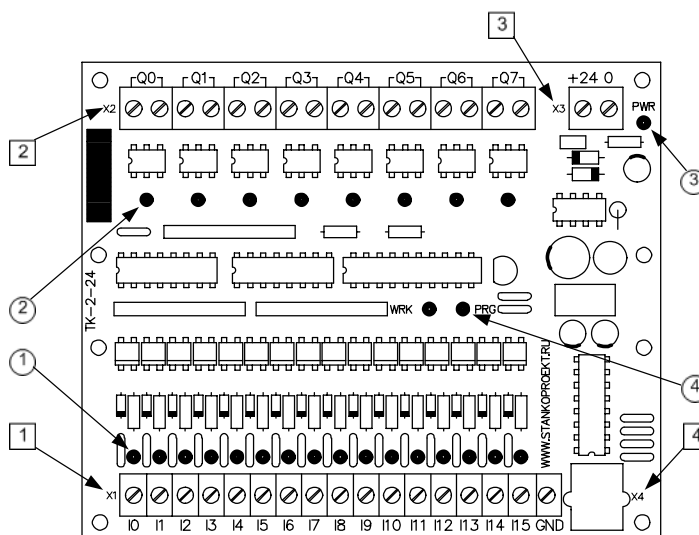


Рисунок 2

Цифры в квадратных выносках указывают на элементы подключения.

- 1 - клеммник X1 для подключения дискретных входов
- 2 - клеммник X2 для подключения дискретных выходов
- 3 - клеммник X3 для подключения питания 24В
- 4 - разъем X4 для подключения к компьютеру по интерфейсу RS-232

Цифры в круглых выносках указывают на элементы индикации.

- ① - индикаторы состояния дискретных входов
- ② - индикаторы состояния дискретных выходов
- ③ - индикатор напряжения питания 24В
- ④ - индикаторы состояния ПЛК

Габаритные и установочные размеры приведены в Приложении 1.

### 3.1. Источник питания

ПЛК использует одно напряжение питания +24В, подаваемое на клеммник X3(см. рис. 3). Вход со стороны источника питания защищен самовосстанавливающимся предохранителем.

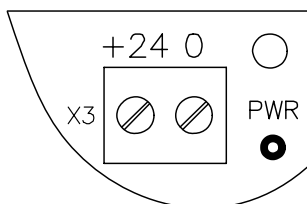


Рисунок 3

Порядок подключения указан на маске печатной платы. Наличие напряжения питания индицируется светодиодом «PWR».

В качестве вторичного источника питания используется гальванически развязанный DC/DC преобразователь с широким диапазоном входного напряжения, однако для устойчивой работы ПЛК рекомендуется использовать промышленный стабилизированный источник питания.

Если в непосредственной близости от ПЛК установлена мощная коммутационная аппаратура, создающая помехи в первичной цепи переменного тока, то на входе источника питания следует установить помехоподавляющий фильтр.

### 3.2. Режимы работы

При подаче напряжения питания или после сброса ПЛК переходит в режим «Работа» или «Ожидание».

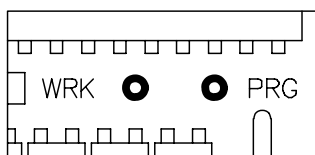


Рисунок 4

Если рабочая программа загружена, то ПЛК переходит в режим «Работа» и начинает циклическое выполнение программы.

Если рабочая программа не загружена, то ПЛК переходит в режим «Ожидание».

В режим «Программирование» ПЛК переводится командой внешнего интерфейса, в этом режиме осуществляется запись рабочей программы во Flash-память микропроцессора. Возврат ПЛК в режим «Работа» осуществляется путем сброса или выключения питания, при этом, если программа была записана успешно, ПЛК переходит в режим «Работа», в противном случае в режим «Ожидание».

Текущее состояние ПЛК индицируется с помощью светодиодов WRK (зеленого цвета) и PRG (красного цвета) (см. рисунок 4). В таблице 2 приведены основные варианты индикации режимов.

