



**ЗАО НПФ ПРОРЫВ**

**Терминальный модуль**

**управления**

**ТМУ16**

**Руководство по эксплуатации**

**г. Жуковский**

## Содержание

1	Введение.....	4
1.1	Цель документа.....	4
1.2	Термины, аббревиатуры и сокращения.....	4
1.3	Ссылки.....	5
2	Описание и работа.....	6
2.1	Общие сведения.....	6
2.1.1	Наименование изделия.....	6
2.1.2	Условное обозначение изделия.....	6
2.1.3	Назначение изделия.....	6
2.1.4	Область применения.....	7
2.1.5	Параметры применения.....	7
2.1.6	Размеры изделия.....	7
2.1.7	Масса изделия.....	7
2.2	Технические характеристики.....	7
2.2.1	Общие сведения.....	7
2.2.2	Показатели назначения.....	8
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
2.3	Состав изделия.....	11
2.3.1	Аппаратный блок.....	11
2.3.2	Прикладное программное обеспечение.....	14
2.3.3	Архитектура АС.....	15
2.4	Устройство и работа.....	15
2.4.1	Режимы работы изделия.....	15
2.4.2	Взаимодействие составных частей изделия.....	16
2.4.3	Взаимодействие с другими изделиями, входящими в состав АС.....	16
2.5	Функции, выполняемые изделием.....	19
2.5.1	Обработка команд master-устройства.....	19
2.5.2	Передача данных.....	24
2.6	Маркировка и пломбирование.....	24
2.6.1	Маркировка изделия.....	24
2.6.2	Пломбирование изделия.....	24
2.7	Упаковка.....	25



2.7.1	Упаковочная тара .....	25
2.7.2	Условия упаковывания .....	25
2.7.3	Порядок упаковки.....	25
3	Использование по назначению.....	26
3.1	Эксплуатационные ограничения.....	26
3.2	Подготовка изделия к использованию .....	26
3.2.1	Меры безопасности .....	26
3.2.2	Объем и последовательность внешнего осмотра изделия.....	26
3.2.3	Монтаж и демонтаж изделия.....	26
3.2.4	Параметрирование изделия .....	27
3.3	Использование изделия.....	27
3.4	Меры безопасности .....	28
4	Техническое обслуживание .....	29
4.1	Техническое обслуживание изделия .....	29
4.2	Состав и квалификация персонала .....	29
4.3	Проверка работоспособности изделия .....	29
4.4	Техническое освидетельствование .....	29
5	Текущий ремонт .....	30
6	Хранение.....	31
6.1	Условия хранения изделия .....	31
6.2	Срок хранения.....	31
6.3	Предельный срок хранения .....	31
6.4	Правила постановки изделия на хранение .....	31
6.5	Правила снятия изделия с хранения .....	31
7	Транспортирование .....	32
7.1	Условия транспортирования .....	32
7.2	Подготовка к транспортированию .....	32
8	Утилизация.....	33
	Список таблиц.....	34
	Список рисунков.....	34
9	Лист регистрации изменений .....	35
	Утверждаю .....	35



# 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 терминального модуля управления ТМУ16 (далее по тексту – изделие или терминальный модуль). 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 технике безопасности 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 инструкции Ц50.005.052 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.
ТУ	Телеуправление.
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.468212.004ТУ	



## 2 Описание и работа

### 2.1 Общие сведения

#### 2.1.1 Наименование изделия

Терминальный модуль управления ТМУ16.

#### 2.1.2 Условное обозначение изделия

Структура условного обозначения изделия см. Рисунок 1.



Рисунок 1 Структура кода изделия

Пример записи обозначения изделия: ТМУ16 АВБЛ.468212.029.

#### 2.1.3 Назначение изделия

Изделие предназначено к применению в составе:

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

Терминальный модуль ТМУ16 применяется для построения многофункциональных пространственно-распределённых проектно-компонованных автоматизированных систем и предназначен для увеличения количества обслуживаемых управляемых устройств.

Терминальный модуль обеспечивает максимальную адаптацию системы к требованиям проекта. Использование терминальных модулей при проектировании системы позволяет существенно сократить затраты на проект в целом.

