

***Блок управления нагревом***

***«БУН-5»***

***СОРЭНЖ 0002.002.00***

**Техническое описание**

### ВВЕДЕНИЕ

Настоящее техническое описание (ТО) предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, принципом действия, конструкцией, работой и техническим обслуживанием *Блока управления нагревом (БУН)*.

**В блоке управления нагревом присутствует напряжение величиной до 380 В, опасное для человеческой жизни. Любые подключения к блоку и работы по его техническому обслуживанию производить только при отключенном питании прибора и исполнительных механизмов.**

**Запрещается использование прибора в агрессивных средах с содержанием в атмосфере кислот, щелочей, масел и т. п.**

**Подключение, регулировка и техобслуживание блока должны производиться только квалифицированными специалистами, имеющими соответствующую квалификационную группу по технике безопасности и изучившими настоящее ТО.**

### 1. НАЗНАЧЕНИЕ

БУН эксплуатируется совместно с модулем ввода сигналов термодатчиков «I-7018» и предназначен для построения автоматических систем контроля и управления нагревателями в составе установок «Октава», «СД.ОМ» и т.д.

БУН осуществляет:

- Фазовое управление тиристорами нагревателя по командам от управляющего комплекса верхнего уровня по трем независимым каналам.
- Независимый, ежесекундный опрос модуля ввода с термодатчиков «I-7018», с последующей трансляцией данных в управляющий комплекс верхнего уровня.
- Аварийное отключение питания нагревателей по команде от управляющего комплекса верхнего уровня.
- Аварийное отключение питания нагревателей при превышении установленной температуры (не зависимо от состояния управляющего комплекса верхнего уровня).
- Аварийное отключение питания нагревателей при отсутствии связи с модулем ввода с термодатчиков «I-7018» более 10 секунд.
- Автоматический сброс мощности нагревателей при отсутствии связи с управляющим комплексом верхнего уровня более 10 секунд.

### 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

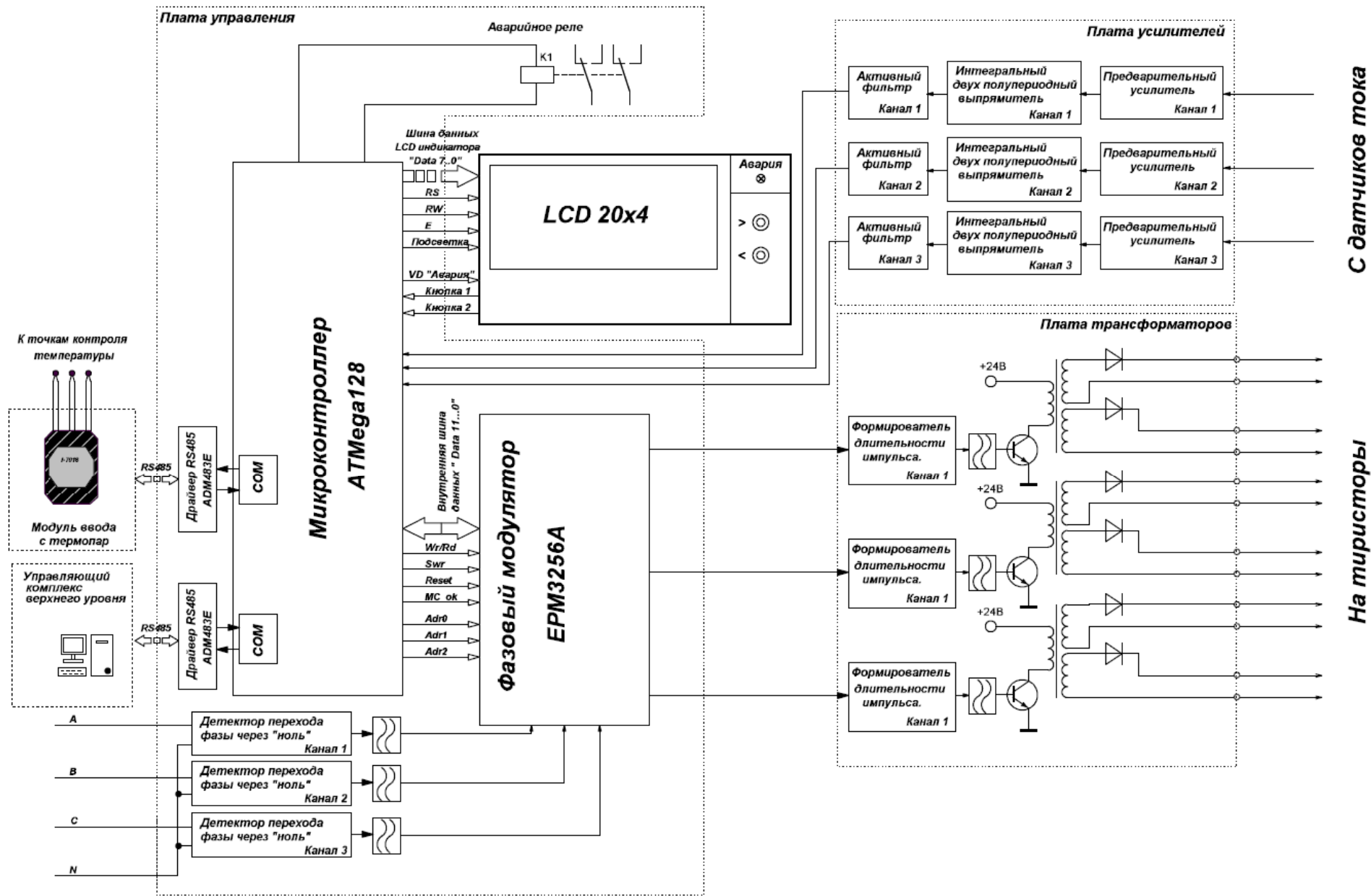
- Количество каналов управления тиристорами 3 канала
- Диапазон регулирования фазы 2...96%
- Количество шагов регулирования 4095
- Закон управления ПИ
- Интерфейс обмена RS-485
- Количество дополнительных дискретных сигналов:
  - Входных: 2 входа (с гальванической развязкой)  
Уровень логического 0 <1.5В  
Уровень логической 1 24 В
- Питание: входное напряжение +24В  
Потребляемая мощность не более 10Вт