Таблица 2

	Режим		
	«Работа»	«Ожидание»	«Программирование»
Рабочая программа	Загружена	Не загружена	Загружается
Светодиод WRK «Работа/Ожидание»	Горит	Мигает	Не горит
Светодиод PRG «Ошибка/Программирование»	Мигает при наличии ошибки	Мигает при наличии ошибки	Горит

Возникновение системной или пользовательской ошибки отображается в режиме «Работа» миганием светодиода «Ошибка/Программирование». Просмотреть историю возникновения ошибок и очистить ее можно с помощью команд внешнего интерфейса.

### 3.3. Дискретные входы

ПЛК ТК-2-12 имеет 8, а ПЛК ТК-2-24 имеет 16 входов для ввода дискретных сигналов с объекта управления.

Каждый вход имеет гальваническую развязку от внутренних цепей ПЛК.

Каждый вход имеет светодиодную индикацию, позволяющую пользователю наблюдать за состоянием дискретных входов в процессе эксплуатации и обслуживания ПЛК.

На рисунке 5 приведена схема подключения и внутренняя схема одного входа.

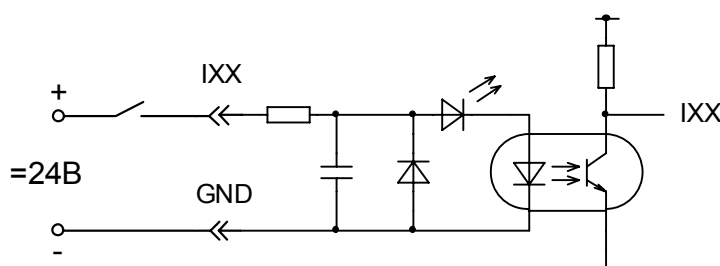


Рисунок 5

Дискретные входы имеют следующие характеристики:

Номинальное входное напряжение, В	24
Максимальное входное напряжение, $U_{max}$ , В	29
Логический «0», В	0...3 или разомкнуто
Логическая «1», В	5... $U_{max}$
Входное сопротивление, кОм	3.3
Напряжение изоляции, В	3500

Подключение внешних цепей (от датчиков входных сигналов) осуществляется «под винт» к контактам клеммника X1. Маркировка контактов нанесена на маске печатной платы (см. рисунок 6).

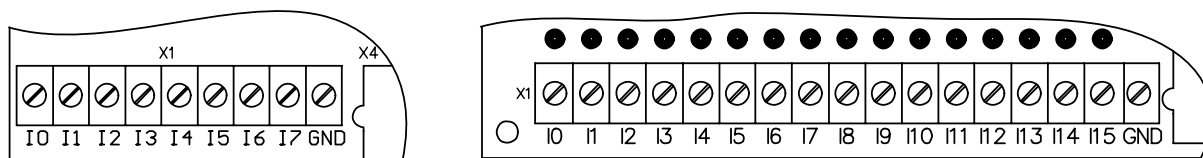


Рисунок 6

Маркировка контактов однозначно соответствует логическим переменным входного языка (см. таблицу 3).

Таблица 3.

Контакт	Логическая переменная
I0	I0
I1	I1
I2	I2
I3	I3
I4	I4
I5	I5
I6	I6
I7	I7
I8	I8
I9	I9
I10	I10
I11	I11
I12	I12
I13	I13
I14	I14
I15	I15

К контакту GND следует подключить общий провод питания входных датчиков.

### 3.4. Дискретные выходы

ПЛК ТК-2-12 имеет 4, а ПЛК ТК-2-24 имеет 8 дискретных выходов.

Дискретные выходы, выполненные на оптореле, предназначены для управления маломощными нагрузками постоянного или переменного тока, носящими активный, активно-индуктивный или активно-емкостной характер.

В ПЛК обеспечена гальваническая развязка выходных электрических цепей в от внутренних цепей ПЛК и выходных электрических между собой.

Состояние дискретных выходов обновляется каждый цикл ПЛК в режиме «Работа», в других режимах дискретные выходы принудительно переводятся в выключенное состояние.

