



**ЗАО НПФ ПРОРЫВ**

**Контроллер программируемый  
индустриальный  
ПИК-24М  
Руководство по эксплуатации**

## Содержание

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Введение.....  | 5  |
| 1.1   | Цель документа.....  | 5  |
| 1.2   | Термины, аббревиатуры и сокращения.....                        | 5  |
| 1.3   | Ссылки.....  | 6  |
| 2     | Описание и работа.....   | 7  |
| 2.1   | Общие сведения.....  | 7  |
| 2.1.1 | Наименование изделия.....                                      | 7  |
| 2.1.2 | Условное обозначение изделия.....                              | 7  |
| 2.1.3 | Назначение изделия.....  | 7  |
| 2.1.4 | Область применения.....  | 8  |
| 2.1.5 | Параметры применения.....                                      | 8  |
| 2.1.6 | Размеры изделия.....   | 8  |
| 2.1.7 | Масса изделия.....   | 8  |
| 2.2   | Технические характеристики.....                                | 9  |
| 2.2.1 | Общие сведения.....  | 9  |
| 2.2.2 | Показатели назначения.....                                     | 9  |
| 2.2.3 | Параметры электропитания изделия.....                          | 9  |
| 2.2.4 | Устойчивость к воздействию внешних факторов.....               | 10 |
| 2.2.5 | Электромагнитная совместимость.....                            | 11 |
| 2.2.6 | Безопасность.....  | 11 |
| 2.2.7 | Надежность.....  | 12 |
| 2.2.8 | Погрешности измерений.....                                     | 12 |
| 2.3   | Состав изделия.....  | 12 |
| 2.3.1 | Аппаратный блок.....   | 13 |
| 2.3.2 | Прикладное программное обеспечение.....                        | 16 |
| 2.3.3 | Архитектура АС.....  | 17 |
| 2.4   | Устройство и работа.....                                       | 17 |
| 2.4.1 | Режимы работы изделия.....                                     | 17 |
| 2.4.2 | Взаимодействие составных частей изделия.....                   | 18 |
| 2.4.3 | Взаимодействие с другими изделиями, входящими в состав АС..... | 18 |
| 2.5   | Функции, выполняемые изделием.....                             | 24 |
| 2.5.1 | Обработка команд master-устройства.....                        | 24 |
| 2.5.2 | Измерение значений напряжений и токов.....                     | 29 |
| 2.5.3 | Аналого-цифровые преобразования и калибровка.....              | 29 |
| 2.5.4 | Прием сигналов от дискретных датчиков.....                     | 30 |



|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.5.5 | Обработка сигналов и фильтрация помех.....               | 30 |
| 2.5.6 | Передача данных .....                                    | 31 |
| 2.6   | Средства измерения, инструменты и принадлежности .....   | 31 |
| 2.7   | Маркировка и пломбирование .....                         | 31 |
| 2.7.1 | Маркировка изделия.....                                  | 31 |
| 2.7.2 | Пломбирование изделия .....                              | 31 |
| 2.8   | Упаковка.....  | 31 |
| 2.8.1 | Упаковочная тара.....                                    | 32 |
| 2.8.2 | Условия упаковывания .....                               | 32 |
| 2.8.3 | Порядок упаковки.....                                    | 32 |
| 3     | Использование по назначению.....                         | 33 |
| 3.1   | Эксплуатационные ограничения.....                        | 33 |
| 3.2   | Подготовка изделия к использованию .....                 | 33 |
| 3.2.1 | Меры безопасности .....                                  | 33 |
| 3.2.2 | Объем и последовательность внешнего осмотра изделия..... | 33 |
| 3.2.3 | Монтаж и демонтаж изделия.....                           | 33 |
| 3.2.4 | Параметрирование изделия .....                           | 34 |
| 3.3   | Использование изделия.....                               | 35 |
| 3.4   | Меры безопасности .....                                  | 35 |
| 4     | Техническое обслуживание .....                           | 36 |
| 4.1   | Техническое обслуживание изделия .....                   | 36 |
| 4.2   | Состав и квалификация персонала .....                    | 36 |
| 4.3   | Проверка работоспособности изделия .....                 | 36 |
| 4.4   | Техническое освидетельствование .....                    | 36 |
| 5     | Текущий ремонт .....                                     | 37 |
| 6     | Хранение.....  | 38 |
| 6.1   | Условия хранения изделия .....                           | 38 |
| 6.2   | Срок хранения.....                                       | 38 |
| 6.3   | Предельный срок хранения .....                           | 38 |
| 6.4   | Правила постановки изделия на хранение .....             | 38 |
| 6.5   | Правила снятия изделия с хранения .....                  | 38 |
| 7     | Транспортирование .....                                  | 39 |
| 7.1   | Условия транспортирования .....                          | 39 |



|     |                                     |    |
|-----|-------------------------------------|----|
| 7.2 | Подготовка к транспортированию..... | 39 |
| 8   | Реализация.....                     | 40 |
| 9   | Утилизация.....                     | 41 |
|     | Список таблиц.....                  | 42 |
|     | Список рисунков.....                | 43 |
| 10  | Лист регистрации изменений.....     | 44 |
|     | Утверждаю .....                     | 44 |



# 1 Введение

## 1.1 Цель документа

Руководство по эксплуатации (далее по тексту – РЭ) включает в себя общие сведения, предназначенные для ознакомления обслуживающего персонала с работой и правилами эксплуатации контроллера программируемого промышленного ПИК-24М (далее по тексту – изделие или контроллер). Документ содержит технические характеристики, описание конструкции и принципа действия, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации изделия.

Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящим руководством, так как эксплуатация изделия должна проводиться лицами, ознакомленными с принципом работы и конструкцией изделия.

Изделие может обслуживать персонал, имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей.

Запрещается работа с изделием лицам, не сдавшим зачет по технике безопасности в установленном порядке.

В ходе эксплуатации изделия персоналу надлежит исполнять рекомендации, изложенные в отраслевой инструкции по защите от статического электричества.

Запрещается производить какие-либо работы на незакрепленном изделии.

Запрещается производить монтаж и демонтаж изделия при включенном электропитании изделия.

Изделие не требует проведения каких-либо видов технического обслуживания в течение всего срока эксплуатации.

Предприятие-производитель оставляет за собой право производить не принципиальные изменения, не ухудшающие технические характеристики изделия. Данные изменения могут быть не отражены в тексте настоящего документа.

## 1.2 Термины, аббревиатуры и сокращения

В документе используются следующие термины, аббревиатуры и сокращения:

Таблица 1. Термины, аббревиатуры и сокращения

| Термин | Описание   |
|--------|--|
| АС     | Автоматизированная система.                                      |
| АСТУЭ  | Автоматизированная система технического учета электроэнергии.    |
| АСУ ТП | Автоматизированная система управления технологическим процессом. |



| Термин | Описание  |
|--------|---|
| ОЗУ    | Оперативное запоминающее устройство (оперативная память).   |
| ОС     | Операционная система.   |
| ПЗУ    | Постоянное запоминающее устройство.   |
| ПО     | Программное обеспечение.  |
| ПЭВМ   | Персональная электронно-вычислительная машина (персональный компьютер).                               |
| РЗА    | Релейная защита и автоматика.   |
| ТИ     | Телеизмерение.  |
| ТИТа   | Телеизмерение текущее аналоговое.   |
| ТС     | Телесостояние.  |
| ЭД     | Электронная документация.   |
| EEPROM | Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (Электрически стираемое перепрограммируемое ПЗУ). |

### 1.3 Ссылки

При разработке документа были использованы следующие материалы:

Таблица 2. Использованные при разработке документа материалы

| Название                        | Источник          | Версия |
|---------------------------------|-------------------|--------|
| Контроллеры ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ | АВБЛ.468212.030ТУ |        |



## 2 Описание и работа

### 2.1 Общие сведения

#### 2.1.1 Наименование изделия

Контроллер программируемый промышленный ПИК-24М.

#### 2.1.2 Условное обозначение изделия

Структура условного обозначения изделия см. Рисунок 1.



Рисунок 1 Структура кода изделия

Пример записи обозначения изделия: ПИК-24М АВБЛ.468212.030.

#### 2.1.3 Назначение изделия

Изделие предназначено к применению в составе:

- автоматизированных систем управления технологическими процессами (далее по тексту АСУ ТП);
- автоматизированных систем телеметрии;
- автоматизированных систем технического учёта электроэнергии и мощности (далее по тексту АСТУЭ).

Контроллер ПИК-24М применяется для построения многофункциональных пространственно-распределённых проектно-компонруемых автоматизированных систем и предназначен для увеличения количества обслуживаемых дискретных и аналоговых датчиков.

Контроллер обеспечивает максимальную адаптацию системы к требованиям проекта. Использование контроллеров при проектировании системы позволяет существенно сократить затраты на проект в целом.

Контроллер функционирует в сети MODBUS как slave-устройство: обеспечивает подключение к порту RS-485 сетевого master-устройства и отвечает на его запросы. В качестве master-устройства используется контроллер, поддерживающий протокол MODBUS RTU, например, контроллер серии TK16L.



Основным назначением изделия является:

- Измерение значений напряжений и/или токов сигналов, поступающих на аналоговые входы.
- Прием сигналов, поступающих на цифровые входы с дискретных датчиков телесостояния (ТС) или телеизмерения (ТИ).
- Передача измеренных значений сигналов в виде цифрового кода по запросу master-устройства.

Изделие обеспечивает подключение аналоговых датчиков по восьми каналам и имеет шестнадцать цифровых входов для дискретных датчиков.

Установка параметров работы изделия выполняется при прошивке энергонезависимой памяти изделия EEPROM. Для установки параметров работы изделия также применяются специальные переключатели – перемычки, которые управляют аппаратными ресурсами платы.

Программное обеспечение (далее по тексту ПО), поставляемое в комплекте с изделием, полностью совместимо с ПО системы Телескоп+4.

