



**ЗАО НПФ ПРОРЫВ**

**Контроллер программируемый  
индустриальный  
ПИК А16  
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.....	8
2.2.1	Общие сведения.....	8
2.2.2	Показатели назначения.....	9
2.2.3	Параметры электропитания изделия.....	9
2.2.4	Устойчивость к воздействию внешних факторов.....	9
2.2.5	Электромагнитная совместимость.....	10
2.2.6	Безопасность.....	10
2.2.7	Надежность.....	11
2.2.8	Погрешности измерений.....	11
2.3	Состав изделия.....	11
2.3.1	Аппаратный блок.....	12
2.3.2	Прикладное программное обеспечение.....	15
2.3.3	Архитектура АС.....	16
2.4	Устройство и работа.....	16
2.4.1	Режимы работы изделия.....	17
2.4.2	Взаимодействие составных частей изделия.....	17
2.4.3	Взаимодействие с другими изделиями, входящими в состав АС.....	17
2.5	Функции, выполняемые изделием.....	20
2.5.1	Обработка команд master-устройства.....	21
2.5.2	Измерение значений токов.....	24
2.5.3	Аналого-цифровые преобразования и калибровка.....	24
2.5.4	Передача данных.....	24



2.6	Средства измерения, инструменты и принадлежности .....	25
2.7	Маркировка и пломбирование .....	25
2.7.1	Маркировка изделия.....	25
2.7.2	Пломбирование изделия .....	25
2.8	Упаковка.....	25
2.8.1	Упаковочная тара.....	25
2.8.2	Условия упаковывания .....	25
2.8.3	Порядок упаковки.....	25
3	Использование по назначению.....	27
3.1	Эксплуатационные ограничения.....	27
3.2	Подготовка изделия к использованию .....	27
3.2.1	Меры безопасности .....	27
3.2.2	Объем и последовательность внешнего осмотра изделия.....	27
3.2.3	Монтаж и демонтаж изделия.....	27
3.2.4	Параметрирование изделия .....	28
3.3	Использование изделия.....	28
3.4	Меры безопасности .....	29
4	Техническое обслуживание .....	30
4.1	Техническое обслуживание изделия .....	30
4.2	Состав и квалификация персонала .....	30
4.3	Проверка работоспособности изделия .....	30
4.4	Техническое освидетельствование .....	30
5	Текущий ремонт .....	31
6	Хранение.....	32
6.1	Условия хранения изделия .....	32
6.2	Срок хранения.....	32
6.3	Предельный срок хранения .....	32
6.4	Правила постановки изделия на хранение .....	32
6.5	Правила снятия изделия с хранения .....	32
7	Транспортирование .....	33
7.1	Условия транспортирования .....	33
7.2	Подготовка к транспортированию.....	33
8	Утилизация.....	34



Список таблиц.....	35
Список рисунков.....	36
9 Лист регистрации изменений .....	37
Утверждаю .....	37



# 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 А16 (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
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	ПЮЯИ.468212.015ТУ	



## 2 Описание и работа

### 2.1 Общие сведения

#### 2.1.1 Наименование изделия

Контроллер программируемый промышленный ПИК А16.

#### 2.1.2 Условное обозначение изделия

Структура условного обозначения изделия см. Рисунок 1.



Рисунок 1 Структура кода изделия

Пример записи обозначения изделия: ПИК А16 АВБЛ.468212.015.

#### 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 А16 применяется для построения многофункциональных пространственно-распределённых проектно-компонованных автоматизированных систем и предназначен для увеличения количества обслуживаемых аналоговых датчиков.

Контроллер обеспечивает 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-422/485 сетевого master-устройства и отвечает на его запросы. В качестве master-устройства используется контроллер, поддерживающий протокол MODBUS RTU, например, контроллер серии ТК16L.

Основным назначением изделия является:



- Измерение значений токов сигналов, поступающих на аналоговые входы.
- Передача измеренных значений сигналов в виде цифрового кода по запросу master-устройства.

Изделие обеспечивает подключение аналоговых датчиков по шестнадцати каналам.