Терминальный модуль 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 ТК16L.



Основным назначением изделия является:

- Обработка команд master-устройства.
- Телеуправление по 16-ти 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, телемеханики и т.п.) на промышленных предприятиях нефтедобычи, электроэнергетики, теплоэнергетики, газовой промышленности.

#### **2.1.5 Параметры применения**

Изделие обеспечивает возможность дистанционного управления устройствами по 16-ти каналам. Коммутируемые сигналы имеют следующие параметры:

- переменное напряжение до 240 В, ток до 5 А;
- постоянное напряжение до 28 В, ток до 5 А.

В автоматизированной системе изделие взаимодействует с устройствами более высокого уровня. Обеспечивается передача информации master-устройству по интерфейсу RS-485.

#### **2.1.6 Размеры изделия**

Базовые размеры изделия составляют 157 x 86 x 60 мм.

#### **2.1.7 Масса изделия**

Масса изделия не более 0,5 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 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.



Изделие соответствует требованиям нормативных документов.

Сертификат соответствия № РОСС RU.АИ16.Н06660 выдан Органом сертификации продукции и услуг ООО “Уральский центр сертификации и испытаний “УРАЛСЕРТИФИКАТ” 03.06.2008 г., действителен до 02.06.2011 г.

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. Основные технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Количество выходов управления	16
Гальваническая развязка каждого выхода	1500 В
Тип контактов	нормально разомкнутые
Параметры коммутируемых сигналов (нагрузочная способность)	переменное напряжение до 240 В, ток до 5 А / постоянное напряжение до 28 В, ток до 5 А
Время переключения, не более	10 мсек
Канал связи с master-устройством RS-422/485	1
Скорость обмена, не более	115200 бод
Длина линий связи, не более	1500 м
Объем встроенного ОЗУ	368 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	187	242
Потребляемая мощность, Вт	3	0,5	5

### 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°C до плюс 60°C
Относительная влажность, не более	95% при t=35°C
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: частота максимальное ускорение продолжительность воздействия	от 20 до 25 Гц 19.6 м/с <sup>2</sup> 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 29216-91 в части норм генерируемых радиопомех.

Изделие удовлетворяет требованиям, предъявляемым к степени жесткости 3 ГОСТ 29156-91 в части воздействия наносекундных импульсных помех.

Изделие удовлетворяет требованиям, предъявляемым к степени жесткости 1 ГОСТ 29191-91 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 26104-89 в части безопасности.

Ниже приведены параметры безопасности изделия (Таблица 7).

Таблица 7. 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
Сопротивление изоляции электрически не связанных цепей относительно друг друга:	
в нормальных условиях применения, не менее	20 МОм
при температуре 60 °С и влажности не более 80%, не менее	5 МОм
при температуре 30 °С и влажности 95% , не менее	2 МОм

### 2.2.7 Надежность

Изделие является восстанавливаемым и удовлетворяет требованиям по надежности согласно ГОСТ 27.003-90. Ниже приведены параметры надежности (Таблица 8).

Таблица 8. Параметры надежности

Наименование параметра	Значение
Среднее время наработки на отказ, не менее	30000 ч
Срок службы, не менее	12 лет

## 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

Конструктивно аппаратный блок выполнен в корпусе фирмы OKW «RAILTEC». Корпус изделия предназначен для установки на DIN-рельс. 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 ТМУ16 (АВБЛ.468212.029)	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-485	Master-устройство
Выходы телеуправления	Управляемые устройства

Описание назначения контактов для порта RS-485 аппаратного блока приведено ниже (Таблица 11).

Таблица 11. Назначение контактов портов RS-485

Маркировка	Назначение
⊥	земля
R	вывод резистора 120 Ом, соединенного со входом А
B	инверсный дифференциальный вход
A	прямой дифференциальный вход

Изделие имеет 2 группы контактов для подключения управляемых устройств. Описание назначения контактов каждой группы приведено ниже (Таблица 12).