#### **2.1.4 Область применения**

Изделие применяется в составе автоматизированных систем (АСУ ТП, SCADA, учета энергоносителей, телеметрии и т.п.) на промышленных предприятиях нефтедобычи, электроэнергетики, теплоэнергетики, газовой промышленности.

Изделие применяется для дистанционного контроля. В автоматизированной системе изделие взаимодействует с устройствами более высокого уровня.

#### **2.1.5 Параметры применения**

Изделие обеспечивает возможность сбора информации с устройств следующих типов:

- дискретные датчики типа “сухой контакт”, “открытый коллектор” и активного типа (12-24 В);
- токовые аналоговые датчики с выходным сигналом тока 0-5 мА/0-20 мА;
- аналоговые датчики напряжения с выходным синусоидальным сигналом амплитудой от 0 В до 2,5 В.

Обеспечивается передача информации master-устройству по интерфейсу RS-485.

#### **2.1.6 Размеры изделия**

Базовые размеры изделия составляют 102 x 142 x 45 мм.

#### **2.1.7 Масса изделия**

Масса изделия не более 0,6 кг.





## 2.2 Технические характеристики

### 2.2.1 Общие сведения

Изделие сертифицировано в составе аппаратно-программного комплекса для автоматизации учета энергоресурсов “ТЕЛЕСКОП+”, разработанного ЗАО «НПФ Прорыв».

Сертификат RU.C.34.004.A № 26737 выдан Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии 11.09.2012 г., действителен до 30 мая 2022 г.

Комплекс зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 19393-07 и допущен к применению на территории Российской Федерации.

Декларация о соответствии ТР ТС регистрационный номер: ЕАЭС № RU Д- RU.НА71.В.00052/19.

При условии монтажа в специальный пылевлагозащитный шкаф степень защиты – IP55 по ГОСТ 14254-96.

### 2.2.2 Показатели назначения

В данном разделе приведены основные технические характеристики изделия (Таблица 3).

Таблица 3. Показатели назначения

| Наименование параметра  | Значение |
|---|----------|
| Аналоговые входы. (Диапазон входных сигналов для датчиков напряжения – 0-2,5 В, для датчиков с токовым выходом – 0-5 / 0-20 мА. Разрядность АЦП –12.)   | 8        |
| Дискретные входы (12-24 В). (Наличие напряжения на входе считается логической единицей, отсутствие напряжения – логическим нулем.<br>Входы гальванически развязаны с процессором, защищены от статического напряжения и импульсных помех.<br>Подключение входов типа "сухой контакт", "открытый коллектор", или датчиков активного типа. Типовое значение тока одного дискретного входа около 10 мА.) | 16       |
| Объем встроенного ОЗУ   | 1280 б   |
| Объем встроенного ПЗУ   | 8 Кб     |

### 2.2.3 Параметры электропитания изделия

Электропитание изделия осуществляется от внешнего источника питания переменного тока, напряжением 220 В. Ниже приведены параметры электропитания изделия (Таблица 4).



Таблица 4. Параметры электропитания

| Наименование параметра                          | Значение |      |       |
|---|----------|------|-------|
|   | Ном.     | Мин. | Макс. |
| Значение напряжения питания переменного тока, В | 220      | 100  | 265   |
| Потребляемая мощность, Вт                       | 3        | 0,5  | 7     |

## 2.2.4 Устойчивость к воздействию внешних факторов

### Рабочие условия применения

Изделие удовлетворяет требованиям, предъявляемым к группе 4 ГОСТ 22261-94 в части климатических воздействий (рабочие условия применения). Ниже приведены рабочие условия применения изделия (Таблица 5).

Таблица 5. Рабочие условия применения изделия (климатические воздействия)

| Влияющая величина                 | Значение                     |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Диапазон рабочих температур       | от минус 40 °С до плюс 60 °С |
| Относительная влажность, не более | 95% при t=35 °С              |
| Атмосферное давление              | от 70 до 106,7 кПа           |

### Устойчивость к механическим воздействиям

Изделие удовлетворяет требованиям, предъявляемым к группе 4 ГОСТ 22261-94 в части устойчивости к механическим воздействиям (рабочие условия применения). Ниже приведены рабочие условия применения изделия (Таблица 6).

Таблица 6. Рабочие условия применения изделия (механические воздействия)

| Влияющая величина   | Значение   |
|---|--|
| Вибрация:<br>частота<br>максимальное ускорение<br>продолжительность воздействия | от 20 до 25 Гц<br>19.6 м/с <sup>2</sup><br>30 мин. |



| Влияющая величина   | Значение            |
|---|---------------------|
| Механические удары многократного действия (для изделия в упаковке): |                     |
| пиковое ударное ускорение   | 49 м/с <sup>2</sup> |
| длительность действия ударных импульсов                             | 10-15 мс            |
| суммарное количество импульсов                                      | 30000               |

Изделие не имеет резонансов конструкции при воздействии вибрации в диапазоне частот (5-35) Гц (0,35-17g) при амплитуде вибрации 0,35 мм.

### 2.2.5 Электромагнитная совместимость

Изделие устойчиво к воздействию радиочастотных электромагнитных полей.

Изделие удовлетворяет требованиям, предъявляемым к группе жесткости испытаний не ниже 3 ГОСТ Р 50648-94 в части устойчивости к воздействию электромагнитного поля промышленной частоты 50 Гц.

Изделие удовлетворяет требованиям, предъявляемым к классу А ГОСТ 30805.22-2013 в части норм генерируемых радиопомех.

Изделие удовлетворяет требованиям, предъявляемым к степени жёсткости 3 ГОСТ Р 51317.4.5 в части воздействия микросекундных импульсных помех.

Изделие удовлетворяет требованиям, предъявляемым к степени жёсткости 3 ГОСТ Р 51317.4.4 в части воздействия наносекундных импульсных помех.

Изделие удовлетворяет требованиям, предъявляемым к степени жёсткости 1 ГОСТ Р 51317.4.3 в части устойчивости к радиочастотному магнитному полю.

Изделие удовлетворяет требованиям, предъявляемым к степени жёсткости 1 ГОСТ Р 51317.4.2 в части воздействия электростатических разрядов.

### 2.2.6 Безопасность

Изделие удовлетворяет требованиям по общей безопасности, предъявляемым ГОСТ 12.2.003-74 и ГОСТ 12.2.007-75.

Изделие удовлетворяет требованиям, предъявляемым к классу защиты I ГОСТ 12.2.091-2002 в части безопасности.

Ниже приведены параметры безопасности изделия (Таблица 7).

Таблица 7. Параметры безопасности изделия

| Наименование параметра   | Значение |
|--|----------|
| Электрическая прочность изоляции:<br>между контактами сетевого питания, не менее | 1,5 кВ   |



| Наименование параметра  | Значение                 |
|---|--------------------------|
| между информационными цепями и контактом заземления   | 500 В                    |
| Сопротивление изоляции электрически не связанных цепей относительно друг друга:<br>в нормальных условиях применения, не менее<br>при температуре 60 °С и влажности не более 80%, не менее<br>при температуре 30 °С и влажности 95% , не менее | 20 МОм<br>5 МОм<br>2 МОм |

### 2.2.7 Надежность

Изделие является восстанавливаемым и удовлетворяет требованиям по надежности согласно ГОСТ 27.003-2016. Ниже приведены параметры надежности (Таблица 8).

Таблица 8. Параметры надежности

| Наименование параметра                     | Значение |
|--|----------|
| Среднее время наработки на отказ, не менее | 40000 ч  |
| Срок службы, не менее                      | 10 лет   |

### 2.2.8 Погрешности измерений

Ниже приведены параметры погрешности измерений (Таблица 9).

Таблица 9. Погрешности измерений

| Наименование параметра   | Значение    |
|--|-------------|
| Погрешность преобразования напряжения в код в диапазоне входных напряжений от 0 до 2,5 В, не более | $\pm 10$ мВ |

## 2.3 Состав изделия

Изделие построено по модульному принципу, обеспечивающему возможность оптимальной конфигурации для конкретных проектных решений автоматизированной системы.

В состав изделия входят:

- аппаратный блок (см. п. 2.3.1);
- прикладное программное обеспечение (см. п. 2.3.2).



### 2.3.1 Аппаратный блок

Корпус изделия предназначен для настенного монтажа или монтажа на DIN рельс. Изделие может поставляться в составе пылевлагозащитного шкафа IP55. Общий вид аппаратного блока, см. Рисунок 2.



Рисунок 2 Общий вид аппаратного блока изделия

Ниже приведен базовый состав аппаратного блока (Таблица 10).

Таблица 10. Базовый состав аппаратного блока

| № пп | Наименование изделия            | Ед. изм | Кол-во |
|------|---------------------------------|---------|--------|
| 1    | Плата ПИК-24М (АВБЛ.468212.030) | шт      | 1      |



Вид панели аппаратного блока с элементами подключения и индикации см. Рисунок 3.