Каждый выход имеет светодиодную индикацию, позволяющую пользователю наблюдать за состоянием дискретных выходов в процессе эксплуатации и обслуживания ПЛК.

На рисунке 7 приведена схема подключения и внутренняя схема одного выхода.

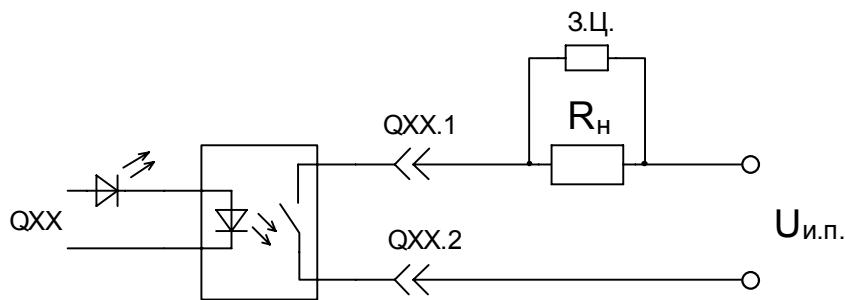


Рисунок 7

Дискретные выходы имеют следующие характеристики:

Тип выходного ключа	оптореле
Максимальное рабочее напряжение, $U_{max}$ , В	48
Максимальный ток нагрузки, $I_{max}$ , А	0.3
Типовое сопротивление открытого ключа, $R_{от}$ , Ом	0.83
Ток утечки закрытого ключа, не более, мкА	1
Максимальное время переключения, не более, мс	1.5
Напряжение изоляции, В	3500

Подключение цепей управления осуществляется «под винт» к контактам клеммника X2. Маркировка контактов нанесена на маске печатной платы (см. рисунок 8).

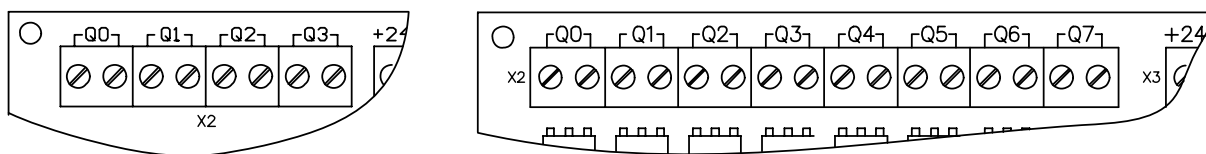


Рисунок 8

Маркировка контактов однозначно соответствует логическим переменным входного языка (см. таблицу 4).

Таблица 4.

Контакт	Логическая переменная
Q0	Q0
Q1	Q1
Q2	Q2
Q3	Q3
Q4	Q4
Q5	Q5
Q6	Q6
Q7	Q7

В таблице 3 приведено соответствие дискретных выходов логическим переменным языка программирования.

Как упоминалось выше, через дискретные выходы ПЛК осуществляется управление активными, активно-индуктивными или активно-емкостными нагрузками.

При эксплуатации ПЛК следует соблюдать следующие требования:

- пусковой ток нагрузки не должен превышать значение максимального тока нагрузки более чем в 1.5 раза



- при коммутации нагрузки, имеющей активно-индуктивный характер, выход ПЛК следует защищать от перенапряжений, вызываемых ЭДС самоиндукции.

Для защиты выходов рекомендуется использовать защитные цепочки (З.Ц.):

1. Варистор (V) в цепях постоянного и переменного тока;
2. Диод (D) в цепях постоянного тока;
3. Резистор-конденсатор (RC) в цепях постоянного и переменного тока.

Возможно использование комбинированных защитных цепочек, например RCV.

Защитные цепочки следует подключать непосредственно контактам катушек коммутационных аппаратов или как можно ближе к ним, что позволяет снизить уровень электромагнитных и импульсных помех, создаваемых коммутационной аппаратурой.

#### Внимание!

Т.к. в схеме дискретных выходов не предусмотрена защита от короткого замыкания в цепях нагрузки, монтаж электрооборудования следует выполнять с особой тщательностью.