Таблица 12. Назначение контактов дискретных выходов

		Описание	Назначение
Гр.1	Гр.2		
1	9	Выход телеуправления	16 дискретных выходов предназначены для выработки сигналов коммутации. Выходной элемент каждого из каналов телеуправления – нормально разомкнутые контакты реле. Коммутируемое напряжение 240 В, 5 А переменного тока / 28 В, 5 А постоянного тока.
2	10	Выход телеуправления	
3	11	Выход телеуправления	
4	12	Выход телеуправления	
5	13	Выход телеуправления	
6	14	Выход телеуправления	
7	15	Выход телеуправления	
8	16	Выход телеуправления	

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



Таблица 13. Индикация режимов работы изделия

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

### 2.3.2 Прикладное программное обеспечение

Прикладное ПО изделия предназначено для выработки выходных сигналов телеуправления 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.

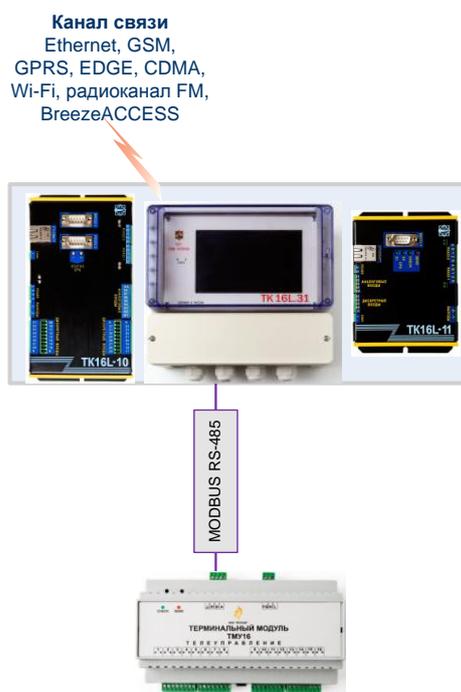


Рисунок 4 Архитектура системы, нижний уровень

## 2.4 Устройство и работа

Изделие представляет собой специализированный одноплатный контроллер, адаптированный для выполнения задач управления внешними силовыми цепями объектов. Изделие обрабатывает по заданному алгоритму команды master-устройства и управляет включением/выключением мощных реле.

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. Монтаж связной линии осуществляется креплением связного кабеля на клеммы, маркированные А и В. При подключении используется розетка типа **ЕС350V-04Р**, 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 этого необходимо соединить клеммы изделия, маркированные R и В.

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

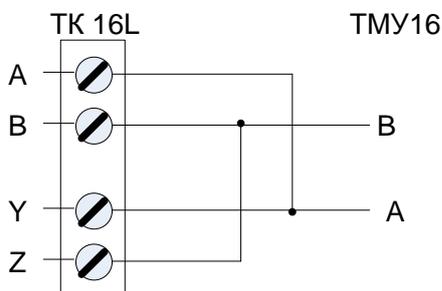


Рисунок 5 Схема подключения к RS-422

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

Интерфейс RS-422/485 master-устройства позволяет объединить до 32 терминальных модулей на одной линии связи. Ограничение количества терминальных модулей 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 терминальный модуль, 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) микроконтроллера. Индивидуальный номер модуля (0-3) формируется при установке соответствующей конфигурации технологических перемычек (JP1, JP2) на плате модуля (Рисунок 6). Устанавливая перемычки, можно задать четыре различных адреса при одном базовом адресе. Может быть использовано до четырех модулей с одинаковой прошивкой EEPROM.

**Внимание!** Предприятие-изготовитель устанавливает базовый адрес модуля, равным 40h.

Для подключения к master-устройству до четырех терминальных модулей (0-3) базовые адреса терминальных модулей можно не изменять. Для подключения к master-устройству более четырех терминальных модулей необходимо изменить заводские установки базового адреса для групп модулей 4-7, 8-11, 12-15, 16-19, 20-23, 24-27, 28-31. 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 40h, подключено четыре терминальных модуля. Для четырех модулей, подключаемых дополнительно, установите базовый адрес 44h.