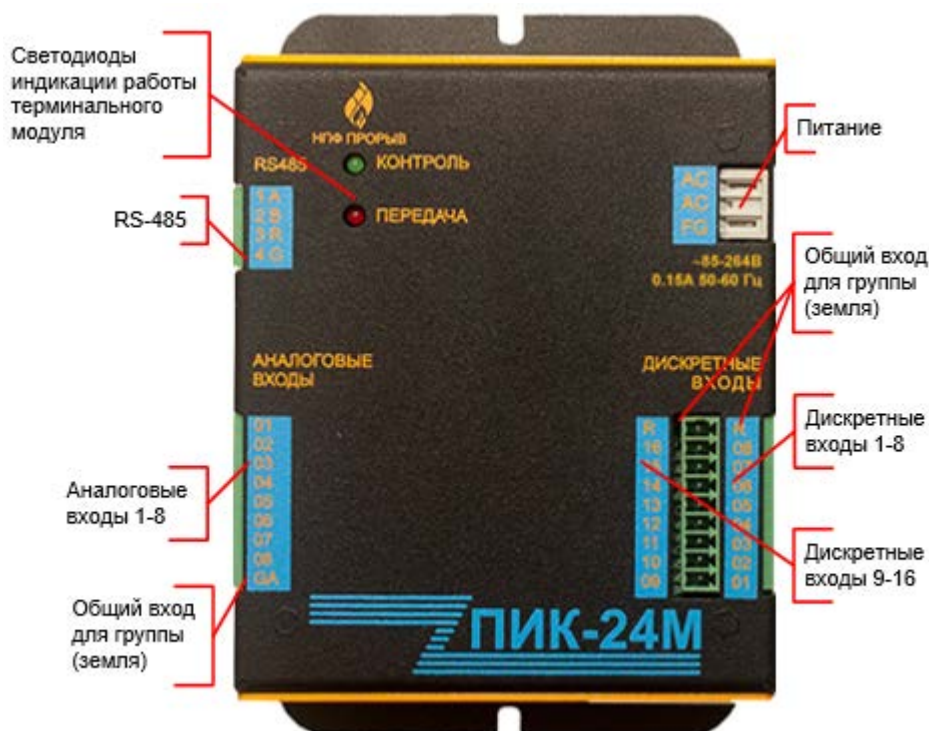


Рисунок 3 Вид панели аппаратного блока с элементами подключения и индикации

Ниже приведена информация о возможностях использования портов изделия (Таблица 11). Информация об особенностях подключения устройств приведена в п.2.4.3.

Таблица 11. Использование портов

| Тип порта/входа  | Возможность подключения устройств  |
|------------------|--|
| RS-485           | Master-устройство.   |
| Аналоговые входы | Аналоговые датчики: токовые датчики, датчики напряжения.                       |
| Дискретные входы | Дискретные датчики типа “сухой контакт”, “открытый коллектор”, активного типа. |



Описание назначения контактов для порта RS-485 аппаратного блока приведено ниже (Таблица 12).

Таблица 12. Назначение контактов порта RS-485

| Маркировка | Назначение                                      |
|------------|---|
| A          | прямой дифференциальный вход                    |
| B          | инверсный дифференциальный вход                 |
| R          | вывод резистора 120 Ом, соединенного с входом A |
| G          | Земля   |

Изделие имеет 1 группу входов для подключения аналоговых датчиков. Описание назначения контактов для аналоговых входов аппаратного блока приведено ниже (Таблица 13).

Таблица 13. Назначение контактов аналоговых входов

| Маркировка | Описание           | Назначение   |
|------------|--------------------|--|
| 01         | Аналоговый вход    | 8 аналоговых входов предназначены для измерения значений входных сигналов в диапазоне входных сигналов 0-2,5 В, ток 0-5 /0-20 мА, разрядность АЦП -12. |
| 02         | Аналоговый вход    |  |
| 03         | Аналоговый вход    |  |
| 04         | Аналоговый вход    |  |
| 05         | Аналоговый вход    |  |
| 06         | Аналоговый вход    |  |
| 07         | Аналоговый вход    |  |
| 08         | Аналоговый вход    |  |
| GA         | Общий вход (земля) |  |

Изделие имеет 2 группы входов для подключения дискретных датчиков. Описание назначения контактов для дискретных входов каждой группы приведено ниже (Таблица 14).

Таблица 14. Назначение контактов дискретных входов

|            |             | Описание                                    | Назначение  |
|------------|-------------|---|---|
| Гр.1       | Гр.2        |   |   |
| 01         | 09          | Дискретный вход                             | 16 дискретных входов предназначены для отслеживания состояний цепей. При появлении или пропадании напряжения (12-24 В) в системе регистрируется соответствующее событие. Уровень входного сигнала более 7 В считается логической единицей. Уровень входного сигнала менее 5 В считается логическим нулем. |
| 02         | 10          | Дискретный вход                             |   |
| 03         | 11          | Дискретный вход                             |   |
| 04         | 12          | Дискретный вход                             |   |
| 05         | 13          | Дискретный вход                             |   |
| 06         | 14          | Дискретный вход                             |   |
| 07         | 15          | Дискретный вход                             |   |
| 08         | 16          | Дискретный вход                             |   |
| R<br>(1-8) | R<br>(9-16) | Общий вход (земля)<br>для дискретных входов |   |



Выполняется светодиодная индикация режима работы изделия. В следующей таблице для всех групп светодиодов приведено соответствие состояний и кодов, используемых для индикации.

Таблица 15. Индикация режимов работы изделия

| № пп | Наименование группы светодиодов индикации | Тип светодиода индикации | Код состояния            | Состояние                           |
|------|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 1    | Светодиод индикации работы изделия        | Контроль                 | Мигает с частотой 0,5 Гц | Нормальная работа изделия           |
|      |   |                          | Выключен                 | Сбой в работе                       |
| 2    | Светодиод индикации работы порта          | Передача                 | Включен                  | Передача данных от модуля по RS-485 |
|      |   |                          | Выключен                 | Передача данных не выполняется      |

### 2.3.2 Прикладное программное обеспечение

Прикладное ПО изделия предназначено для приема и обработки входных аналоговых и цифровых сигналов и связи с master-устройством. Прикладное ПО изделия обеспечивает функционирование изделия в соответствии с параметрами, заданными при подготовке изделия к эксплуатации на конкретном объекте.

Прикладное программное обеспечение изделия устанавливается на предприятии-изготовителе.





### 2.3.3 Архитектура АС

Архитектура системы нижнего уровня см.Рисунок 4.

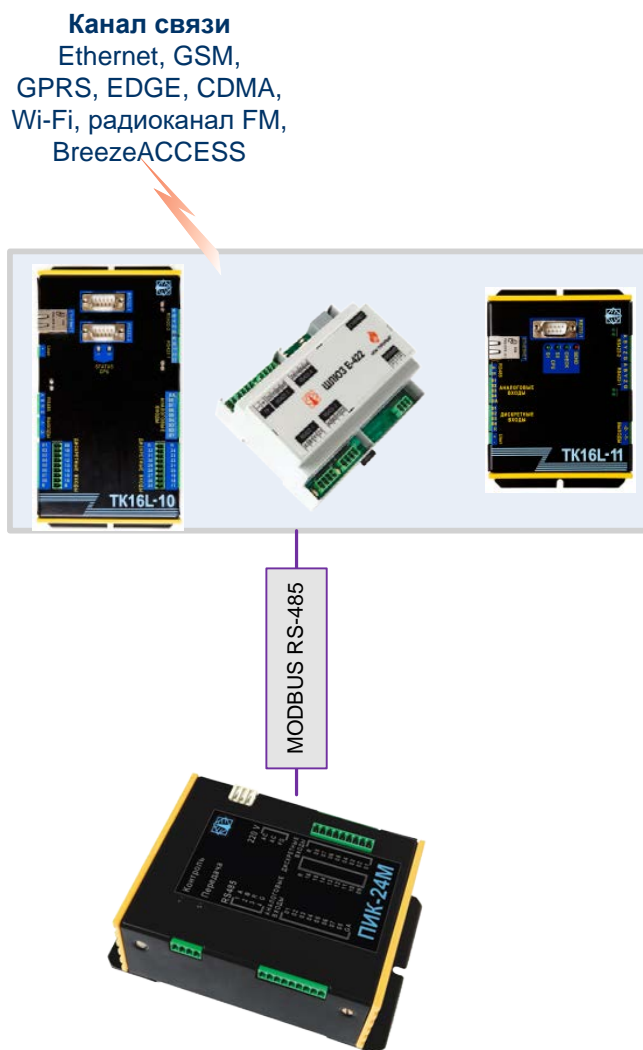


Рисунок 4 Архитектура системы, нижний уровень

## 2.4 Устройство и работа

Изделие предназначено для эксплуатации в круглосуточном непрерывном режиме. В обслуживании изделия необходимости нет.

### 2.4.1 Режимы работы изделия

Технические средства изделия функционируют под управлением прикладного программного обеспечения. В этой связи режимы работы изделия полностью соответствуют режимам работы, установленным на уровне прикладного ПО.



## 2.4.2 Взаимодействие составных частей изделия

Взаимодействие составных частей изделия осуществляется под управлением прикладного программного обеспечения.

## 2.4.3 Взаимодействие с другими изделиями, входящими в состав АС

Взаимодействие изделия с другими объектами и устройствами, входящими в состав АС, осуществляется путем их объединения в информационную сеть.

Перечень указанных объектов приведен в п. 2.1.5.

### 2.4.3.1 Подсоединение к master-устройству

Подсоединение master-устройства производится к последовательному интерфейсу RS-485. При подключении используется розетка типа **ЕС350V-04P**, входящая в комплект поставки.

**Внимание!** Если при подключении master-устройства используется кабель длиной более 3 м, необходимо дополнительно подсоединить согласующий резистор 120 Ом на обоих концах линии. Для подключения к линии RS-485 согласующего резистора замкните контакты В и R в разьеме порта RS-485.

Для подключения к изделию master-устройства с интерфейсом RS-422 необходимо объединить в разьеме master-устройства выводы А с Y, В с Z. Схема подключения к изделию master-устройства с интерфейсом RS-422 см. Рисунок 5.

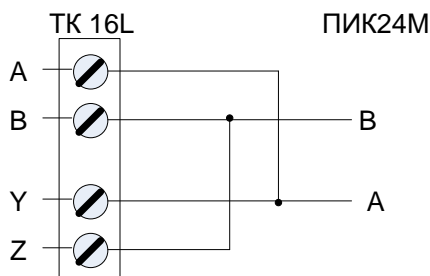


Рисунок 5 Схема подключения к RS-422

Для подключения используется **2-х жильный кабель типа витая пара категории 5 и выше.**

Интерфейс RS-422/485 master-устройства позволяет объединить до 32 контроллеров на одной линии связи. Ограничение количества контроллеров до 32 связано с необходимостью поддерживать скорость обмена с каждым модулем на уровне не менее одного сообщения в секунду.