### **3. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА И ОБЩИЙ ПРИНЦИП РАБОТЫ**

#### **3.1 Состав БУН**

- В состав БУНа входят:
- Микроконтроллер. МК является главным элементом устройства. МК поддерживает связь с управляющим комплексом верхнего уровня, по запросу последнего. Связь осуществляется посредством интерфейса RS-485. МК осуществляет связь с модулем ввода с термодатчиком I-7018 по интерфейсу RS-485. Связь с I-7018 происходит постоянно с периодичностью – 1 сек. МК осуществляет расчет управляющего воздействия на нагреватели. МК осуществляет преобразование аналоговых сигналов датчиков токов \*.
  - МК осуществляет обмен информацией с фазовым модулятором. МК осуществляет управление LCD дисплеем. МК осуществляет управление аварийным реле. МК обрабатывает входные дискретные сигналы (два сигнала) с последующей трансляцией их в управляющий комплекс верхнего уровня.
  - Фазовый модулятор. Обеспечивает преобразование информации поступающей от МК во временную задержку открытия тиристора.
  - Устройство синхронизации с питающей сетью. Осуществляет синхронизацию по трем независимым фазам питающего напряжения.
  - Устройство коммутации. Обеспечивает импульсное управление тиристорами.
  - LCD дисплей. Отображает текущую информацию (задание на нагреватели, ток нагревателей, сетевые настройки блока, аварийные события, и т.д.).

На рисунке 1 изображена функциональная схема БУНа.



### 3.2. Работа БУН

БУН является микропрограммным устройством и управляется с помощью микроконтроллера ATmega128, представляющего собой восьмиразрядный микроконтроллер с RISC-архитектурой фирмы «ATMEL».

При включении питания начинается опрос модуля ввода с термодатчиков «I-7018» посредством сети RS-485 (смотри п.4, микросхема DD5).

Управляющий комплекс верхнего уровня так же производит обмен с БУН-ом посредством сети RS-485. Обмен данными происходит через второй канал (микросхема DD6). Обмен данными представляет собой набор команд, выставяемых управляющим комплексом верхнего уровня, и ответом БУНа (смотри п.4, смотри п5).

Действуя по своей программе, БУН ежесекундно опрашивает модуль ввода с термодатчиков «I-7018».

При поступлении команды, с текущим заданием на нагреватели, МК посредством ПИ закона управления, вычисляет длительность задержки на открытие тиристора и записывает эту величину в фазоимпульсный модулятор (ФМ) соответствующего канала управления.

Фазовый модулятор выполнен на базе микросхемы программируемой логики EPM7128 фирмы «ATMEL».

При получении с синхронизатора фазы, сигнала перехода фазы через ноль, ФМ начинает отсчет времени задержки. По истечении времени задержки формируется импульс открытия соответствующего тиристора. Для повышения надежности открытия тиристора формируется на один, а два импульса.

На рисунке 2 проиллюстрирован принцип работы фазового регулятора.

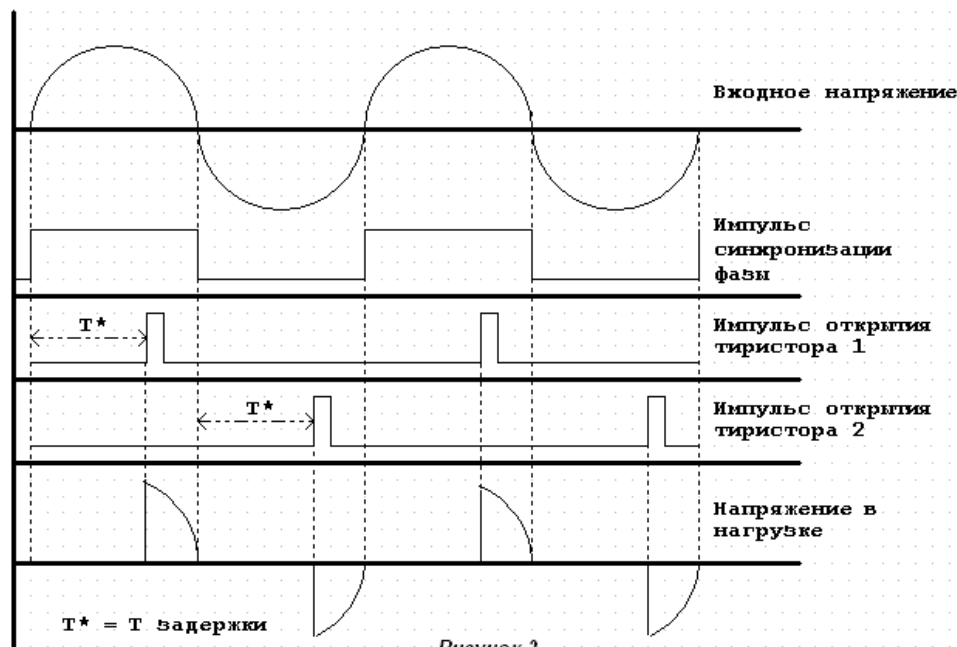


Рисунок 2

БУН имеет собственную, микропрограммную, защиту от перегрева.

Аварийное отключение питания нагревателей возможно, если:

- фактическая температура одного из младших трех каналов модуля I-7018 превысила установленное значение (смотри п5.9).
- по командам управляющего комплекса верхнего уровня (смотри п5).
- при отсутствии связи с модулем ввода сигналов термодатчиков «I-7018» более 10 секунд.