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, и 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:

- токовые аналоговые датчики с выходным сигналом тока 0-20 мА;

Обеспечивается передача информации master-устройству по интерфейсу RS-422/485.

#### **2.1.6 Размеры изделия**

Базовые размеры изделия составляют 70 x 86 x 60 мм.

#### **2.1.7 Масса изделия**

Масса изделия не более 0,1 кг.

### **2.2 Технические характеристики**

#### **2.2.1 Общие сведения**

Изделие предназначено к использованию 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 16.02.2007 г., действителен до 01 марта 2012 г.

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





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 с токовым выходом – 0-20 мА. Разрядность АЦП –12.)	16
Объем встроенного ОЗУ	16 Кб
Объем встроенного ПЗУ	128 Кб

### 2.2.3 Параметры электропитания изделия

Электропитание изделия осуществляется от сети 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	98	253
Потребляемая мощность, Вт	3	0,5	5

### 2.2.4 Устойчивость к воздействию внешних факторов

#### Рабочие условия применения

Изделие удовлетворяет требованиям, предъявляемым к группе 5 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	90% при t=30°С
Атмосферное давление	от 60 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).

### 2.2.5 Электромагнитная совместимость

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 устойчиво к воздействию радиочастотных электромагнитных полей в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.3-99.

Изделие устойчиво к воздействию электростатических разрядов в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.2-99.

Изделие устойчиво к воздействию кондуктивных помех, наведенных радиочастотными электромагнитными полями в полосе частот от 0,15 до 80 МГц в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.6-99.

Изделие устойчиво к воздействию микросекундных импульсных помех в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.5-99.

Изделие удовлетворяет требованиям, предъявляемым к степени жесткости не ниже 2 ГОСТ Р 51317.4.4-2007 в части воздействия наносекундных импульсных помех.

Изделие удовлетворяет нормам промышленных радиопомех, установленным для оборудования класса А по ГОСТ Р 51318.22-2006.

### 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 26104-89 в части безопасности.

Ниже приведены параметры безопасности изделия (Таблица 6).

Таблица 6. Параметры безопасности изделия

Наименование параметра	Значение
Электрическая прочность изоляции:	
между контактами сетевого питания, не менее	1,5 кВ
между информационными цепями и контактом заземления	500 В



Наименование параметра	Значение
Сопrotивление изоляции электрически не связанных цепей относительно друг друга: в нормальных условиях применения, не менее при температуре 60 °С и влажности не более 80%, не менее при температуре 30 °С и влажности 95% , не менее	 20 МОм 5 МОм 2 МОм

### 2.2.7 Надежность

Изделие является восстанавливаемым и удовлетворяет требованиям по надежности согласно ГОСТ 27.003-90. Ниже приведены параметры надежности (Таблица 7).

Таблица 7. 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 8).