### 2.4.3.2 Сетевой адрес модуля

Сетевой адрес – это уникальный номер, назначаемый устройству в сети. Каждый контроллер, функционирующий в рамках одной сети MODBUS, должен иметь сетевой адрес. Сетевой адрес модуля формируется из базового адреса модуля, к которому добавляется индивидуальный номер модуля.



Базовый адрес модуля прошивается в энергонезависимой памяти (EEPROM) контроллера. Индивидуальный номер модуля (0-7) формируется при установке соответствующей конфигурации технологических перемычек (N1, N2, N3) на плате модуля (Рисунок 6). Устанавливая перемычки, можно задать восемь различных адресов при одном базовом адресе.

**Внимание!** Предприятие-изготовитель устанавливает базовый адрес модуля, равным 30h.

Для подключения к master-устройству до восьми контроллеров (0-7) базовые адреса контроллеров можно не изменять. Для подключения к master-устройству более восьми контроллеров необходимо изменить заводские установки базового адреса для групп модулей 8-15, 16-23, 24-31. Установка базового адреса выполняется с помощью команд протокола MODBUS.

Можно установить любой базовый адрес модуля в рамках адресного пространства (1-256), с учетом ограничений на базовые адреса, уже занятые подключенными устройствами. Например, базовый адрес подключенных модулей 30h, подключено восемь контроллеров. Для восьми контроллеров, подключаемых дополнительно, установите базовый адрес 38h. См. также раздел 2.5.1.2.

**Внимание!** После изменения базового адреса контроллера необходимо выполнить перезапуск контроллера.

#### 2.4.3.3 Установка индивидуального номера модуля

Для установки индивидуального номера контроллера, подключенного к устройству, необходимо на плате ПИК-24М установить технологические перемычки.

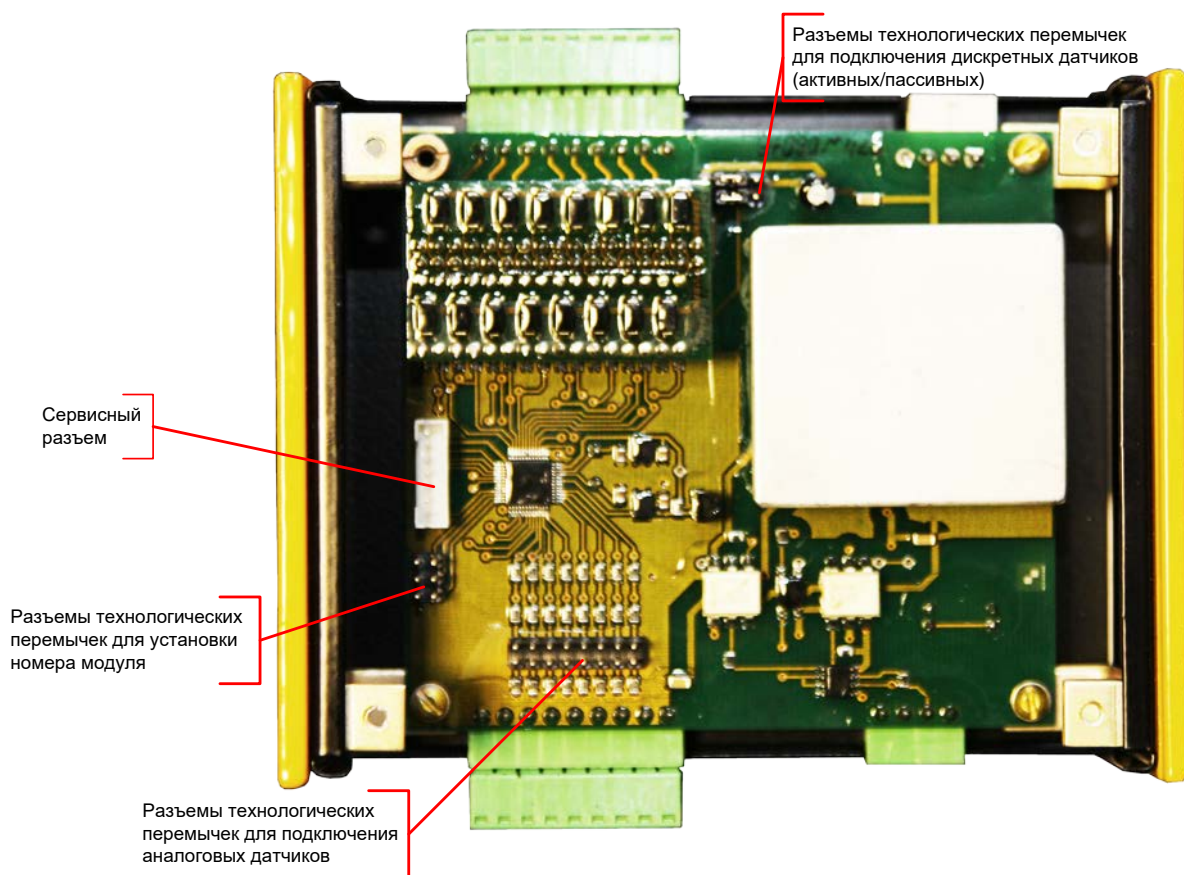


Рисунок 6 Вид платы, технологические перемычки

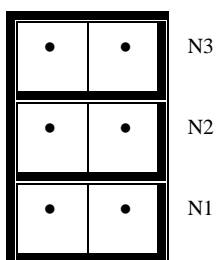


Рисунок 7 Технологические перемычки для установки номера контроллера

Присвоение контроллеру индивидуального номера производится путем замыкания или размыкания перемычек на контактах N1-N3. Замкнутая перемычка соответствует логическому нулю (0), разомкнутая перемычка – логической единице (1).

Алгоритм формирования индивидуального номера контроллера приведен ниже (Таблица 16).

Таблица 16. Установка номера контроллера

| Маркировка | Состояние |
|------------|-----------|
|------------|-----------|



|                           |            |            |            |            |            |            |            |            |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| N3                        | 0          | 0          | 0          | 0          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| N2                        | 0          | 0          | 1          | 1          | 0          | 0          | 1          | 1          |
| N1                        | 0          | 1          | 0          | 1          | 0          | 1          | 0          | 1          |
| <b>Номер контроллера</b>  | <b>0</b>   | <b>1</b>   | <b>2</b>   | <b>3</b>   | <b>4</b>   | <b>5</b>   | <b>6</b>   | <b>7</b>   |
| <b>Адрес по умолчанию</b> | <b>30h</b> | <b>31h</b> | <b>32h</b> | <b>33h</b> | <b>34h</b> | <b>35h</b> | <b>36h</b> | <b>37h</b> |

Изделие поставляется с завода с замкнутыми переключками, т.е. по умолчанию изделие имеет номер 0.

#### 2.4.3.4 Подсоединение изделия к источнику питания

При подсоединении источника питания используется розетка типа **ЕС350V-03P**, входящая в комплект поставки. Для подсоединения к источнику питания используется **многожильный кабель сечением не менее 0,75 мм<sup>2</sup> с двойной изоляцией**.

Описание назначения контактов и подключения питания аппаратного блока приведено ниже (Таблица 12).

Таблица 17. Назначение контактов для подключения питания

| Маркировка | Назначение          | Цвет провода кабеля  |
|------------|---------------------|----------------------|
| AC         | Фаза или нейтраль   | Коричневый или синий |
| AC         | Фаза или нейтраль   | Коричневый или синий |
| FG         | Защитное заземление | Желто-зеленый        |

#### 2.4.3.5 Подсоединение датчиков к дискретным входам

К дискретным входам допускается подключение внешних датчиков с эквивалентными схемой типа “сухой контакт” (см. Рисунок 9) и датчиков активного типа (см. Рисунок 13). При подключении датчиков используются розетки типа **5ESDV-09P**, входящие в комплект поставки. Монтаж сигнальных линий от датчиков дискретных сигналов выполняется на клеммы с креплением «под винт». Маркировка клемм приведена в таблице (Таблица 14).

Для каждой группы дискретных входов существует возможность выбора типа датчика (активный/пассивный). Для выбора типа подключаемых датчиков каждой группы необходимо установить соответствующим образом технологические переключки на плате контроллера.

Для обеспечения съема информации с датчиков типа “сухой контакт” (пассивных датчиков) в контроллере установлен дополнительный гальванически развязанный источник питания напряжением 12 вольт. После установки соответствующих технологических переключек (Рисунок 9) плюс (+) источника питания подается на клеммы 01-16, минус (-) источника питания подается на клемму R.



Рисунок 8 Подключение датчика ТС типа “сухой контакт”

Для подключения датчиков типа “сухой контакт” к первой группе датчиков (01-8) необходимо установить на контактах R1-8 (см. Рисунок 6) технологические перемычки следующим образом (Рисунок 9):

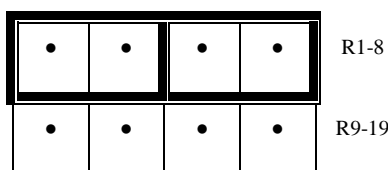


Рисунок 9 Установка технологических перемычек для подключения пассивных датчиков (01-08)

Для подключения датчиков типа “сухой контакт” ко второй группе датчиков (09-16) необходимо установить на контактах R9-16 (см. Рисунок 6) технологические перемычки следующим образом (Рисунок 10):

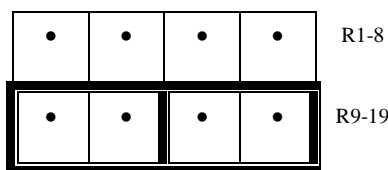


Рисунок 10 Установка технологических перемычек для подключения пассивных датчиков (09-16)

**Внимание!** На изделие, выпущенном заводом-изготовителем, перемычки, установлены в положение для подключения датчиков типа “сухой контакт” для обеих групп контактов.