### 3.4. Маркеры

ПЛК ТК-2-12 имеет 32, а ПЛК ТК-2-24 имеет 64 маркера. Маркеры являются логическими переменными языка программирования и предназначены для хранения результатов промежуточных вычислений.

### 3.5. Таймеры.

ПЛК ТК-2-12 имеет 8, а ПЛК ТК-2-24 имеет 16 таймеров задержки включения. Время задержки может быть задано в диапазоне от 10 миллисекунд до 255 секунд. Диапазон задержек разбит на 3 группы, их характеристики приведены в таблице 5.

Таблица 5

Группа	Диапазон		Шаг задания
	min	max	
0	10 мс	2.55 с	10 мс
1	0.1 с	25.5	0.1 с
2	1	255 с	1 с

Время задержки каждого таймера может быть выбрано из любой группы.

### 3.5. Счетчики

ПЛК имеет 4 счетчика. Коэффициент деления каждого счетчика может быть установлен программно в диапазоне от 1 до 255. По достижении заданного количества импульсов на выходе счетчика формируется импульс равный по длительности входному. Предусмотрена возможность программного сброса счетчика.

### 3.6. Связь с компьютером

ПЛК имеет встроенный порт для обмена с компьютером, совместимым с IBM PC, по интерфейсу RS-232. Этот интерфейс не имеет гальванической развязки.

Интерфейс RS-232 имеет следующие настройки:

Скорость передачи данных, бит/сек	57600
Биты данных	8
Четность	нет
Стоповые биты	1
Управление потоком	нет
Длина линии связи, не более, м	2

Подготовка рабочих программ осуществляется на компьютере, после чего программа загружается в ПЛК через последовательный интерфейс.

Интерфейс RS-232 со стороны компьютера может быть подключен к любому свободному порту (COM1 или COM2 по выбору).

Условная нумерация ножек разъема типа TP4P4C и схема соединительного кабеля приведены на рисунке 9.

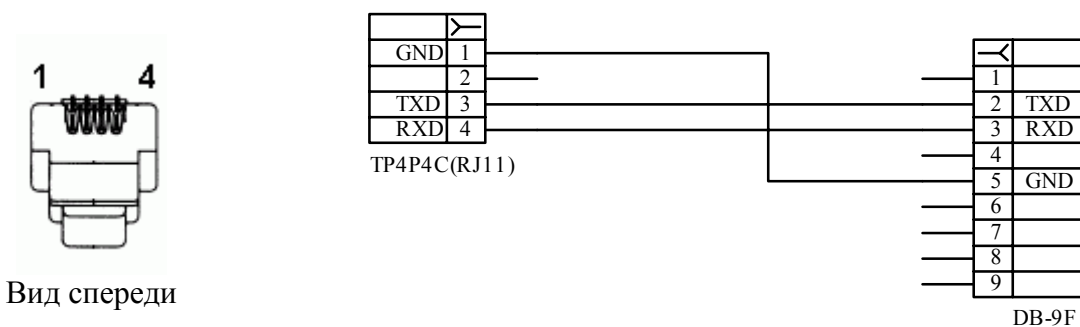


Рисунок 9

## 4. Внешний интерфейс

Команды внешнего интерфейса обеспечивают взаимодействие ПЛК с присоединенным к нему компьютером.

Команды внешнего интерфейса можно разбить на две группы:

- терминальные команды
- команды программирования.

Каждая из этих групп имеет свой формат.

Кроме того, особый формат имеет поток данных монитора реального времени.

### 4.1. Терминальные команды

Терминальные команды можно использовать в любой программе эмулятора терминала, входящей в состав операционной системы компьютера.

После включения или сброса ПЛК на терминал передается символ R и устанавливается режим обмена «Эхо включено». В этом режиме каждый принятый ПЛК байт возвращается на терминал, а передаваемая в ответ информация завершается посылкой символов CR и LF (начать новую строку).

Терминальные команды выполняются во всех режимах работы ПЛК.

Терминальные команды имеют следующий формат:

?	N	N	C	C
---	---	---	---	---

NN – код команды

CC – контрольная сумма по модулю 256

Каждый передаваемый байт отображается двумя шестнадцатеричными цифрами в кодах ASCII.