Таблица 8. Погрешности измерений

Наименование параметра	Значение
Основная приведенная погрешность, не более	0,5%

## 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 9).

Таблица 9. Базовый состав аппаратного блока

№ пп	Наименование изделия	Ед. изм	Кол-во
1	Плата ПИК А16 (АВБЛ.468212.015)	шт	1



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

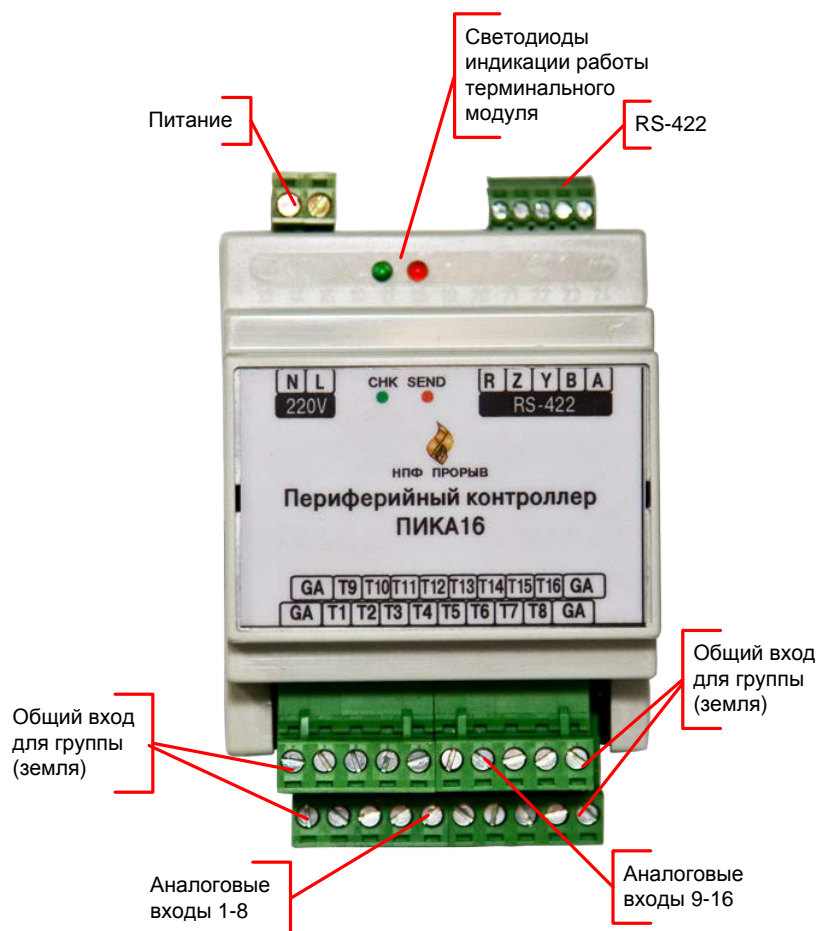


Рисунок 3 Вид панели аппаратного блока с элементами подключения и индикации

Ниже приведена информация о возможностях использования портов изделия (Таблица 10). Информация об особенностях подключения устройств приведена в п.2.4.3.

Таблица 10. Использование портов

Тип порта/входа	Возможность подключения устройств
RS-422	Master-устройство.
Аналоговые входы	Аналоговые датчики: токовые датчики.



Описание назначения контактов для порта RS-422 аппаратного блока приведено ниже (Таблица 11).

Таблица 11. Назначение контактов порта RS-422

Маркировка	Назначение
A	прямой дифференциальный вход
B	инверсный дифференциальный вход
Y	прямой дифференциальный выход
Z	инверсный дифференциальный выход
R	вывод резистора 100 Ом, соединенного с землей (G_GND)

Изделие имеет две группы входов для подключения аналоговых датчиков. Описание назначения контактов для аналоговых входов аппаратного блока приведено ниже (Таблица 12).

Таблица 12. Назначение контактов аналоговых входов

Маркировка		Описание	Назначение
Гр.1	Гр.2		
GA	GA	Общий вход (земля)	16 аналоговых входов предназначены для измерения значений входных токовых сигналов в диапазоне 0-20 мА, разрядность АЦП -12.
T1	T9	Аналоговый вход	
T2	T10	Аналоговый вход	
T3	T11	Аналоговый вход	
T4	T12	Аналоговый вход	
T5	T13	Аналоговый вход	
T6	T14	Аналоговый вход	
T7	T15	Аналоговый вход	
T8	T16	Аналоговый вход	
GA	GA	Общий вход (земля)	

Таблица 13. Индикация режимов работы изделия

№ пп	Наименование группы светодиодов индикации	Тип светодиода индикации	Код состояния	Состояние
1	Светодиод индикации работы изделия	Контроль (CHK)	Мигает с частотой 1 Гц	Нормальная работа изделия
			Выключен	Сбой в работе
2	Светодиод индикации работы порта	Передача (SEND)	Включен	Передача данных от контроллера по RS-422
			Выключен	Передача данных не выполняется



### **2.3.2 Прикладное программное обеспечение**

Прикладное ПО изделия предназначено для приема и обработки входных аналоговых 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.