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

### 2.4.3.3 Установка индивидуального номера модуля

Для установки индивидуального номера терминального модуля, подключенного к устройству, необходимо на плате ТМУ16 установить технологические перемычки.

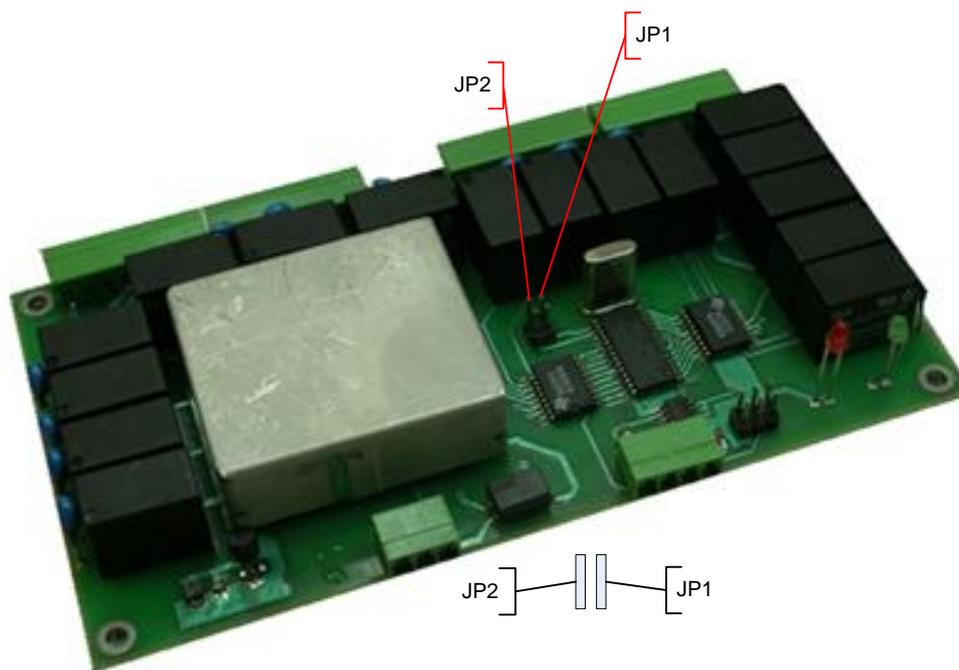


Рисунок 6 Вид платы, технологические перемычки



Присвоение терминальному модулю индивидуального номера производится путем замыкания или размыкания переключателей JP1, JP2. Замкнутая переключатель соответствует логическому нулю (0), разомкнутая переключатель – логической единице (1).

Соответствие положения переключателей индивидуальному номеру модуля и алгоритм формирования адреса терминального модуля приведен ниже (Таблица 14).

Таблица 14. Установка номера терминального модуля

Маркировка	Состояние			
JP1	0	0	1	1
JP2	0	1	0	1
<b>Номер модуля</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Адрес по умолчанию</b>	<b>40h</b>	<b>41h</b>	<b>42h</b>	<b>43h</b>

Изделие поставляется с завода с замкнутыми переключателями, 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 15).

Таблица 15. Назначение контактов для подключения питания

Маркировка	Назначение	Цвет провода кабеля
N	Нейтраль	Синий
L	Фаза	Коричневый
FG	Защитное заземление	Желто-зеленый

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

#### 2.4.3.5 Подсоединение управляемых устройств

Монтаж линий сигналов управления осуществляется на клеммы 1-16, контроллера. При подсоединении используются разъемы типа **ЕС350V-08P**, входящие в комплект поставки.



**Максимально допустимое сечение проводника 2.5 мм<sup>2</sup>.** Минимальное сечение определяется в соответствии с током нагрузки.

**Внимание!** При подсоединении объектов управления следует особо контролировать отсутствие высокого напряжения на выходах телеуправления.

## 2.5 Функции, выполняемые изделием

Изделие обеспечивает выполнение перечисленных ниже функций:

- Обработка команд master-устройства.
- Телеуправление по 16-ти каналам.

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

При отсутствии обмена с master-устройством более 15 сек происходит автоматический перезапуск изделия.