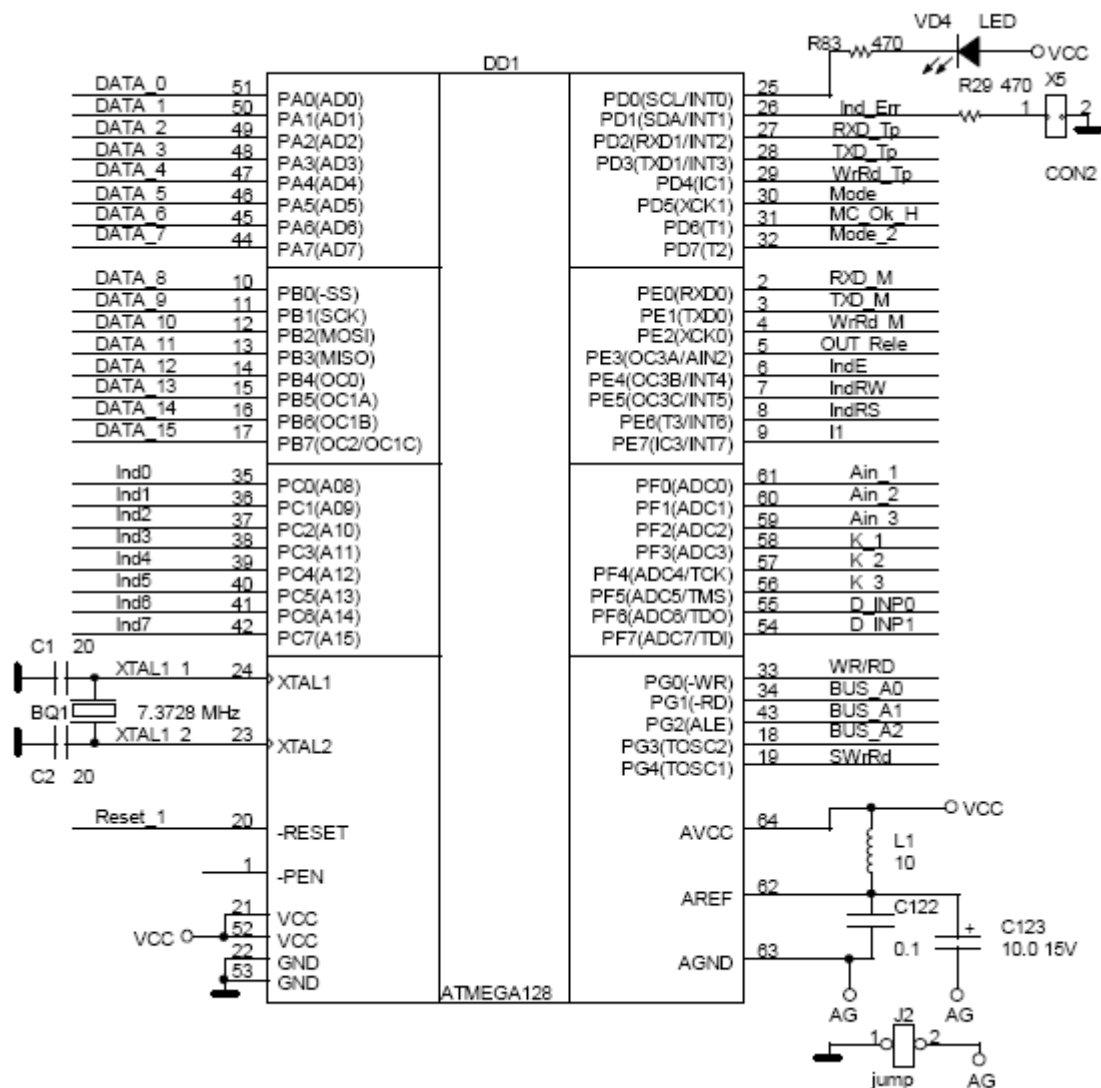
Аварийный сброс задания на нагреватели возможен, если:

- отсутствие связи с управляющим комплексом верхнего уровня более 10 секунд.
- при обмене данными с ФМ.
- ошибка синхронизации (частота сети хотябы одного канала вышла за допуск  $\pm 3\text{Гц}$ )

**Аварийное отключение питания нагревателей в этом случае не производится, происходит только сброс задания.**

## 4. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

### 4.1. Микроконтроллер



Выходы микроконтроллера имеют следующее назначение:

DATA\_0... DATA\_15 - шина данных микроконтроллера для связи с ФМ.

Ind0...Ind7 - шина данных микроконтроллера для связи с LCD.

RXD\_Tp, TXD\_Tp – COM порт для связи с модулем ввода с термопар I-7018.

WrRd\_Tp – сигнал микроконтроллера, устанавливающий направление передачи в линии RS-485.

RXD\_M, TXD\_M – COM порт для связи с управляющим комплексом верхнего уровня.

WrRd\_M – сигнал микроконтроллера, устанавливающий направление передачи в линии RS-485.

MC\_Ok\_H – сигнал микроконтроллера, разрешающий работу ФМ.

IndE, IndRW, IndRS, I1 - сигналы микроконтроллера, управляющие LCD.

Ain1...Ain3 – вход АЦП.

K1...K3 – Входы кнопок управления.