В таблице 6 приведен список всех терминальных команд, а также указана их применимость в различных режимах.

Таблица 6

Код команды	Наименование	Ответ	«Раб» «Ожид»	«Прг»
?0000	Сброс контроллера	R	✓	✓
?01FF	Включить эхо	R	✓	✓
?02FE	Выключить эхо	R	✓	✓
?03FD	Информация о контроллере	#06MMVVIIQQSSPPCC	✓	✓
?04FC	Информация о программе	#XX..XX	✓	
?05FB	Отобразить состояние входов	#04XX..XXCC	✓	
?06FA	Отобразить состояние выходов	#04XX..XXCC	✓	
?07F9	Показать историю ошибок	#08XX..XXCC	✓	
?08F8	Сброс истории ошибок	R	✓	
?09F7	Переход в режим программирования	R	✓	
?0AF6	Старт монитора реального времени	R	✓	
?0BF5	Стоп монитора реального времени	R	✓	
?0CF4	Временные характеристики ПЛК	#04ННКЛЛМСС	✓	

Обмен начинается с передачи компьютером команды. В ответ ПЛК формирует либо символ подтверждения R, либо пакет данных. До завершения приема данных от ПЛК передача новой команды не допускается, нарушение этого правила может привести к возникновению ошибки с кодом 255 («Переполнение буфера вывода»).

В случае возникновения ошибок в линии передачи данных в ответ на переданную команду могут быть получены следующие символы:

E – ошибка контрольной суммы

U – неизвестная команда

C – команда содержит недопустимый символ.

#### 4.1.1. Сброс контроллера

Данная команда вызывает сброс ПЛК. Результат ее выполнения эквивалентен выключению и включению питания. Сигнал «Готовность контроллера» снимается на время ~0.6 сек.

#### 4.1.2. Включить эхо

Устанавливается режим обмена «Эхо включено». В этом режиме каждый принятый ПЛК байт возвращается на терминал, а передаваемая в ответ информация завершается посылкой символов CR и LF (начать новую строку).

#### 4.1.3. Выключить эхо

Устанавливается режим обмена «Эхо выключено». В этом режиме ПЛК не возвращает принятый байт, а передаваемая в ответ информация не завершается посылкой символов CR и LF.

#### 4.1.4. Информация о контроллере

В ответ на эту команду формируется пакет, содержащий информацию о ПЛК.

#	0	6	M	M	V	V	I	I	Q	Q	S	S	P	P	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- MM – модель ПЛК (02 для ТК-2-64)
- VV – версия программного обеспечения ПЛК
- II – количество входов ПЛК
- QQ – количество выходов ПЛК
- SS – слово состояния ПЛК
- PP – версия микрокода процессора
- CC – контрольная сумма по модулю 256

Версия программного обеспечения ПЛК передается в упакованном формате

S	S	S	M	M	M	L	L
---	---	---	---	---	---	---	---

- SSS – код старшей цифры (0 - 7)
- MMM – код младшей цифры (0 - 7)
- LL – код буквы (A-D)

Слово состояния ПЛК имеет следующий формат

W	H	R	E	P			T
---	---	---	---	---	--	--	---

- W – режим «Работа» (программа загружена и выполняется)

- Н – признак наличия ошибок в истории ошибок
- R – монитор реального времени включен
- E – эхо запрещено внешней командой
- P – режим «Программирование»
- T – такт вспышки светодиода (передается только монитору реального времени)

Каждый передаваемый байт отображается двумя шестнадцатеричными цифрами в кодах ASCII.

#### 4.1.5. Информация о программе

В ответ на эту команду формируется пакет, содержащий информацию рабочей программе.

#	X	X	...	X	X
---	---	---	-----	---	---

XX...XX – 22 байта информации в коде ASCII, сохраненных по команде «Запись информации о программе»

Формат информации определяется пользователем.  
Если ПЛК находится в режиме «Ожидание», то выводится 22 пробела.