### 2.5.1 Обработка команд master-устройства

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

Исполнение команд телеуправления производится в следующем порядке:

- Проверка принятой команды на отсутствие ошибок.
- Контроль состояния активизируемого канала ТУ.
- Исполнение команды.
- Передача сообщения об исполнении команды master-устройству.

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, терминальный модуль 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 (CRCL, CRCH)

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



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

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

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

### 2.5.1.2 Регистры терминального модуля

В процессе обмена можно оперировать восемнадцатью двухбайтными регистрами с адресами 0010h-001Fh, 0024h, 0025h.

В двухбайтных регистрах терминального модуля с адресами 0010h-001Fh содержится информация о режиме работы выходов телеуправления (импульсный режим работы или постоянный сигнал). В импульсном режиме работы на выход канала телеуправления подается одиночный импульс, длительность которого кратна 10 мсек.

В регистре с адресом 0024h в каждом бите содержится информация о том, должно ли выполняться по соответствующему каналу импульсное телеуправление:

- 1 – выполняется импульсное телеуправление;
- 0 – выполняется телеуправление с постоянным сигналом.

В регистре с адресом 0025h в каждом бите содержится информация о текущем состоянии данного канала телеуправления. Значение сигнала на выходе соответствует:

- 1 – замкнутым контактам реле;
- 0 – разомкнутым контактам реле.

В следующей таблице (Таблица 17) приведено описание регистров терминального модуля.

Таблица 17. Описание регистров

Адрес регистра	Назначение, комментарий
0010h – 001F	Режим работы выходов телеуправления. Младший нибл адреса регистра соответствует номеру выхода. Если содержимое регистра отлично от нуля, то канал работает в импульсном режиме. Длительность импульса равна содержимому регистра * 10 мсек.
0024h	Маска импульсных Телеуправлений: 16 бит ст. (каналы F-8), мл.(каналы 7-0)
0025h	Текущие Телеуправления: 16 бит ст. (каналы F-8), мл.(каналы 7-0)

Однобайтные регистры EEPROM с адресами 8000h-8005h содержат информацию о настройках терминального модуля.



Таблица 18. Распределение памяти EEPROM

Адрес	Назначение, комментарий	[заводская прошивка]
8000h	Базовый адрес модуля. <b>Пример команд</b> для изменения базового адреса модуля с 40h на 44h: 40 11 <b>F0 7C</b> 40 06 80 00 00 44 <b>AF 28</b> (CRC выделено жирным шрифтом)	[40h]
8001h	Задержка на передачу (мс).	[02h]
8002h	Максимальная пауза между символами при приеме (мс).	[05h]
8003h	Максимальное время отсутствия связи до выполнения перезагрузки контроллера (сек).	[0Fh]
8004h	Скорость обмена: Baud Rate= FOSC/(16(X+1))	[17h]
8005h	Параметры порта связи: Even-E Odd-O None-N	[E']

### 2.5.1.3 Описание команд

Терминальный модуль поддерживает следующие команды MODBUS: **01, 03, 05, 06, 15, 17**. В следующей таблице приведено описание поддерживаемых команд (Таблица 19).

Таблица 19. Описание команд MODBUS

Код команды	Назначение	Использование
01	Чтение статуса выходов	Чтение текущего состояния выходов телеуправления.
03	Чтение регистров	Чтение текущих значений регистров.
05	Установка единичного выхода ТУ	Установка состояния единичного выхода телеуправления ON/OFF.
06	Запись в единичный регистр	Запись нового значения в единичный регистр.



Код команды	Назначение	Использование
15	Установка нескольких последовательных выходов ТУ	Установка состояния нескольких последовательных выходов телеуправления ON/OFF.
17	Запрос типа slave-устройства	Запрашивается тип терминального модуля. В ответном сообщении в поле <b>Дополнительные данные</b> помещается ASCII строка. Формат строки: “”,0

**Внимание!** Перед подачей любой управляющей команды необходимо подать команду 17. Например, 40 11 **F0 7C** (CRC выделено жирным шрифтом).