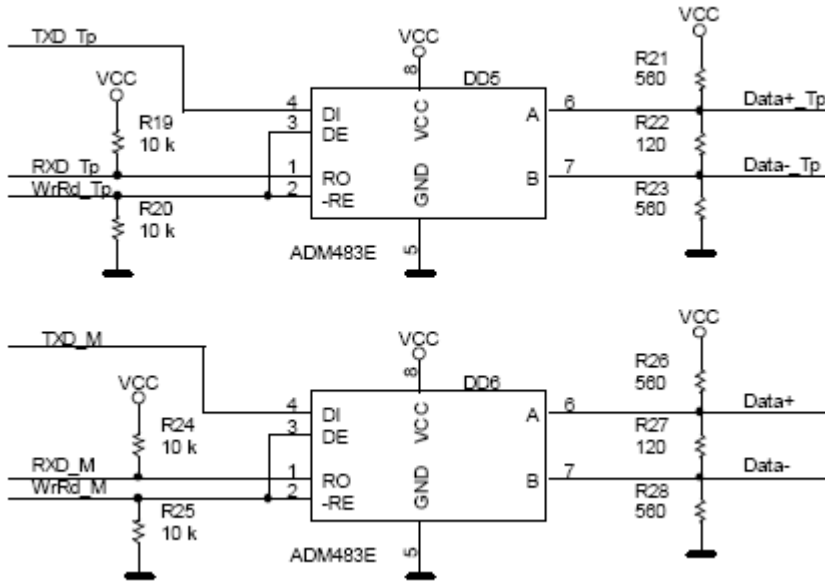
D\_INP0, D\_INP1 – входы внешних дискретных сигналов.

BUS\_A0...BUS\_A2 - шина адреса микроконтроллера для связи с ФМ.

WR/RD, SWrRd – управляющие сигналы, шины данных микроконтроллера для связи с ФМ.

Out\_Rele - сигнал микроконтроллера, включающий аварийное реле. Активный - высокий уровень.

## 4.2. Преобразователи интерфейса RS232-RS485

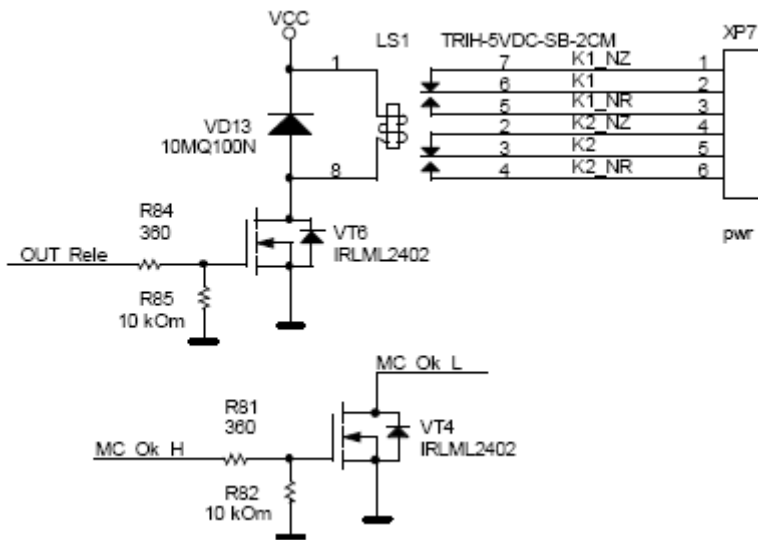


При высоком уровне сигнала WrRd происходит передача данных в линию RS-485.

При низком уровне сигнала WrRd происходит прием данных.

Исходный уровень – низкий.

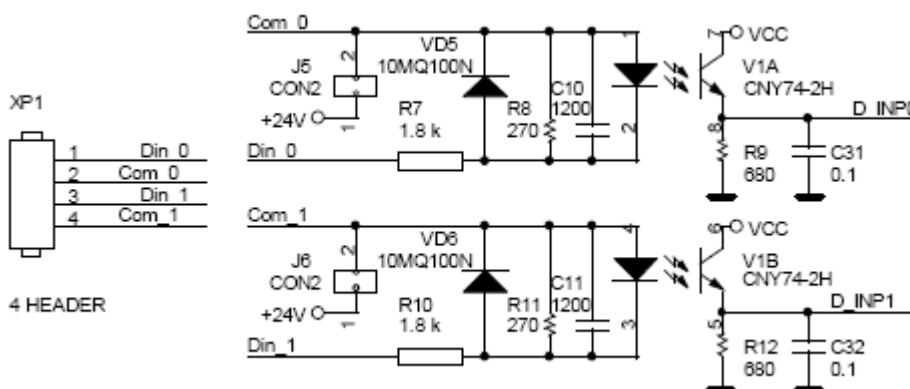
## 4.2. Сигналы разрешения работы и аварии



При нормальной работе нагревателей реле LS1 – выключено, а уровень сигнала MC\_Ok\_H – высокий.

При возникновении следующих ситуаций, реле LS1 будет включено

- фактическая температура одного из младших трех каналов модуля I-7018 превысила установленное значение (смотри п5.9).
- по командам управляющего комплекса верхнего уровня (смотри п5).
- при отсутствии связи с модулем ввода сигналов термопар «I-7018» более 10 секунд.