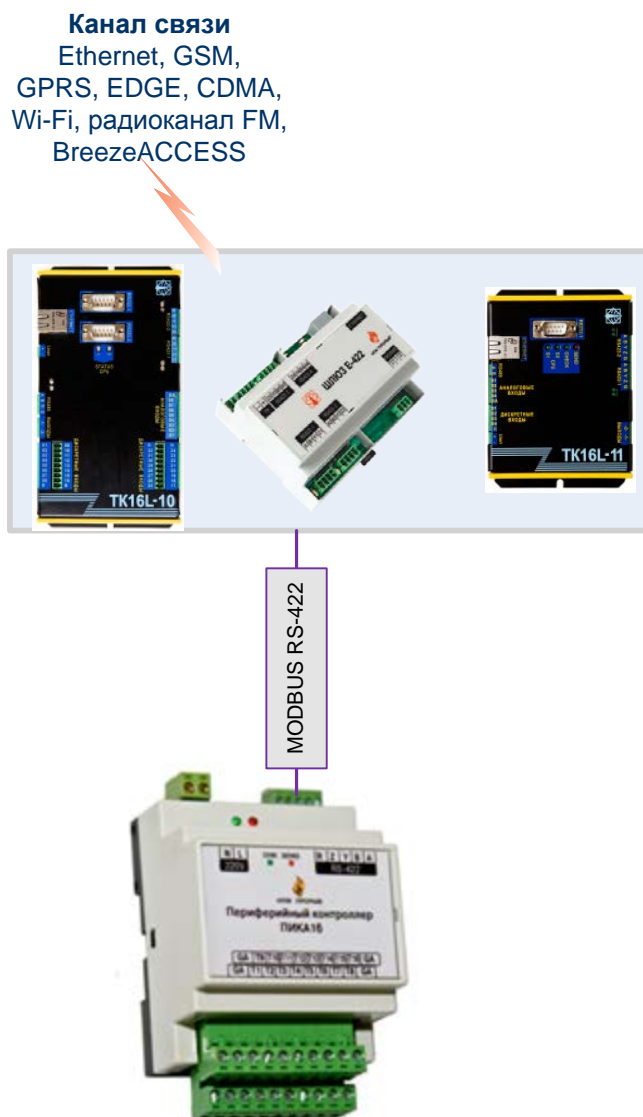


Рисунок 4 Архитектура системы, нижний уровень

## 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-422. При подключении используется разъемы типа **EC350R-05P**, **EC350V-05P** входящие 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.

Схема подключения к изделию master-устройства с интерфейсом RS-422 см. Рисунок 5.



Рисунок 5 Схема подключения к RS-422

Для подключения используется **5-ти жильный кабель типа витая пара категории 3 и выше**. Разъем R необходимо подключить к экрану кабеля через резистор 100 Ом.

Для подключения к изделию объектов с интерфейсом RS-485 необходимо объединить в разьеме выводы А с Y, В с Z. Схема подключения к изделию master-устройства с интерфейсом RS-485 см. Рисунок 6.

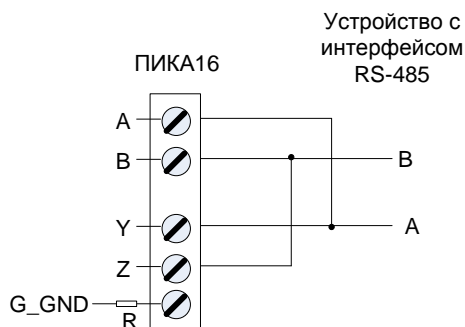


Рисунок 6 Схема подключения к RS-485

Интерфейс RS-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 контроллером на уровне не менее одного сообщения в секунду.

#### 2.4.3.2 Сетевой адрес контроллера

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

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

**Внимание!** Предприятие-изготовитель устанавливает базовый адрес контроллера, равным 20h.

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 контроллеров 8-15, 16-23, 24-31. Установка базового адреса выполняется с помощью команд протокола MODBUS.

Можно установить любой базовый адрес контроллера в рамках адресного пространства (1-256), с учетом ограничений на базовые адреса, уже занятые подключенными устройствами. Например, базовый адрес подключенных контроллеров 20h, подключено восемь контроллеров. Для восьми контроллеров, подключаемых дополнительно, установите базовый адрес 28h. См. также раздел 2.5.1.2.