Датчики активного типа подключаются к клеммам 01-16 и к клемме R, полярность не имеет значения.

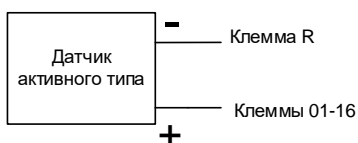


Рисунок 11 Подключение датчика ТС активного типа

Для подключения датчиков активного типа к первой группе датчиков (01-08) необходимо установить на контактах R1-8 (Рисунок 6) технологические перемычки следующим образом (Рисунок 12):

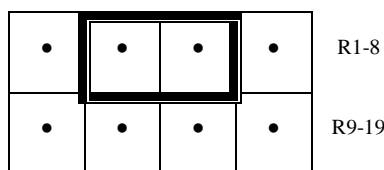


Рисунок 12 Установка технологических перемычек для подключения активных датчиков (01-08)



Для подключения датчиков активного типа ко второй группе датчиков (09-16) необходимо установить на контактах R9-16 (Рисунок 6) технологические перемычки следующим образом (Рисунок 13):

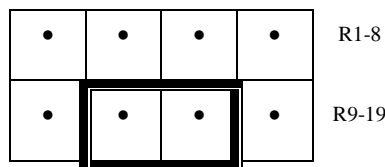


Рисунок 13 Установка технологических перемычек для подключения активных датчиков (09-16)

Если технологические перемычки установлены в положение для подключения датчиков активного типа, то к ПИК-24М можно подключать датчики пассивного типа, запитав их от внешнего источника постоянного тока напряжением 12 В.

Для подсоединения датчиков используется **проводник сечением не более 2,5 мм<sup>2</sup>**. Минимальное сечение проводника определяется в соответствии с током нагрузки.

Все современные датчики, как правило, поставляются со встроенными первичными преобразователями и не требуют дополнительного согласования при подключении к дискретным входам.

**Внимание!** При монтаже входных цепей следует особо контролировать отсутствие высокого напряжения на сигнальных входах.

#### 2.4.3.6 Подсоединение датчиков к аналоговым входам

К аналоговым входам допускается подключение внешних датчиков:

- датчиков напряжения с диапазоном сигналов от 0 до 2,5 В;
- токовых датчиков с диапазоном сигналов от 0 до 5 мА или от 0 до 20 мА.

Для измерения сигнала с токового датчика необходимо подключить прецизионный токовый резистор 120 Ом. Для этого на штыревом разъеме A1...A4, A5...A8 для соответствующего входного канала, где используется токовый датчик, устанавливается технологическая перемычка (см. Рисунок 6). Соответствие контактов разъема входным каналам см. Рисунок 14.

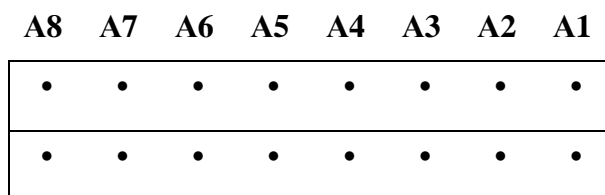


Рисунок 14 Соответствие контактов разъема A1...A4 A5...A8 входным каналам

Для изменения диапазона измеряемых сигналов токовых датчиков необходимо изменить коэффициент усиления по аналоговому каналу. Коэффициенты усиления по аналоговым каналам устанавливаются при прошивке EEPROM.



**Внимание!** На изделие, выпущенном заводом-изготовителем, переключки, установлены в положение для подключения датчиков для измерения тока для обеих групп контактов. В энергонезависимой памяти EEPROM прошиты установки для измерения тока в диапазоне от 0 до 20 мА.

При подключении датчиков используются розетка типа **5ESDV-09P**, входящие в комплект поставки. Монтаж сигнальных линий от датчиков аналоговых сигналов выполняется на клеммы с креплением «под винт». Маркировка клемм приведена в таблице (Таблица 13).

Для подсоединения используется проводник сечением не более 2,5 мм<sup>2</sup>. Минимальное сечение проводника определяется в соответствии с током нагрузки.

## 2.5 Функции, выполняемые изделием

Изделие обеспечивает выполнение перечисленных ниже функций:

- Обработка команд master-устройства.
- Измерение значений напряжений и/или токов сигналов, поступающих на аналоговые входы.
- Аналого-цифровые преобразования и калибровка аналоговых сигналов.
- Прием сигналов, поступающих на цифровые входы с дискретных датчиков телесостояния (ТС) или телеизмерения (ТИ).
- Обработка сигналов для обеспечения достоверности данных.
- Фильтрация помех.
- Передача измеренных значений сигналов в виде цифрового кода по запросу master-устройства.

Если в процессе работы изделия возникают сбои или перерывы в электропитании, после восстановления питания перезапуск изделия проходит автоматически, с переходом к нормальному функционированию.

### 2.5.1 Обработка команд master-устройства

В качестве slave-устройства контроллер отвечает на запросы сетевого master-устройства. Обмен производится по протоколу MODBUS RTU.

В режиме RTU сообщение, поступающее от master-устройства, начинается и заканчивается интервалом тишины. Интервал тишины равен времени передачи 3,5 символов при заданной скорости передачи. Если прошло время, равное интервалу тишины, а кадр команды не был завершен или не поступил новый символ, контроллер очищает кадр. Следующий принимаемый байт будет отнесен к новому сообщению.

#### 2.5.1.1 Формат кадра

Формат кадра протокола MODBUS RTU приведен ниже (Таблица 18).





Таблица 18. Формат кадра протокола Modbus RTU

| Адрес  | Код команды | Данные               | Контрольная сумма |
|--------|-------------|----------------------|-------------------|
| 1 байт | 1 байт      | N байт (до 252 байт) | 2 байта           |

Поле **Адрес** в запросах и ответах содержит адрес slave-устройства.

В поле **Код команды** содержится информация о том, какое действие необходимо выполнить контроллеру.

В поле **Данные** содержится информация о параметрах, используемых в запросах master-устройства и в ответах контроллера.

В поле **Контрольная сумма** содержится контрольная сумма кадра.

### 2.5.1.2 Регистры контроллера

Контроллер имеет 128 двубайтных регистров и 128 регистров EEPROM. Регистры с адресами 0000h...0019 (25 регистров) содержат информацию о состоянии входов. Регистры EEPROM с адресами 0100h...0132h (50 регистров) содержат информацию о настройках контроллера.

В следующих таблицах (Таблица 19, Таблица 20) приведено описание регистров контроллера и распределение памяти EEPROM.

Таблица 19. Описание регистров

| Адрес регистра | Назначение, комментарий  | Старший байт | Младший байт |
|----------------|--|--------------|--------------|
| 0000h          | Текущие телесостояния на входах 1-16<br>1– датчик замкнут, 0– датчик разомкнут   | ТС 8...15    | ТС 0...7     |
| 0001h          | Счетчик изменений ТС на входе 1  | ТИИ 0 (Hi)   | ТИИ 0 (Lo)   |
| ...            | ...  | ...          | ...          |
| 0010h          | Счетчик изменений ТС на входе 16   | ТИИ 15 (Hi)  | ТИИ 15 (Lo)  |
| 0011h          | Значение аналогового входа 1   | ТИТа 0 (Hi)  | ТИТа 0 (Lo)  |
| ...            | ...  | ...          | ...          |
| 0018h          | Значение аналогового входа 8   | ТИТа 7 (Hi)  | ТИТа 7 (Lo)  |
| 0019h          | Сервисный регистр доступный для чтения и записи. Сохраняет значение до отключения питания. После сброса питания 0000h. | ...          | ...          |



Таблица 20. Распределение памяти EEPROM

| Адрес | Назначение, комментарий   | Старший байт<br>[заводская прошивка] | Младший байт<br>[заводская прошивка]                         |
|-------|---|--------------------------------------|--|
| 0100h | Минимальное время распознавания состояния для дискретных каналов.<br>для ТИ *1 мс / для ТС *10 мс   | <b>MIN_LEN_T10</b> [50]              | <b>MIN_LEN_TS0</b> [50]                                      |
| ...   |   | ...                                  | ...  |
| 010Fh |   | <b>MIN_LEN_T15</b> [50]              | <b>MIN_LEN_TS15</b> [50]                                     |
| 0110h | Коэффициенты усиления для аналоговых каналов.   | <b>EE_GAIN0</b> [0]                  | <b>EE_GAIN1</b> [0]  |
| ...   |   | ...                                  | ...  |
| 0113h |   | <b>EE_GAIN6</b> [0]                  | <b>EE_GAIN7</b> [0]  |
| 0114h | Коэффициенты калибровки для аналоговых каналов.   | <b>EE_CORR0 (Hi)</b> [85h]           | <b>EE_CORR0 (Lo)</b> [55h]                                   |
| ...   |   | ...                                  | ...  |
| 011Bh |   | <b>EE_CORR7 (Hi)</b> [85h]           | <b>EE_CORR7 (Lo)</b> [55h]                                   |
| 011Ch | Частота вызова подпрограммы обработки всех дискретных входов для ТС / ТИ. Частота устанавливается кратной 125 мкс.<br><br>Установка данного параметра влияет на минимальное время распознавания состояния для дискретных каналов.   | <b>EE_TIFREQ</b> [1]                 | <b>EE_TSFREQ</b> [10]  |
| 0130h | Базовый адрес контроллера (ст. байт) / Параметры режима (Bit7 Check parity 1-Yes/0-No, Bit6 1-Even/0-Odd, Bit<0..2> Baud Rate <000...111> - 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200) (мл. байт)<br><br><b>Пример команды</b> изменения базового адреса контроллера с 30h на 38h:<br><br>30 06 01 30 38 C3 <b>DF 89</b><br><br>(CRC выделено жирным шрифтом) | <b>EE_NUMBASE</b> [30h]              | <b>EE_UARTMODE</b> [C3h]<br>9600 бод, 8 бит, even,<br>1 стоп |
| 0131h | Макс. пауза при приеме *100мкс /Задержка на передачу *100мкс.   | <b>EE_MAXSPACE</b> [45]              | <b>EE_RTMDLY</b> [55]  |



| Адрес | Назначение, комментарий  | Старший байт<br>[заводская прошивка] | Младший байт<br>[заводская прошивка] |
|-------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 0132h | Режим работы после включения питания.<br><br>Если прошит 0, то после подачи питания контроллер будет отвечать на команды чтения 03 и 04 ошибкой с кодом – 04 (SLAVE DEVICE FAILURE). Используется для оповещения master-устройства о сбое питания и обнулении счетчиков ТИ. Режим снимается после того, как отработает команда 17. | EE_MODEPWON [0]                      | ...                                  |

### 2.5.1.3 Описание команд

Контроллер поддерживает следующие команды MODBUS: 03, 04, 06, 16, 17. Команды 03 и 04 равнозначны для контроллера и используются в одинаковых целях. В следующей таблице приведено описание поддерживаемых команд (Таблица 22).