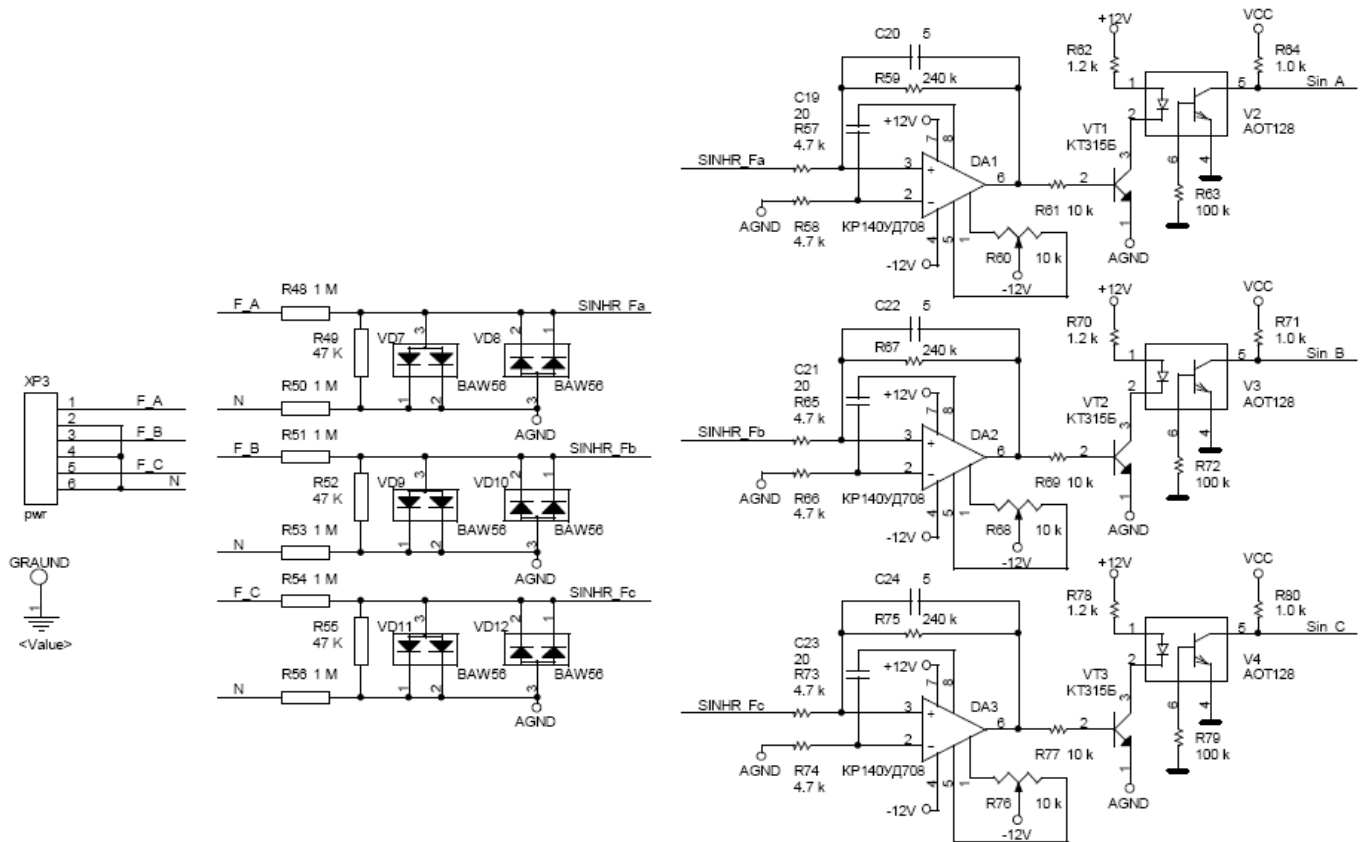
Сигнал MC\_Ok\_H примет низкий уровень, при:

- отсутствие связи с управляющим комплексом верхнего уровня более 10 секунд.
- при обмене данными с ФМ.
- ошибка синхронизации (частота сети хотябы одного канала вышла за допуск  $\pm 3$ Гц)

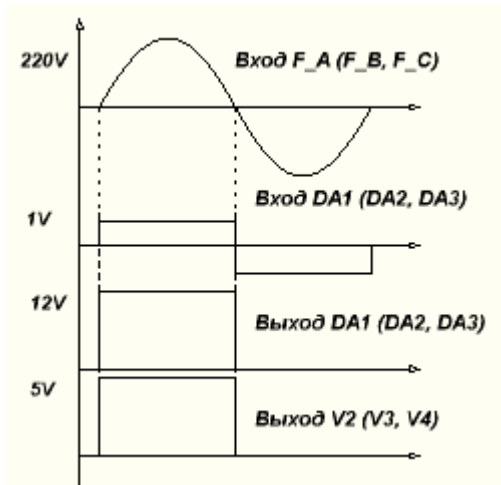
### 4.3. Входы внешних дискретных сигналов

Внешние дискретные сигналы имеют оптронную развязку, и могут конфигурироваться по необходимости. При установленной перемычке J (J5, J6) на выводе Com присутствует напряжение питания БУНа +24В.

### 4.4. Устройство синхронизации с питающей сетью



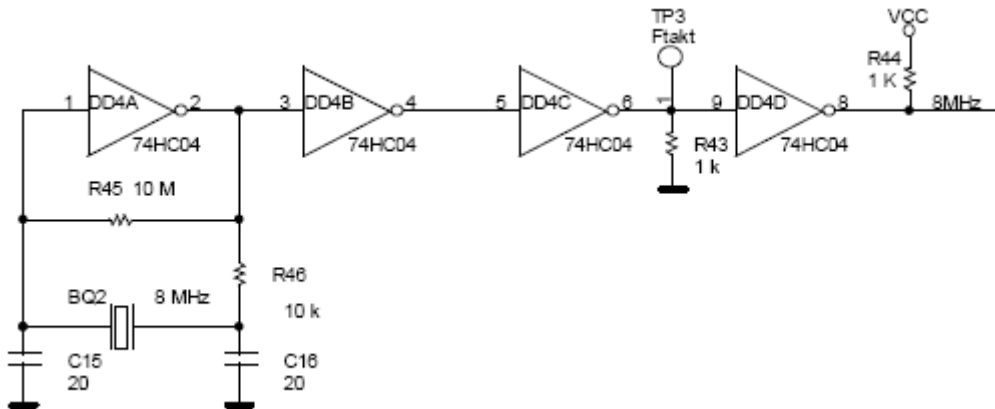
Операционный усилитель DA (DA1, DA2, DA3) включен по схеме компаратора. Временная диаграмма работы устройства синхронизации представлена на рисунке.



Подстроечным резистором добиваются одинаковой длительности импульса и паузы.



## 4.5. Tактовый генератор фазового модулятора



Tактовый генератор вырабатывает прямоугольные импульсы, частотой 8 МГц и скважностью 2.