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

#### 2.4.3.3 Установка индивидуального номера контроллера

Для установки индивидуального номера контроллера, подключенного к устройству, необходимо на плате ПИК А16 установить технологические перемычки.

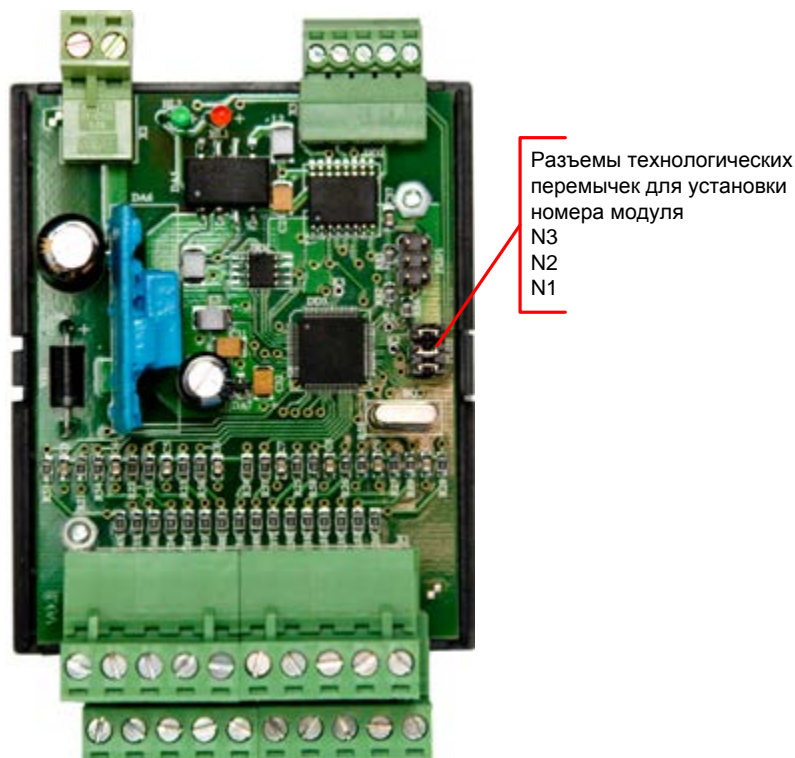


Рисунок 7 Вид платы, технологические перемычки

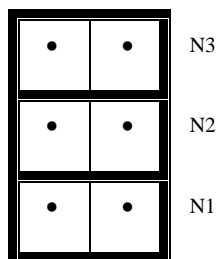


Рисунок 8 Технологические перемычки для установки номера контроллера

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 14).

Таблица 14. 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>20h</b>	<b>21h</b>	<b>22h</b>	<b>23h</b>	<b>24h</b>	<b>25h</b>	<b>26h</b>	<b>27h</b>



**Внимание!** Изделие поставляется с завода с замкнутыми перемычками, т.е. по умолчанию изделие имеет номер 0 и адрес по умолчанию 20h.

#### 2.4.3.4 Подсоединение изделия к источнику питания

При подсоединении источника питания используется разъем типа **5EHDRС-02Р** и ответный разъем **5ESDV-02Р**, входящие в комплект поставки. Для подсоединения к сети питания 220 В 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 11).

Таблица 15. Назначение контактов для подключения питания

Маркировка	Назначение	Цвет провода кабеля
N	Нейтраль	Коричневый или синий
L	Фаза	Коричневый или синий

#### 2.4.3.5 Подсоединение датчиков к аналоговым входам

К аналоговым входам допускается подключение датчиков тока с диапазоном сигналов от 0 до 20 мА. Сопротивление нагрузки 120 Ом.

При подключении датчиков используются разъем типа **5EENDR-10P** и ответный разъем **5ESDV-10P**, входящие в комплект поставки. Монтаж сигнальных линий от датчиков аналоговых сигналов выполняется на клеммы с креплением «под винт». Маркировка клемм приведена в таблице (Таблица 12).