Таблица 21. Описание команд MODBUS

| Код команды | Назначение                                    | Использование   |
|-------------|---|---|
| 03          | Чтение регистров хранения                     | Чтение текущего состояния регистров ТС, ТИ, ТИТа, чтение содержимого EEPROM.  |
| 04          | Чтение входных регистров                      | Чтение текущего состояния регистров ТС, ТИ, ТИТа, чтение содержимого EEPROM.  |
| 06          | Запись в единичный регистр                    | Запись в единичный регистр EEPROM нового значения в (2 байта).  |
| 16          | Запись в несколько последовательных регистров | Запись в несколько последовательных регистров EEPROM новых значений.  |
| 17          | Запрос типа slave-устройства                  | Запрашивается тип контроллера. В ответном сообщении в поле <b>Дополнительные данные</b> помещается ASCII строка. Формат строки: "PRORYV TMDA24 Vxx.xx.xx",0 |

Примеры:

**Команда 03.** Запрос содержания 25 двубайтных регистров с начального адреса 0000h (1 регистр – ТС, 16 регистров – счетчики ТИ, 8 регистров – состояние ТИТа).



| Формат запроса         | Пример | Формат ответа               | Пример |
|------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| Адрес контроллера      | 30h    | Адрес контроллера           | 30h    |
| Команда                | 03h    | Команда                     | 03h    |
| Начальный адрес (ст.)  | 00h    | Счетчик байт                | 32h    |
| Начальный адрес (мл.)  | 00h    | Данные регистра 0000h (ст.) | ...    |
| Кол-во регистров (ст.) | 00h    | Данные регистра 0000h (мл.) | ...    |
| Кол-во регистров (мл.) | 19h    | ...                         | ...    |
| CRC (ст.)              | 80h    | Данные регистра 0018h (ст.) | ...    |
| CRC (мл.)              | 21h    | Данные регистра 0018h (мл.) | ...    |
|                        |        | CRC (ст.)                   | ...    |
|                        |        | CRC (мл.)                   | ...    |

**Команда 06.** Установка коэффициента усиления по первому входу АЦП равным 4, по второму входу АЦП равным 1 (запись значения 0200h в регистр EEPROM с адресом 0110h).

| Формат запроса       | Пример | Формат ответа        | Пример |
|----------------------|--------|----------------------|--------|
| Адрес контроллера    | 30h    | Адрес контроллера    | 30h    |
| Команда              | 06h    | Команда              | 06h    |
| Адрес регистра (ст.) | 01h    | Адрес регистра (ст.) | 01h    |
| Адрес регистра (мл.) | 10h    | Адрес регистра (мл.) | 10h    |
| Данные (ст.)         | 02h    | Данные (ст.)         | 02h    |
| Данные (мл.)         | 00h    | Данные (мл.)         | 00h    |
| CRC (ст.)            | 8Ch    | CRC (ст.)            | 8Ch    |
| CRC (мл.)            | B2h    | CRC (мл.)            | B2h    |

**Команда 16.** Установка коэффициента калибровки по входам 1 и 2 АЦП (запись значений 8000h, 8000h в 2 последовательных регистра EEPROM (4 байта) с начальным адресом 0114h).

| Формат запроса         | Пример | Формат ответа          | Пример |
|------------------------|--------|------------------------|--------|
| Адрес контроллера      | 30h    | Адрес контроллера      | 30h    |
| Команда                | 10h    | Команда                | 10h    |
| Начальный адрес (ст.)  | 01h    | Начальный адрес (ст.)  | 01h    |
| Начальный адрес (мл.)  | 14h    | Начальный адрес (мл.)  | 14h    |
| Кол-во регистров (ст.) | 00h    | Кол-во регистров (ст.) | 00h    |
| Кол-во регистров (мл.) | 02h    | Кол-во регистров (мл.) | 02h    |
| Данные (ст.)           | 80h    | CRC (ст.)              | 04h    |
| Данные (мл.)           | 00h    | CRC (мл.)              | 11h    |
| Данные (ст.)           | 80h    |                        |        |
| Данные (мл.)           | 00h    |                        |        |
| CRC (ст.)              | 4Bh    |                        |        |
| CRC (мл.)              | 3Ch    |                        |        |

**Команда 17.** Запрос типа slave-устройства. В ответном сообщении в поле **Дополнительные данные** помещается ASCII строка. Формат строки: "PRORYV TMDA24 Vxx.xx.xx",0

| Формат запроса | Пример | Формат ответа | Пример |
|----------------|--------|---------------|--------|
|----------------|--------|---------------|--------|



|                   |     |                          |     |
|-------------------|-----|--------------------------|-----|
| Адрес контроллера | 30h | Адрес контроллера        | 30h |
| Команда           | 11h | Команда                  | 11h |
| CRC (ст.)         | D5h | Счетчик байт             | ... |
| CRC (мл.)         | BCh | Идентификатор устройства | 30h |
|                   |     | Идентификатор пуска      | FF  |
|                   |     | Дополнительные данные    | ... |
|                   |     | ...                      | ... |
|                   |     | CRC (ст.)                | ... |
|                   |     | CRC (мл.)                | ... |

### 2.5.2 Измерение значений напряжений и токов

Аналоговые входы контроллера обрабатываются с периодом опроса 20 мс.

По запросу master-устройства контроллер передает текущие усредненные результаты измерения сигналов по каждому каналу, умноженные на соответствующие коэффициенты калибровки.

### 2.5.3 Аналого-цифровые преобразования и калибровка

В изделии используется встроенный АЦП – 12 разрядов, с опорным напряжением – 2.5В. С помощью многократного опроса датчиков и усреднения результатов опроса, результат приводится к шестнадцати разрядам.

В энергонезависимой памяти изделия содержатся коэффициенты калибровки и коэффициенты усиления по каждому из восьми аналоговых входов.

Коэффициент усиления по каналу может принимать следующие значения (Таблица 22):

Таблица 22. Значения коэффициента усиления

| Значение коэффициента усиления                            | 1           | 2   | 4          | 8   | 16  | 0.5 |
|---|-------------|-----|------------|-----|-----|-----|
| Содержимое регистров аналоговых каналов (01h 10h-01h 13h) | 000         | 001 | 010        | 011 | 10x | 11x |
| Рекомендуется для измерения                               | Ток 0-20 мА |     | Ток 0-5 мА |     |     |     |

Расчет результата измерений, передаваемого master-устройству, выполняется по формуле:

$$ТИТa_{[16]} = UАЦП_{[16]} * K_{[16]} / 32768, \text{ где}$$

ТИТa<sub>[16]</sub> – результат, передаваемый master-устройству (16 разрядов);

UАЦП<sub>[16]</sub> – усредненный результат замеров (16 разрядов);

K<sub>[16]</sub> – коэффициент калибровки (16 разрядов).

На изделии, выпущенном предприятием-изготовителем, переключки, установлены в положение для подключения датчиков для измерения тока. В энергонезависимой памяти



EEPROM прошиты установки для измерения тока в диапазоне от 0 до 20 мА. При номинальном токе на вход АЦП прикладывается напряжение, равное 2,4 В. Коэффициент калибровки, устанавливаемый предприятием-изготовителем, равен 8555h ( $K_{[16]}=32768*2.5/2.4=34133$ ).

При переводе канала на режим измерения напряжения необходимо установить калибровочный коэффициент по данному каналу равным 8000h ( $K_{[16]}= 32768$ ).

#### **2.5.4 Прием сигналов от дискретных датчиков**

По каждому из шестнадцати цифровых входов отслеживается текущее состояние входа (телесостояние) и подсчитывается количество изменений состояния входа (телеизмерение). Время распознавания состояния по каждому из дискретных входов контроллера является настраиваемой величиной и заносится в EEPROM.

Можно установить различное время распознавания состояния для ТС и ТИ по каждому входу.

Минимальное время для распознавания состояния при условии отсутствия дребезга:

для ТИ составляет 1 мс, для ТС – 10 мс.

Максимальное время для распознавания состояния:

для ТИ составляет 256 мс, для ТС – 2,56 с.

Если происходит сбой питания, выполняется автоматическая синхронизация счетчиков изменения состояния входов в контроллере и master-устройстве.

#### **2.5.5 Обработка сигналов и фильтрация помех**

##### **2.5.5.1 Аналоговые сигналы**

Изделие в автоматическом режиме выполняет обработку, фильтрацию и усреднение замеров по каждому из восьми аналоговых каналов. Для фильтрации сетевой помехи (50 Гц) выполняется усреднение по 16 выборкам за 20 мс.