## 4.6. Фазовый модулятор

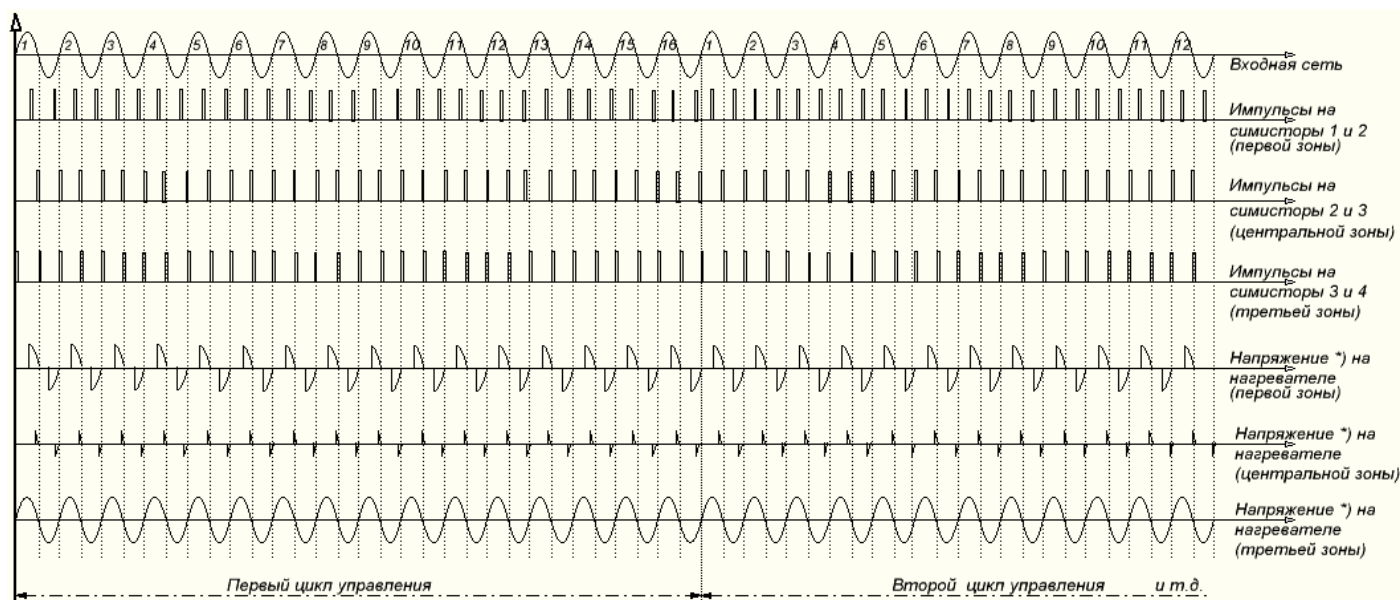
Фазовый модулятор выполнен на базе микросхемы программируемой логики EPM7128 фирмы “ATMEL”.

- Возможна работа ФМ в двух режимах:
- 0 – одновременная работа зон нагревателя.
  - 1 – поочередная работа зон нагревателя.

Выбор режима задается переключкой J4 на плате управления. При установленной переключке – режим поочередной работы.

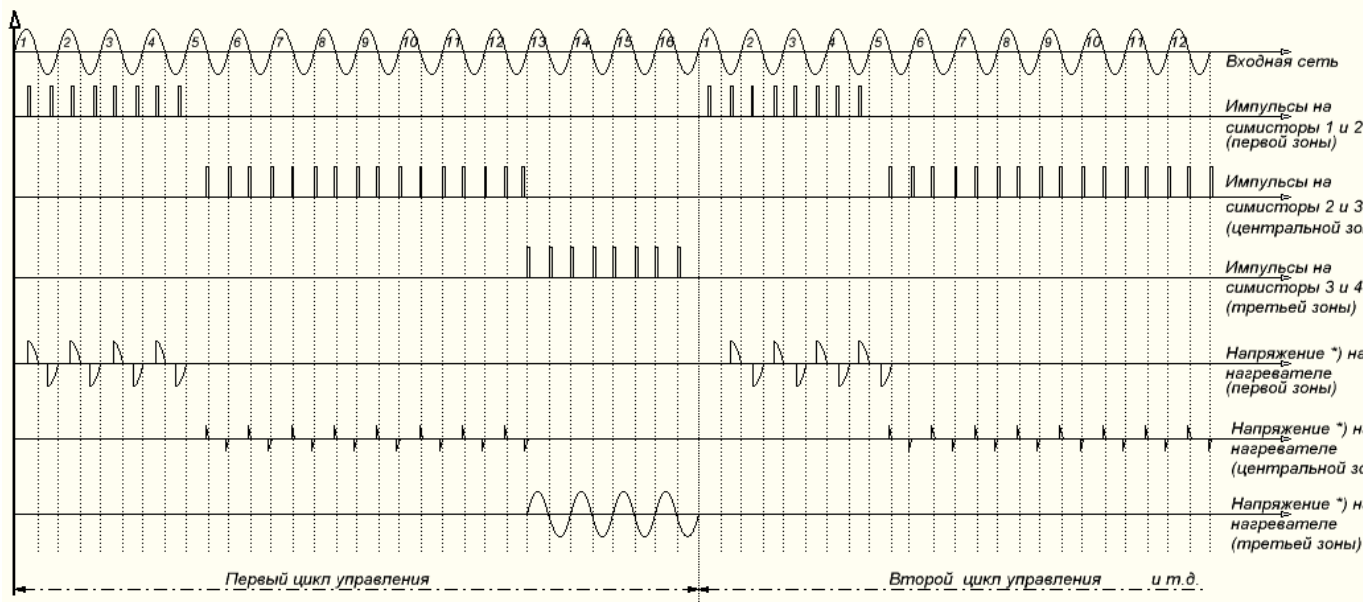
Работа ФМ в разных режимах иллюстрируется временными диаграммами.