Примеры:

**Команда 01.** Чтение текущего состояния выходов.

Модуль имеет 16 дискретных выходов. Нумерация выходов начинается с нуля. Адреса выходов 00-0F. Например, в разделе ответа **Данные** содержится значение CD 05h (1100 1101 0000 0101 в бинарном коде). Ниже показано, какие состояния будут считаны с каждого выхода в данном примере.

Бит: 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1

N выхода: 7 6 5 4 3 2 1 0 15 14 13 12 11 10 9 8

Формат запроса	Пример	Формат ответа	Пример
Адрес модуля	40h	Адрес модуля	40h
Команда	01h	Команда	01h
Начальный адрес (ст.)	00h	Счетчик байт	02h
Начальный адрес (мл.)	00h (00-0Fh)	Данные выходов 7-0	CDh
Количество (ст.)	00h	Данные выходов 15-8	05h
Количество (мл.)	10h (01-10h)	CRC	...
CRC	...		

**Команда 03.** Запрос содержания непрерывного блока 2 двухбайтных регистров с начального адреса 0010h. В ответе данные передаются как 2 байта на регистр (ст., мл.). В данном примере выполняется чтение содержания двух регистров.

Формат запроса	Пример	Формат ответа	Пример
Адрес модуля	40h	Адрес модуля	40h
Команда	03h	Команда	03h
Начальный адрес (ст.)	00h	Счетчик байт	04h
Начальный адрес (мл.)	10h (10-25h)	Данные регистра 0010h (ст.)	FFh
Кол-во регистров (ст.)	00h	Данные регистра 0010h (мл.)	FFh
Кол-во регистров (мл.)	02h	Данные регистра 0011h (ст.)	05h
CRC	...	Данные регистра 0011h (мл.)	40h
		CRC	...



**Команда 05.** Установка единичного выхода телеуправления в положение ON/OFF. Нумерация выходов начинается с нуля. Адреса выходов 00-0F. Состояние выхода задается в старшем байте раздела **Данные**. Значение 0xFF00 соответствует положению ON. Значение 0x0000 соответствует положению OFF. В данном примере нулевой выход телеуправления устанавливается в положение ON.

Формат запроса	Пример	Формат ответа	Пример
Адрес модуля	40h	Адрес модуля	40h
Команда	05h	Команда	05h
Адрес выхода (ст.)	00h	Адрес выхода (ст.)	00h
Адрес выхода (мл.)	00h (00-0Fh)	Адрес выхода (мл.)	00h
Данные (ст.)	FFh	Данные (ст.)	FFh
Данные (мл.)	00h	Данные (мл.)	00h
CRC	...	CRC	...

**Команда 06.** Запись единичного регистра. В данном примере в регистр с адресом 0010h записывается значение 00 00h.

Формат запроса	Пример	Формат ответа	Пример
Адрес модуля	40h	Адрес модуля	40h
Команда	06h	Команда	06h
Адрес регистра (ст.)	00h	Адрес регистра (ст.)	00h
Адрес регистра (мл.)	10h (10-1Fh)	Адрес регистра (мл.)	10h
	(24h-25h)		
Данные (ст.)	00h (00-FFh)	Данные (ст.)	00h
Данные (мл.)	00h (00-FFh)	Данные (мл.)	00h
CRC	...	CRC	...

**Команда 15.** Установка выходов телеуправления в положение ON/OFF. Каждому выходу телеуправления соответствует один бит данных 0-OFF, 1-ON. Например, в разделе запроса **Данные** содержится значение CD 01h (1100 1101 0000 0001 в бинарном коде). Ниже показано, каким образом будут выставлены состояния каждого выхода.

Бит: 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1

N выхода: 7 6 5 4 3 2 1 0 15 14 13 12 11 10 9 8

Формат запроса	Пример	Формат ответа	Пример
Адрес модуля	40h	Адрес модуля	40h
Команда	0Fh	Команда	0Fh
Адрес выхода (ст.)	00h	Начальный адрес (ст.)	00h
Адрес выхода (мл.)	00h (00-0Fh)	Начальный адрес (мл.)	00h
Кол-во выходов (ст.)	00h	Кол-во выходов (ст.)	00h
Кол-во выходов (мл.)	10h (01-10h)	Кол-во выходов (мл.)	10h
Счетчик байт	02h	CRC	...
Данные для выходов (7-0)	CDh (00-FFh)		
Данные для выходов (F-8)	01h (00-FFh)		
CRC	...		