Применяется сглаживающий цифровой фильтр по методу скользящего среднего. Складываются два последних значения усредненных (за 20 мс) замеров, полученная сумма делится на два. Полученный результат помещается в регистр памяти, соответствующий данному каналу.

##### **2.5.5.2 Дискретные сигналы**

Изделие в автоматическом режиме выполняет защиту от дребезга по каждому из шестнадцати дискретных каналов. Состояние входа считается достоверным при совпадении результатов восьми измерений подряд по данному каналу. Измерения выполняются с частотой равной времени распознавания состояния/8. Время распознавания состояния записано в ячейки EEPROM 0100h-010Fh.

При изменении состояния входа новое значение записывается в регистр после стабилизации состояния входа.



Если импульс по какому либо входу будет меньше, чем MIN\_LEN\_TS, но больше чем MIN\_LEN\_TI, то содержимое регистра ТС не изменится, а значение счетчика изменений (ТИ) по данному входу будет увеличено на 2 (по фронту и срезу импульса).

### **2.5.6 Передача данных**

Изделие обеспечивает передачу информации по каналу связи RS-485 по запросам master-устройства.

При передаче данных по цифровым интерфейсам возможны сбои и ошибки от воздействия помех. При обмене данными с master-устройством применяются помехоустойчивые протоколы обмена, формирующие повторные запросы до момента получения неискаженной информации.

## **2.6 Средства измерения, инструменты и принадлежности**

Для проверки соответствия изделия требованиям технических условий, выполнения работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту изделия и его функциональных блоков используются серийно выпускаемые средства измерения.

Изменение настроек изделия выполняется командами протокола MODBUS.

Во избежание повреждений изделия незадействованные кабельные вводы следует закрывать заглушками.

## **2.7 Маркировка и пломбирование**

### **2.7.1 Маркировка изделия**

Маркировка с обозначением товарного знака и типа выполняется на передней панели изделия. На задней панели изделия имеется маркировка с обозначением типа изделия и заводского номера.

Порты, разъемы подключения питания и другие элементы изделия маркированы в соответствии с их назначением.

Маркировка тары и упаковочного материала удовлетворяет требованиям ГОСТ 9181-74.

### **2.7.2 Пломбирование изделия**

На объекте Заказчика изделие вмонтировано в специальный шкаф. Шкаф пломбируется Госповерителем при проведении первичной поверки изделия на объекте Заказчика.

Изделие, его тара и упаковочный материал пломбированию не подлежат.

## **2.8 Упаковка**

Упаковка изделия и эксплуатационной документации удовлетворяет требованиям, предъявляемым ГОСТ 9181-74.



### **2.8.1 Упаковочная тара**

В качестве упаковочной тары применяется потребительская тара предприятия-поставщика.

### **2.8.2 Условия упаковывания**

Упаковка изделия должна проводиться в закрытых вентилируемых помещениях при температуре от плюс 15°C до плюс 40°C и относительной влажности не более 80 % при отсутствии агрессивных примесей в окружающей среде.

### **2.8.3 Порядок упаковки**

Подготовленное к упаковке изделие укладывают в тару, представляющую собой коробки из картона гофрированного (ГОСТ 7376-89 или ГОСТ 7933-89) согласно чертежам предприятия-изготовителя.

Изделие упаковывается с применением запаянных чехлов из водонепроницаемой пленки.

Разъемы, входящие в комплект поставки, упаковываются в отдельный запаянный чехол из водонепроницаемой пленки.

Для заполнения свободного пространства в упаковочную тару укладываются прокладки из гофрированного картона или пенопласта.

Эксплуатационная документация должна быть уложена в потребительскую тару вместе с изделием. На верхний слой прокладочного материала укладывается товаросопроводительная документация: упаковочный лист и ведомость упаковки.

Потребительская тара должна быть оклеена лентой клеевой 6-70 по ГОСТ 18251-87.

На упаковочную тару наклеивается лист проверки упаковки, содержащий данные о шифре и номере изделия, фамилию упаковщика, дату упаковки, фамилию контролера ОТК, дату проверки. Лист подписывается упаковщиком и контролером ОТК, после чего ставится штамп ОТК.





## **3 Использование по назначению**

### **3.1 Эксплуатационные ограничения**

Эксплуатация изделия должна производиться в условиях, где воздействие внешних факторов не превышает допустимые значения (см. раздел 2.2.2).

Розетка для подключения изделия к питающей сети должна обеспечивать соединение заземляющего контакта сетевой вилки с контуром заземления.

Существуют также ограничения, связанные с эксплуатационными параметрами системы, например, скоростями опроса и количеством считываемых параметров.

### **3.2 Подготовка изделия к использованию**

Изделие полностью готово к использованию по назначению по завершении монтажных и пусконаладочных работ.

Монтажные и пусконаладочные работы могут производиться представителями предприятия-изготовителя, уполномоченными сервисными центрами и представителями Заказчика, прошедшими курс обучения и сертификацию на предприятии-изготовителе.

#### **3.2.1 Меры безопасности**

Во избежание повреждения изделия следует внимательно ознакомиться с манипуляционными знаками, нанесенными на упаковку изделия.

#### **3.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра изделия**

При внешнем осмотре изделия следует проверить:

- комплектность изделия в соответствии с формуляром (паспортом);
- отсутствие видимых механических повреждений;
- чистоту гнезд, разъемов и клемм;
- состояние соединительных проводов, кабелей, переходников;
- состояния лакокрасочных покрытий и четкость маркировок;
- отсутствие отсоединившихся или плохо закрепленных модулей изделия (определяется визуально или на слух при изменении положения изделия).

#### **3.2.3 Монтаж и демонтаж изделия**

К монтажу, наладке и техническому обслуживанию изделия допускаются лица, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей, прошедшие курс обучения и получившие соответствующее удостоверение.

Монтаж изделия должен производиться в помещениях промышленных предприятий, имеющих атмосферу, не содержащую химически активных и агрессивных паров и токопроводящей пыли, с содержанием пыли не более  $3 \text{ мг/м}^3$ , в местах, защищённых от



прямого попадания солнечных лучей, воды. Типичным, но не обязательным, является размещение изделия в специальном шкафу. Электропитание изделия должно осуществляться от сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В.

Допускается установка и монтаж изделия вне помещения в специально оборудованном пыле и влагонепроницаемом шкафу.

Корпус изделия предназначен для настенного монтажа или монтажа на DIN рельс (35 мм). Для установки изделия на DIN рельс в комплект поставки включаются дополнительные крепежные элементы (опционально), см. Рисунок 15.



Рисунок 15 Крепежные элементы для установки на DIN рельс

После монтажа изделия к нему подводят кабели внешних подключений. Монтаж проводов кабелей осуществляется винтовыми зажимами. Расположение и назначение контактов соединителей и схемы подключения внешних устройств приведены в п. 2.4.

**Внимание!** Корпус изделия заземлять не требуется.

### 3.2.4 Параметрирование изделия

Предприятие-изготовитель выпускает контроллер со следующими первоначальными установками, запрограммированными в EEPROM:

- базовый адрес контроллера – 30h;
- скорость 9600 бод, 8 бит, even, 1 стоп;
- время распознавания состояния для ТИ – 50 мс, для ТС – 0,5 с;
- коэффициенты усиления для аналоговых каналов – 1;
- коэффициенты калибровки для аналоговых каналов – 8555h;
- частота вызова подпрограммы обработки всех дискретных входов для ТС – 1 мс, для ТИ – 10 мс;
- максимальное время задержки при приеме – 4500 мкс;
- максимальное время задержки при передаче – 5500 мкс;
- алгоритм определения сбоя питания включен.



При вводе в эксплуатацию в составе АС изделие подлежит параметрированию (настройке на работу в составе системы). Параметрирование изделия может выполняться после монтажа изделия.

**Внимание!** Если в сервисном разъеме (Рисунок 6) замкнуты крайние контакты 1 и 7, то режим работы с master-устройством определяется параметрами, соответствующими установкам предприятия-изготовителя и не зависит от параметров, запрограммированных в EEPROM.

Параметрирование изделия должно осуществляться подготовленным техническим персоналом пуско-наладочной организации, владеющим навыками работы с вычислительной техникой и знакомым с задачами АС.

При правильном монтаже и параметрировании изделие начинает работу сразу после включения (подачи питания) и не требует дополнительной наладки. В случае ошибок, допущенных при параметрировании, может потребоваться некоторая наладочная работа, связанная с указанием правильных параметров.

### 3.3 Использование изделия

Изделие запускается автоматически при подаче на него номинального напряжения питания. Изделие работает автоматически, без вмешательства оператора. При нормальном функционировании изделия светодиодный индикатор **Контроль** мигает с частотой один раз в секунду. Индикатор **Передача** светится при передаче данных от контроллера по RS-485.

Метрологические характеристики изделия определяются встроенным программным обеспечением, хранящимся в энергонезависимой памяти.

Первичная метрологическая поверка производится на предприятии-изготовителе при выпуске изделия. Первичная поверка изделия на месте эксплуатации производится в составе АС по утверждённой методике.

Периодическая поверка изделия на месте эксплуатации производится в составе АС с межповерочным интервалом четыре года.

Функциональные возможности изделия (использование изделия по назначению) обеспечиваются прикладным ПО.

### 3.4 Меры безопасности

В ходе эксплуатации изделия персоналу надлежит исполнять рекомендации, изложенные в «Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Запрещается работа с изделием лицам, не сдавшим зачет по технике безопасности в установленном порядке.

Запрещается производить какие-либо работы на незакрепленном изделии.

Категорически запрещается подсоединение (отсоединение) внешних электрических цепей при включенном электропитании изделия.



## **4 Техническое обслуживание**

### **4.1 Техническое обслуживание изделия**

Рекомендуется периодическое дистанционное наблюдение за работоспособностью изделия, для чего используются программы верхнего уровня АС.