Режим 0:



\*) Импульсы на открытие симисторов сдвигаются по фазе от 0 до 100%  
В приведенном примере симисторы открыты: Первой зоны на 50%  
Центральной зоны на 10%  
Третьей зоны на 100%

Режим 1:



\*) Импульсы на открытие симисторов сдвигаются по фазе от 0 до 100%

В приведенном примере симисторы открыты:   
 Первой зоны на 50%   
 Центральной зоны на 10%   
 Третьей зоны на 100%

Центральная зона - большая, поэтому на нее приходится половина времени одного цикла управления

Боковые зоны делят поровну вторую половину времени одного цикла управления. Тем самым вводится аппаратное 50% ограничение мощности



## 5. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА В СЕТИ RS-485

### *5.1. Основные принципы обмена по сети*

- Сеть имеет единственное ведущее устройство, инициирующее процесс обмена (master). Чаще всего этим устройством является компьютер. Все остальные устройства являются ведомыми (slave) узлами.
- Все операции (команды, обмен данными) производятся к одностороннему обмену сообщениями.
- Адрес устройства в сети – уникален. (не допускается использование двух устройств с одинаковыми адресами)
- Все модули подключенные к сети принимают посылку ведущего устройства. Каждый модуль сравнивает адрес посылки со своим собственным адресом. Модуль, чей адрес совпал с адресом посылки, принимает сообщение и выдает ответ. Модули, чьи адреса не совпали, данную посылку игнорируют.
- Каждое пришедшее сообщение должно квитироваться. Квитанция должна быть послана после задержки, большей или равной 20 мс, но не более максимального тайм-аута в 100 мс. При отсутствии квитанции от блока в течение 100 мс транзакцию приема-передачи считать сбойной.
- После посылки сообщения или квитанции посылающая сторона должна освободить линию передачи и перейти в режим приема не более чем через 1.1 мс после посылки последнего байта.
- Каждый байт передаваемого или принимаемого сообщения упаковывается по методу "тетрада-в-ASCII символ".

Формат команды : (Начальный символ)(Адрес)(Команда)(cr)

Формат ответа : (Начальный символ)(Данные)(cr)

cr – признак конца посылки (символ "return" 0x0D)

В случае недопустимой команды или данных модуль выставляет ответ в виде «?AA», где – AA текущий сетевой адрес (00...FF).

### 5.2 Команда \$AA2

Назначение: Читать параметры конфигурации модуля

Формат команды: \$AA2(cr)

\$ – признак начала послышки.  
AA – сетевой адрес (00...FF).  
2 – команда считывания конфигурации модуля  
(cr) – признак конца послышки (символ “return” 0x0D)

Ответное сообщение: !AATTCCFF(cr)

! – признак начала послышки.  
AA – сетевой адрес (00...FF).  
TT – в данной конфигурации отсутствует (заполнено 00)  
CC – код скорости передачи модуля  
04 – 2400  
05 – 4800  
06 – 9600  
07 – 19200  
08 – 38400  
09 – 57600  
0A – 115200  
00 – Скорость не определена  
FF – в данной конфигурации отсутствует (заполнено 00)  
(cr) – признак конца послышки (символ “return” 0x0D)

Пример:

Команда: \$012(cr)

Ответ: !01000600(cr)

! – признак начала послышки.  
01 – сетевой адрес  
00 – (заполнено 00)  
06 – скорость 9600  
00 – (заполнено 00)  
(cr) – признак конца послышки (символ “return” 0x0D)

### 5.3 Команда \$AAM

Назначение: Запросить название модуля

Формат команды: \$AAM(cr)

\$ – признак начала послышки.  
AA – сетевой адрес (00...FF).  
M – команда считывания названия модуля  
(cr) – признак конца послышки (символ “return” 0x0D)

Ответное сообщение: !AA(данные)(cr)

! – признак начала послышки.  
AA – сетевой адрес (00...FF).  
(данные) – название модуля  
(cr) – признак конца послышки (символ “return” 0x0D)

Пример:

Команда: \$01M(cr)

Ответ: !01BUN\_Cd\_N01(cr)

! – признак начала послышки.  
01 – сетевой адрес  
BUN\_Cd – название модуля  
N01 – серийный номер  
(cr) – признак конца послышки (символ “return” 0x0D)

#### 5.4 Команда \$AAF

Назначение: Запросить версию микропрограммного обеспечения

Формат команды: \$AAF(cr)

\$ – признак начала посылки.

AA – сетевой адрес (00...FF).

F – команда считывания версии микропрограммного обеспечения

(cr) – признак конца посылки (символ “return” 0x0D)

Ответное сообщение: !AA(данные)(cr)

! – признак начала посылки.

AA – сетевой адрес (00...FF).

(данные) – номер версии микропрограммного обеспечения

(cr) – признак конца посылки (символ “return” 0x0D)

Пример:

Команда: \$01F(cr)

Ответ: !01v02(cr)

! – признак начала посылки.

01 – сетевой адрес

v02 – номер версии микропрограммного обеспечения

(cr) – признак конца посылки (символ “return” 0x0D)

#### 5.5 Команда %AANNTCCFF

Назначение: Настроить параметры конфигурации модуля

Формат команды: %AANNTCCFF (cr)

% – признак начала посылки.

AA – текущий сетевой адрес (00...FF).

NN – новый сетевой адрес (00...FF).

TT – в данной конфигурации отсутствует (заполняется 00)

СС – код скорости передачи модуля

04 – 2400

05 – 4800

06 – 9600

07 – 19200

08 – 38400

09 – 57600

0A – 115200

FF – в данной конфигурации отсутствует (заполняется 00)

(cr) – признак конца посылки (символ “return” 0x0D)

Пример:

Команда: %0102000600(cr)

Ответ: !02 (cr)

! – признак начала посылки.

02 – сетевой адрес

(cr) – признак конца посылки (символ “return” 0x0D)

Команда: %0101000700(cr)

Ответ: !01 (cr)

! – признак начала посылки.

01 – сетевой адрес

(cr) – признак конца посылки (символ “return” 0x0D)

## 5.6 Команда #AA0

Назначение: Выдача задания на нагреватели

Формат команды: #AA0(данные1)(данные2)(данные3)(данные4)(данные5)(данные6)(cr)

# – признак начала послышки.

AA – сетевой адрес (00...FF).