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 токов сигналов, поступающих на аналоговые входы.
- Аналого-цифровые преобразования и калибровка аналоговых сигналов.
- 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 16).

Таблица 16. 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

Регистры с адресами 0400h...040fh содержат информацию о состоянии входов. Регистры EEPROM с адресами 0000h...0017h содержат информацию о настройках контроллера.

В следующих таблицах (Таблица 17, Таблица 18) приведено описание регистров контроллера и распределение памяти EEPROM.

Таблица 17. Описание регистров

Адрес регистра	Назначение, комментарий	Старший байт	Младший байт
0400h	Значение аналогового входа 1	ТИТа 1 (Hi)	ТИТа 1 (Lo)
...	...	...	...
040fh	Значение аналогового входа 16	ТИТа 16 (Hi)	ТИТа 16 (Lo)



Таблица 18. Распределение памяти EEPROM

Адрес	Назначение, комментарий	Старший байт [заводская прошивка]	Младший байт [заводская прошивка]
0008h	Коэффициенты калибровки для аналоговых каналов.	EE_CORR1 (Hi) [7Ah]	EE_CORR0 (Lo) [DAh]
...		...	...
0017h		EE_CORR16 (Hi) [7Ah]	EE_CORR16(Lo)[DAh]
0000h	Базовый адрес контроллера (мл. байт)  Пример команды изменения базового адреса контроллера с 20h на 28h:  20 06 00 00 00 28 <b>8F 65</b>  (CRC выделено жирным шрифтом)	[00h]	EE_NUMBASE [20h]
0001h	Параметры режима UART (Bit7 Check parity 1-Yes/0-No, Bit6 01-Even/10-Odd, Bit<0..2> Baud Rate <000...111> - 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200) (мл. байт)  При изменении скорости обмена необходимо так же менять максимальную длительность паузы при приеме MODBUS команды (3,5T) и длительность задержки на передачу – EE_MAXSPACE, EE_TRMDLY.	[00h]	EE_UARTMODE [43h] 9600 бод, 8 бит, even, 1 стоп
0002h	Макс. пауза при приеме *100 мкс	[00h]	EE_MAXSPACE [30]
0003h	Задержка на передачу *100 мкс	[00h]	EE_RTMDLY [50]

### 2.5.1.3 Описание команд

Контроллер поддерживает следующие команды MODBUS: 03, 06, 17. В следующей таблице приведено описание поддерживаемых команд (Таблица 19).



Таблица 19. Описание команд MODBUS

Код команды	Назначение	Использование
03	Чтение регистров хранения	Чтение текущего состояния регистров ТИТа, чтение содержимого EEPROM.
06	Запись в единичный регистр	Запись в единичный регистр EEPROM нового значения в (2 байта).
17	Запрос типа slave-устройства	Запрашивается тип контроллера. В ответном сообщении в поле <b>Дополнительные данные</b> помещается ASCII строка. Формат строки: "PRORYV PICA16Vxx.xx.xx",0

Примеры:

**Команда 03.** Запрос содержания 16-ти двубайтных регистров с начального адреса 0400h (16 регистров – состояние ТИТа).

Формат запроса	Пример	Формат ответа	Пример
Адрес контроллера	20h	Адрес контроллера	20h
Команда	03h	Команда	03h
Начальный адрес (ст.)	04h	Счетчик байт	20h
Начальный адрес (мл.)	00h	Данные регистра 0000h (ст.)	...
Кол-во регистров (ст.)	00h	Данные регистра 0000h (мл.)	...
Кол-во регистров (мл.)	10h	...	...
CRC (ст.)	43h	Данные регистра 0018h (ст.)	...
CRC (мл.)	87h	Данные регистра 0018h (мл.)	...
		CRC (ст.)	...
		CRC (мл.)	...