Рекомендуется периодически проводить внешний осмотр изделия и проверку состояния соединительных кабелей и контактов клеммных соединений внешних цепей и цепей питания. Не допускается окисления проводов и металлических деталей клеммников.

При внешнем осмотре рекомендуется проверить: отсутствие механических повреждений корпуса и разъемов, отсутствие следов коррозии, отсутствие порывов и порезов на соединительных кабелях, надежность крепления изделия.

При необходимости затянуть винтовые соединения, устранить повреждения кабелей и нарушение изоляции проводов от датчиков и внешних устройств.

### **4.2 Состав и квалификация персонала**

Все виды работ с изделием должны производиться администратором АС. Администратор может пройти обучение и обязательную сертификацию на курсах ЗАО «НПФ Прорыв».

### **4.3 Проверка работоспособности изделия**

При проверке работоспособности изделия проверяется качество связи с master-устройством и правильность приема дискретных и аналоговых сигналов.

Критерием качества связи является количество успешных обменов. Проверку правильности приема дискретных и аналоговых сигналов рекомендуется выполнять в соответствии с утвержденной методикой поверки.

Если результаты проверки неудовлетворительны, необходимо определить причину неисправности (повреждение кабеля, неверное параметрирование, отказ изделия и пр.) и принять меры по устранению неисправности.

### **4.4 Техническое освидетельствование**

Изделие, эксплуатируемое в составе АС, подлежит опломбированию уполномоченным представителем Заказчика с момента ввода системы в действие.

Опломбированное изделие подлежит периодическому освидетельствованию уполномоченными представителями Заказчика на предмет сохранности пломб. Периодичность освидетельствования определяется Заказчиком. Результаты освидетельствования могут фиксироваться в формуляре (паспорте) изделия.



## 5 Текущий ремонт

Изделие подлежит ремонту, если оно не соответствует заявленным метрологическим характеристикам. Ремонт изделия производится на предприятии-изготовителе или в сервисном центре предприятия-изготовителя, имеющем разрешение производителя на проведение данного вида работ.

Эксплуатационный персонал потребителя должен произвести демонтаж изделия и его отправку для ремонта с указанием характера неисправности.



## **6 Хранение**

### **6.1 Условия хранения изделия**

Изделие должно храниться в условиях по ГОСТ 15150-69, группа 2С (закрытые или другие помещения с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий) при температуре от минус 40 °С до плюс 60 °С и относительной влажности воздуха не более 95 % (при плюс 35 °С).

В воздухе помещения для хранения изделия не должно присутствовать агрессивных примесей (паров кислот, щелочей).

Требования по хранению относятся к складским помещениям поставщика и потребителя.

### **6.2 Срок хранения**

Срок хранения изделия в потребительской таре без переконсервации – не менее шести месяцев.

### **6.3 Предельный срок хранения**

При длительном (более шести месяцев) хранении изделие должно находиться в упакованном виде и содержаться в отапливаемых хранилищах не более 3 лет при температуре окружающего воздуха от плюс 5 °С до плюс 40 °С и относительной влажности воздуха не более 80% при температуре плюс 25 °С.

### **6.4 Правила постановки изделия на хранение**

При постановке изделия на длительное хранение его необходимо упаковать в упаковочную тару предприятия-поставщика.

### **6.5 Правила снятия изделия с хранения**

Ограничения и специальные процедуры при снятии изделия с хранения не предусмотрены.

При снятии с хранения изделие следует извлечь из упаковки.



## 7 Транспортирование

### 7.1 Условия транспортирования

Допускается транспортирование изделия в транспортной таре всеми видами транспорта (в том числе в отапливаемых герметизированных отсеках самолетов) без ограничения расстояний. При перевозке в железнодорожных вагонах вид отправки – мелкий малотоннажный.

При транспортировании изделия должна быть предусмотрена защита от попадания пыли и атмосферных осадков. Не допускается кантование изделия.

Климатические условия транспортирования приведены ниже (Таблица 23).

Таблица 23. Климатические условия транспортирования

| Влияющая величина                 | Значение                                  |
|-----------------------------------|---|
| Диапазон температур               | от минус 40 °С до плюс 60 °С              |
| Относительная влажность, не более | 95% при 35°С                              |
| Атмосферное давление              | от 70 до 106,7 кПа, (537- 800 мм рт. ст.) |

Транспортная тряска не должна превышать 120 ударов в минуту с максимальным ускорением 19.6 м/с<sup>2</sup> и продолжительностью воздействия 30 мин.

### 7.2 Подготовка к транспортированию

Изделия должны быть закреплены для обеспечения устойчивого положения, исключения взаимного смещения и ударов. При проведении погрузочно-разгрузочных работ и транспортировании должны строго выполняться требования манипуляционных знаков, нанесенных на транспортной таре.



## 8 Реализация

Реализация изделия осуществляется в заводской упаковке в соответствии с внутренним законодательством стран ЕАЭС.





## 9 Утилизация

Изделие не содержит в своём составе опасных или ядовитых веществ, способных нанести вред здоровью человека или окружающей среде и не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды по окончании срока службы. В этой связи утилизация изделия может производиться по правилам утилизации общепромышленных отходов. Утилизация осуществляется отдельно по группам материалов: пластмассовым элементам, металлическим крепежным деталям.

Содержание драгоценных металлов в компонентах изделия (электронных платах, разъёмах и т.п.) крайне мало, поэтому их вторичную переработку производить нецелесообразно.



## Список таблиц

|   |    |
|---|----|
| Таблица 1. Термины, аббревиатуры и сокращения.....                              | 5  |
| Таблица 2. Использованные при разработке документа материалы .....              | 6  |
| Таблица 3. Показатели назначения .....  | 9  |
| Таблица 4. Параметры электропитания.....  | 10 |
| Таблица 5. Рабочие условия применения изделия (климатические воздействия) ..... | 10 |
| Таблица 6. Рабочие условия применения изделия (механические воздействия).....   | 10 |
| Таблица 7. Параметры безопасности изделия .....                                 | 11 |
| Таблица 8. Параметры надежности .....   | 12 |
| Таблица 9. Погрешности измерений .....  | 12 |
| Таблица 10. Базовый состав аппаратного блока.....                               | 13 |
| Таблица 11. Использование портов .....  | 14 |
| Таблица 12. Назначение контактов порта RS-485.....                              | 15 |
| Таблица 13. Назначение контактов аналоговых входов.....                         | 15 |
| Таблица 14. Назначение контактов дискретных входов.....                         | 15 |
| Таблица 15. Индикация режимов работы изделия.....                               | 16 |
| Таблица 16. Установка номера контроллера .....                                  | 20 |
| Таблица 17. Назначение контактов для подключения питания.....                   | 21 |
| Таблица 18. Формат кадра протокола Modbus RTU .....                             | 25 |
| Таблица 19. Описание регистров .....  | 25 |
| Таблица 20. Распределение памяти EEPROM .....                                   | 26 |
| Таблица 21. Описание команд MODBUS.....   | 27 |
| Таблица 22. Значения коэффициента усиления.....                                 | 29 |
| Таблица 23. Климатические условия транспортирования.....                        | 39 |



## Список рисунков

|  |    |
|--|----|
| Рисунок 1 Структура кода изделия.....  | 7  |
| Рисунок 2 Общий вид аппаратного блока изделия .....  | 13 |
| Рисунок 3 Вид панели аппаратного блока с элементами подключения и индикации.....                 | 14 |
| Рисунок 4 Архитектура системы, нижний уровень .....  | 17 |
| Рисунок 5 Схема подключения к RS-422 .....   | 18 |
| Рисунок 6 Вид платы, технологические переключки .....  | 20 |
| Рисунок 7 Технологические переключки для установки номера контроллера .....                      | 20 |
| Рисунок 8 Подключение датчика ТС типа “сухой контакт” .....                                      | 22 |
| Рисунок 9 Установка технологических переключек для подключения пассивных датчиков (01-08) .....  | 22 |
| Рисунок 10 Установка технологических переключек для подключения пассивных датчиков (09-16) ..... | 22 |
| Рисунок 11 Подключение датчика ТС активного типа.....  | 22 |
| Рисунок 12 Установка технологических переключек для подключения активных датчиков (01-08) .....  | 22 |
| Рисунок 13 Установка технологических переключек для подключения активных датчиков (09-16) .....  | 23 |
| Рисунок 14 Соответствие контактов разъема А1...А4 А5...А8 входным каналам .....                  | 23 |
| Рисунок 15 Крепежные элементы для установки на DIN рельс .....                                   | 34 |



## 10 Лист регистрации изменений

| Дата       | Раздел  | Содержание   | Автор            |
|------------|---------|--|------------------|
| 08.07.2005 |         | Первая редакция изделия и документации.  | ЗАО «НПФ ПРОРЫВ» |
| 09.09.2010 | 2.5.1.2 | Пример команды изменения базового адреса модуля<br>EE_TIFREQ EE_TSFREQ кратность | ЗАО «НПФ ПРОРЫВ» |
| 18.07.2011 | 2.3     | Заменены фотографии ПИК-24М  | ЗАО «НПФ ПРОРЫВ» |
| 03.09.2014 | 2.4.3.5 | Добавлены схемы подключения датчиков   | ЗАО «НПФ ПРОРЫВ» |
| 15.11.2018 | 2.3.1   | Новая шелкография  | ЗАО «НПФ ПРОРЫВ» |
| 23.08.2019 | 2.2.3   | Параметры электропитания   | ЗАО «НПФ ПРОРЫВ» |
|            |         |  |                  |
|            |         |  |                  |
|            |         |  |                  |
|            |         |  |                  |

Утверждаю

ЗАО «НПФ ПРОРЫВ»,

Мартынов А. И.

Генеральный директор

ЗАО «НПФ ПРОРЫВ»,

Карташев А.А.

Технический директор

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.