0 – команда выдачи заданной скорости

(данные1) – начальная температура I-ой зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {H:L|1/32} )\*\* см. ниже.

(данные2) – конечная температура I -ой зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {H:L|1/32} )\*\* см. ниже.

(данные3) – значение коррекции температуры I -ой зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {L:1/256} )\*\* см. ниже.

(данные4) – коэффициент пропорциональности ПИ закона управления I -ой зоны, в шестнадцатеричном целочисленном виде, {H:L} )\*\* см. ниже.

(данные5) – коэффициент при интегральной части ПИ закона управления I -ой зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {L |1/2} )\*\* см. ниже.

(данные6) – диапазон интегральной части ПИ закона управления I -ой зоны, в шестнадцатеричном целочисленном виде, {L} )\*\* см. ниже.

(данные7) – ограничение выходной мощности в % I-ой зоны , {L}

(данные8) – начальная температура II-ой зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {H:L|1/32} )\*\* см. ниже.

(данные9) – конечная температура II-ой зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {H:L|1/32} )\*\* см. ниже.

(данные10) – значение коррекции температуры II-ой зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {L:1/256} )\*\* см. ниже.

(данные11) – коэффициент пропорциональности ПИ закона управления II-ой зоны, в шестнадцатеричном целочисленном виде, {H:L} )\*\* см. ниже.

(данные12) – коэффициент при интегральной части ПИ закона управления II-ой зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {L |1/2} )\*\* см. ниже.

(данные13) – диапазон интегральной части ПИ закона управления II-ой зоны, в шестнадцатеричном целочисленном виде, {L} )\*\* см. ниже.

(данные14) – ограничение выходной мощности в % II-ой зоны , {L} )\*\* см. ниже.

(данные15) – начальная температура III-ей зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {H:L|1/32} )\*\* см. ниже.

(данные16) – конечная температура III-ей зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {H:L|1/32} )\*\* см. ниже.

(данные17) – значение коррекции температуры III-ей зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {L:1/256} )\*\* см. ниже.

(данные18) – коэффициент пропорциональности ПИ закона управления III-ей зоны, в шестнадцатеричном целочисленном виде, {H:L} )\*\* см. ниже.

(данные19) – коэффициент при интегральной части ПИ закона управления III-ей зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {L |1/2} )\*\* см. ниже.

(данные20) – диапазон интегральной части ПИ закона управления III-ей зоны, в шестнадцатеричном целочисленном виде, {L} )\*\* см. ниже.

(данные21) – ограничение выходной мощности в % III-ей зоны , {L} )\*\* см. ниже.

(данные21) – dTi на каждом шаге управления (одинаковая для всех зон), в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {L:1/256} )\*\* см. ниже.

(cr) – признак конца послышки (символ “return” 0x0D)

Ответное сообщение: >(cr)

> – признак начала послышки.

(cr) - признак конца послышки (символ “return” 0x0D)

\*\*) смотри раздел «Формат представления данных»

### 5.7 Команда #AA1

Назначение: Запрос фактической температуры

Формат команды: #AA1(данные1)(cr)

# – признак начала послышки.

AA – сетевой адрес (00...FF).

1 – команда запроса фактической температуры

(данные1) – 0- выключить реле перегрева, 1- включить реле перегрева

(cr) – признак конца послышки (символ “return” 0x0D)

Ответное сообщение: >(данные1) (данные2) (данные3) (данные4) (данные5) (данные6) (данные7) (данные8)(cr)

> – признак начала послышки.

(данные1) – фактическая температура I-ой зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {H:L|1/32} )\*\* см. ниже.

(данные2) – фактическая температура II-ой зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {H:L|1/32} )\*\* см. ниже.

(данные3) – фактическая температура III-ей зоны, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {H:L|1/32} )\*\* см. ниже.

(данные4) – фактическая температура IV- го входа I-7018, в шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {H:L|1/32} )\*\* см. ниже.

(данные4) – состояние датчика воды

(данные4) – состояние пускателя включения силового питания нагревателя.

(данные4) – состояние регистра ошибок БУНа.

(данные4) – значение тока нагревателя I-ой зоны, в шестнадцатеричном целочисленном виде, {L}

(данные4) – значение тока нагревателя II-ой зоны, в шестнадцатеричном целочисленном виде, {L}

(данные4) – значение тока нагревателя III-ей зоны, в шестнадцатеричном целочисленном виде, {L}

(cr) - признак конца послышки (символ “return” 0x0D)

### Регистр ошибок

БУНа

7	6	5	4	3	2	1	0
«1» = Ошибка синхронизации с питающей сетью 3-го канала	«1» = Ошибка синхронизации с питающей сетью 2-го канала	«1» = Ошибка синхронизации с питающей сетью 1-го канала	«1» = Нет связи с ФМ		«1» = Перегрев по внутренней уставке	«1» = Сигнал Вкл. реле перегрева от РС	«1» = Ошибка связи с I-7018



**Формат представления данных:**

\*) В шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {H:L|1/32} означает:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Целая часть											1/2	1/4	1/8	1/16	1/32

\*\*\*) В шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой {L:1/256} означает:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Целая часть								1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256

\*\*\*\*) В шестнадцатеричном виде с фиксированной точкой, {L|1/2} означает:

7	6	5	4	3	2	1	0
Целая часть							1/2

\*\*\*\*\*) В шестнадцатеричном целочисленном виде {H:L} означает:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Целая часть															

\*\*\*\*\*) В шестнадцатеричном целочисленном виде {L} означает:

7	6	5	4	3	2	1	0
Целая часть							

**Разработчики оставляют за собой право вносить изменения без предварительного уведомления.**

**По всем вопросам, касающимся использования БУН-5ПИ, Вы можете обратиться в ООО «Сорэнж»:**

E-mail: [mail@soreng.ru](mailto:mail@soreng.ru)

Тел.: (812)934-4796

[www.soreng.ru](http://www.soreng.ru)