#### 4.1.6. Отобразить состояние входов

В ответ на эту команду формируется пакет, содержащий данные о текущем состоянии входов.

#	0	4	I	I	...	I	I	C	C
---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---

И...И – 4 байта данных (I0 – I31)  
CC – контрольная сумма по модулю 256

Каждый передаваемый байт отображается двумя шестнадцатеричными цифрами в кодах ASCII.

#### 4.1.7. Отобразить состояние выходов

В ответ на эту команду формируется пакет, содержащий данные о текущем состоянии выходов.

#	0	4	Q	Q	...	Q	Q	C	C
---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---

QQ...QQ – 4 байта данных (Q0 – Q31)  
CC – контрольная сумма по модулю 256

Каждый передаваемый байт отображается двумя шестнадцатеричными цифрами в кодах ASCII.

#### 4.1.8. Показать историю ошибок

В режимах «Работа» / «Ожидание» при наличии в истории ошибок кодов, отличных от 0, мигает светодиод «Ошибка/Программирование».

В ответ на эту команду формируется пакет, содержащий данные об истории ошибок.

#	0	8	X	X	...	X	X	C	C
---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---

XX...XX – 8 байтов содержимого истории ошибок

Коды ошибок определяются следующим образом:

- 0 – нет ошибки
- 1 – 127 – ошибки, определяемые пользователем
- 128 – 255 – системные ошибки

Каждый передаваемый байт отображается двумя шестнадцатеричными цифрами в кодах ASCII.

#### 4.1.9. Сброс истории ошибок

По этой команде очищается история ошибок. Светодиод «Ошибка/Программирование» гаснет.

#### 4.1.10. Переход в режим «Программирование»

По этой команде осуществляется переход в режим «Программирование». Возврат в режим «Работа» / «Ожидание» осуществляется по команде «Сброс контроллера»

#### 4.1.11. Старт монитора реального времени

По этой команде начинается передача данных монитору реального времени. В каждом цикле работы ПЛК формируется и передается через СОМ-порт пакет данных, содержащий информацию о текущем состоянии ПЛК. Пакет монитора реального времени состоит из 30 двоичных байтов и имеет следующий формат.

Таблица 7

Смещение	Длина	Значение
0	1	0хАА - заголовок пакета
+1	1	Слово состояния ПЛК
+2	4	Область входов I0 – I31
+6	4	Область выходов Q0 – Q31
+10	2	Таймеры T0 – T15
+12	1	Счетчики C0 – C3
+13	16	Область маркеров M0 – M127
+29	1	Контрольная сумма по модулю 256

В качестве монитора реального времени может использоваться программа компьютера или специальный диагностический модуль, подключаемый через разъем расширения.

#### 4.1.12. Стоп монитора реального времени

По этой команде прекращается передача данных монитору реального времени. Кроме этого передача данных прерывается любой командой, переданной на ПЛК.

#### 4.1.13. Временные характеристики ПЛК

В ответ на эту команду формируется пакет, содержащий информацию о временных характеристиках работы программы.

#	0	4	Н	Н	К	К	Л	Л	М	М	С	С
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- НН – старший байт времени работы ПО
- КК – младший байт времени работы ПО
- ЛЛ – старший байт общего времени работы
- ММ – младший байт общего времени работы
- СС – контрольная сумма по модулю 256

Каждый передаваемый байт отображается двумя шестнадцатеричными цифрами в кодах ASCII.

Для каждого цикла работы ПЛК производится измерение его временных характеристик и запоминается максимальное время работы.

Общее время работы – время, затраченное микропроцессором, на выполнение всех операций внутри цикла.

Время работы ПО – время, затраченное микропроцессором, на выполнение служебных процедур.

Таким образом, время выполнения рабочей программы определяется как разность этих двух времен.

$$T = ((LL \times 256 + MM) - (НН \times 256 + КК)) \times 0.271 \text{ мкс}$$

## 4.2. Команды программирования

Команды этой группы выполняются только в режиме «Программирование».