**Команда 17.** Запрос типа slave-устройства. В ответном сообщении в поле **Дополнительные данные** помещается ASCII строка. Формат строки: “PRORYV TMU16 Vxx.xx.xx”,0

Формат запроса	Пример	Формат ответа	Пример
Адрес модуля	40h	Адрес модуля	40h
Команда	11h	Команда	11h
CRC	...	Счетчик байт	1Ah
		ASCII строка	
		CRC	...

#### 2.5.1.4 Сообщения об ошибках

04h SLAVE DEVICE FAILURE – ошибка подчиненного устройства. Ошибка появляется, если после включения питания контроллера не была подана команда 17. Модуль перейдет в штатный режим работы после запроса типа устройства (команда 17).

02h ILLEGAL DATA ADDRESS – неверный адрес данных (адрес данных, указанный в запросе master-устройства, недоступен). Был использован адрес не специфицированного регистра.

#### 2.5.2 Передача данных

Изделие обеспечивает прием/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 Маркировка и пломбирование

#### 2.6.1 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.

#### 2.6.2 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.



## **2.7 Упаковка**

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

### **2.7.1 Упаковочная тара**

В качестве упаковочной тары применяется потребительская тара предприятия-поставщика.

### **2.7.2 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.

### **2.7.3 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 2.2.4).

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 обмена.

### **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 технике безопасности 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  $220^{+10\%}_{-15\%}$  В.

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

Корпус изделия предназначен для установки на DIN-рельс. После установки изделия на DIN-рельс 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 терминальный модуль со следующими первоначальными установками, запрограммированными в EEPROM:

- базовый адрес терминального модуля – 40h;
- скорость 9600 бод, 8 бит, even, 1 стоп;
- задержка передачи 2 мсек;
- максимально допустимая пауза между символами при приеме 5 мсек.

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 Check мигает с частотой один раз в секунду. Индикатор Send светится при передаче данных от терминального модуля 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 управления подключенными объектами.

Критерием качества связи является количество успешных обменов.

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 отопляемых 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.....	4
Таблица 2. Используемые при разработке документа материалы .....	5
Таблица 3. Прочие технические характеристики .....	8
Таблица 4. Параметры электропитания.....	9
Таблица 5. Рабочие условия применения изделия (климатические воздействия) .....	9
Таблица 6. Рабочие условия применения изделия (механические воздействия).....	9
Таблица 7. Параметры безопасности изделия .....	10
Таблица 8. Параметры надежности .....	11
Таблица 9. Базовый состав аппаратного блока.....	12
Таблица 10. Использование портов .....	13
Таблица 11. Назначение контактов портов RS-485.....	13
Таблица 12. Назначение контактов дискретных входов.....	13
Таблица 13. Индикация режимов работы изделия .....	14
Таблица 14. Установка номера терминального модуля.....	18
Таблица 15. Назначение контактов для подключения питания .....	18
Таблица 16. Формат кадра протокола Modbus RTU .....	19
Таблица 17. Описание регистров .....	20
Таблица 18. Распределение памяти EEPROM .....	21
Таблица 19. Описание команд MODBUS.....	21
Таблица 20. Климатические условия транспортирования.....	32

## Список рисунков

Рисунок 1 Структура кода изделия.....	6
Рисунок 2 Общий вид аппаратного блока изделия .....	12
Рисунок 3 Вид панели аппаратного блока с элементами подключения и индикации.....	12
Рисунок 4 Архитектура системы, нижний уровень .....	15
Рисунок 5 Схема подключения к RS-422 .....	16
Рисунок 6 Вид платы, технологические переключки .....	17



## 9 Лист регистрации изменений

Дата	Раздел	Содержание	Автор
26.08.2005		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

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 г.