**Команда 06.** Установка значения паузы при приеме (запись значения 0020h в регистр EEPROM с адресом 0002h).

Формат запроса	Пример	Формат ответа	Пример
Адрес контроллера	20h	Адрес контроллера	20h
Команда	06h	Команда	06h
Адрес регистра (ст.)	00h	Адрес регистра (ст.)	00h
Адрес регистра (мл.)	02h	Адрес регистра (мл.)	02h
Данные (ст.)	00h	Данные (ст.)	00h
Данные (мл.)	20h	Данные (мл.)	20h
CRC (ст.)	2Fh	CRC (ст.)	2Fh
CRC (мл.)	63h	CRC (мл.)	63h

**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	20h	Адрес контроллера	20h
Команда	11h	Команда	11h
CRC (ст.)	FBh	Счетчик байт	...
CRC (мл.)	78h	Идентификатор устройства	20h
		Идентификатор пуска	FF
		Дополнительные данные	...
		...	...
		CRC (ст.)	...
		CRC (мл.)	...

### 2.5.2 Измерение значений 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 (количество точек в диапазоне 65535).

В энергонезависимой памяти изделия содержатся коэффициенты калибровки по каждому из шестнадцати аналоговых входов.

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

$ТИТa_{[16]} = UA_{ЦП[16]} * K_{[16]} / 32768$ , где

$ТИТa_{[16]}$  – результат, передаваемый master-устройству (16 разрядов);

$UA_{ЦП[16]}$  – усредненный результат замеров (16 разрядов);

$K_{[16]}$  – коэффициент калибровки (16 разрядов).

При номинальном токе на вход АЦП прикладывается напряжение, равное 2,4 В (код АЦП 62899). Коэффициент калибровки, устанавливаемый предприятием-изготовителем, равен 7ADAh ( $K_{[16]} = 62899 * 32768 / 65535 = 31450$ ).

### 2.5.4 Передача данных

Изделие обеспечивает передачу информации по каналу связи RS-422/485 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).

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 напряжением  $220^{+15\%}_{-10\%}$  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). 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 – 20h;
- скорость 9600 бод, 8 бит, even, 1 стоп;
- коэффициенты усиления для аналоговых каналов – 1;
- коэффициенты калибровки для аналоговых каналов – 7ADAh;
- максимальное время задержки при приеме – 3000 мкс;
- максимальное время задержки при передаче – 5000 мкс.

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

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 20).

Таблица 20. 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 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.....	9
Таблица 5. Рабочие условия применения изделия (климатические воздействия) .....	9
Таблица 6. Параметры безопасности изделия .....	10
Таблица 7. Параметры надежности .....	11
Таблица 8. Погрешности измерений .....	11
Таблица 9. Базовый состав аппаратного блока.....	12
Таблица 10. Использование портов .....	13
Таблица 11. Назначение контактов порта RS-422.....	14
Таблица 12. Назначение контактов аналоговых входов.....	14
Таблица 13. Индикация режимов работы изделия .....	14
Таблица 14. Установка номера контроллера .....	19
Таблица 15. Назначение контактов для подключения питания.....	20
Таблица 16. Формат кадра протокола Modbus RTU .....	21
Таблица 17. Описание регистров .....	21
Таблица 18. Распределение памяти EEPROM .....	22
Таблица 19. Описание команд MODBUS.....	23
Таблица 20. Климатические условия транспортирования.....	33



## Список рисунков

Рисунок 1 Структура кода изделия.....	7
Рисунок 2 Общий вид аппаратного блока изделия.....	12
Рисунок 3 Вид панели аппаратного блока с элементами подключения и индикации.....	13
Рисунок 4 Архитектура системы, нижний уровень.....	16
Рисунок 5 Схема подключения к RS-422.....	17
Рисунок 6 Схема подключения к RS-485.....	18
Рисунок 7 Вид платы, технологические переключки.....	19
Рисунок 8 Технологические переключки для установки номера контроллера.....	19



## 9 Лист регистрации изменений

Дата	Раздел	Содержание	Автор
08.02.2012		Первая редакция изделия и документации.	ЗАО «НПФ ПРОРЫВ»

Утверждаю

ЗАО «НПФ ПРОРЫВ»,

Мартынов А. И.

Генеральный директор

ЗАО «НПФ ПРОРЫВ»,

Голубский А.А.

Технический директор

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.