Запись рабочей программы выполняется в виде последовательности операций:

- стирание текущей рабочей программы
- запись информации о новой программе
- запись одной или нескольких страниц кода новой рабочей программы
- операция завершения процесса программирования

В случае возникновения на любом из этапов ошибки выполнения операции запись рабочей программы прерывается по инициативе ПЛК. Для повторения записи рабочей программы следует повторить всю последовательность операций сначала.

В процессе обмена данными ПЛК подтверждает каждую принятую команду. До получения подтверждения текущей команды запрещается передача новой.

В качестве ответа от ПЛК может быть получен один из следующих символов:

- R - команда выполнена успешно
- E - ошибка контрольной суммы команды
- U - неизвестная команда
- C - команда содержит недопустимый символ
- L - длина данных в команде больше превышает допустимую
- A - нарушена последовательность адресов или адрес вне диапазона
- W - ошибка IAP-операций
- X - операции программирования запрещены

Команды программирования совместимы по формату с Intel HEX-рес (см. Приложение 1).

В таблице 8 приведен список всех команд программирования.

Таблица 8

Тип записи	Наименование	Формат
00	Программирование страницы пользовательской памяти	:NNAAAA00DD..DDCC
01	Конец процесса программирования	:00000001FF
02	Начать процесс программирования	:00000002FE
03	Записать информацию о программе	:NN000003DD..DDCC

#### 4.2.1. Программирование страницы пользовательской памяти

Фрагмент кода рабочей программы, переданный в команде, записывается во Flash-память микропроцессора. Для оптимизации работы с Flash-памятью количество передаваемых байтов данных следует устанавливать равным размеру страницы (64 байта).

#### 4.2.2. Конец процесса программирования

Эта команда должна завершать файл данных рабочей программы. При выполнении этой команды снимается разрешение на программирование, а также в случае успешного завершения всех предшествующих операций устанавливается признак разрешения запуска рабочей программы.

#### 4.2.3. Начать процесс программирования

При выполнении этой команды стирается текущая рабочая программа, выполняются подготовительные операции и устанавливается разрешение программирования.



#### **4.2.4. Записать информацию о программе**

Данные от 1 до 22 байтов, переданные в команде, сохраняются в памяти и в последствии могут быть просмотрены по команде «Информация о программе».

## Приложение 2.

### Формат Intel HEX-record.

Общий формат записи имеет следующий вид.

RECORD MARK '.'	LOAD RECLLEN	OFFSET	RECTYPE	INFO или DATA	CHKSUM
1 байт	1 байт	2 байт	1 байт	N байт	1 байт

Каждая запись начинается с поля RECORD MARK содержащего код 0x3A, ASCII код для символа двоеточие (':').

Каждая запись имеет поле RECLLEN, которое определяет количество байтов информации или данных, следующих после поля RECTYP записи. Следует помнить, что один байт данных представляется двумя ASCII символами.

Максимальное значение поля RECLLEN – 0xFF или 255.

Каждая запись имеет поле LOAD OFFSET, которое определяет 16-ти битное начальное смещение загрузки данных, т.е. данное поле используется только для записей данных.

Для записей, в которых данное поле не используется, его следует кодировать как 4 ASCII символа 0 ('0000').

Каждая запись имеет поле RECTYP, которое определяют тип записи для этой записи. Поле RECTYP используется для интерпретации оставшейся части информации записи. Типичными являются следующие значения этого поля:

'00' – запись данных

'01' – запись «Конец файла».

Каждая запись имеет поле переменной длины INFO/DATA, оно состоит из нуля или более байтов данных, представленных как пара шестнадцатеричных цифр. Интерпретация этого поля зависит от содержания поля RECTYP.

Каждая запись заканчивается полем CHKSUM, которое содержит ASCII шестнадцатеричное представление дополнения до двух 8 бит каждого байта, полученного преобразованием каждой пары ASCII шестнадцатеричных цифр в один двоичный байт, начиная с поля RECLLEN до последнего байта поля INFO/DATA включительно. Таким образом, сумма всех ASCII пар в записи после преобразования в двоичный формат, начиная с поля RECLLEN и включая поле CHKSUM, равна 0.