

УТВЕРЖДЕН  
НШПК.421214.001-08 РЭ-ЛУ

**МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ  
МПЧ-380-3,0-04**

Руководство по эксплуатации  
НШПК.421214.001-08 РЭ

Листов 72

Инв. № подл. 1603-1178	Подп. и дата  20.04.18	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
---------------------------	--	--------------	--------------	--------------

## Содержание

1 Описание и работа изделия .....	4
1.1 Назначение изделия .....	4
1.2 Технические характеристики изделия .....	4
1.3 Состав изделия.....	6
1.4 Устройство и работа изделия .....	6
1.5 Маркировка, пломбирование и упаковка .....	24
2 Использование по назначению .....	25
2.1 Эксплуатационные ограничения .....	25
2.2 Подготовка изделия к использованию .....	28
2.3 Использование изделия .....	39
2.4 Действия в экстремальных условиях .....	45
3 Техническое обслуживание.....	47
3.1 Общие указания.....	47
3.2 Меры безопасности .....	49
3.3 Порядок технического обслуживания изделия .....	51
3.4 Консервация (расконсервация, переконсервация) в режиме длительного хранения (временного хранения).....	52
4 Текущий ремонт .....	55
4.1 Общие указания.....	55
4.2 Меры безопасности .....	55
5 Хранение .....	57
5.1 Общие положения .....	57
5.2 Кратковременное хранение.....	57
5.3 Длительное хранение.....	57
6 Транспортирование .....	60
7 Утилизация.....	61
Приложение А .....	62
Приложение Б.....	64
Приложение В.....	65
Приложение Г .....	69
Перечень сокращений.....	71

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) содержит сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках (свойствах) «Микропроцессорного преобразователя частоты МПЧ-380-3,0-04», НШПК.421214.001-08 и НШПК.421214.001-08.01 (далее – МПЧ), его составных частях и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации изделия (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования) и оценок его технического состояния при определении необходимости отправки в ремонт, а также сведения по утилизации изделия и его составных частей.

Техническая подготовка обслуживающего персонала должна быть выполнена в объеме общей радиотехнической подготовки, с дополнительным изучением настоящего руководства по эксплуатации. Обслуживающий персонал должен иметь квалификационную группу по технике безопасности не ниже II.

## 1 Описание и работа изделия

### 1.1 Назначение изделия

1.1.1 МПЧ применяется для регулирования скорости вращения и безударного пуска асинхронных двигателей в режиме скалярного и векторного управления без датчика положения ротора.

1.1.2 МПЧ предназначен для использования в трехфазной электрической сети с напряжением переменного тока 380 В частотой 50 Гц, качество системы электропитания которой соответствует ГОСТ В 21134.

### 1.2 Технические характеристики изделия

1.2.1 Основные технические характеристики МПЧ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Номинальная выходная мощность ( $P_{ном}$ ), кВА	3,0
Коэффициент полезного действия (КПД), %	$\geq 94$
Коэффициент мощности $\cos(\varphi)$	$\geq 0,95$

1.2.2 Электрическое сопротивление изоляции входных и выходных цепей преобразователя не менее 20 МОм, при нормальных значениях климатических факторов внешней среды (п. 3.15 ГОСТ 150150-69).

1.2.3 Электрическая прочность изоляции токоведущих цепей, не имеющих гальванической связи между собой и токоведущих цепей относительно корпуса обеспечивают отсутствие пробоев и поверхностных перекрытий при воздействии переменного напряжения 1000 В частотой 50 Гц.

1.2.4 Параметры последовательного интерфейса передачи данных МПЧ представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры последовательного интерфейса передачи данных

Наименование параметра	Значение
Интерфейс	RS-485
Режим работы	полудуплексный
Скорость передачи, бит/с	9600, 38400, 115200
Количество информационных бит	8
Количество стоповых бит	1
Проверка четности	нет
Протокол передачи данных	MODBUS RTU
Диапазон адресов	1–255

1.2.5 Параметры релейных входов/выходов МПЧ представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры релейных входов/выходов

Наименование параметра	Единица измерения	Значение		
		мин.	ном.	макс.
Высокий логический уровень	В	22	24	27
Низкий логический уровень	В	0	1	5
Максимальный ток коммутации релейного выхода	мА	—	—	20
Сопrotивление токоограничивающего резистора релейного выхода	Ом	—	150	—
Максимальное напряжение на релейном входе	В	—	0	27
Выходное напряжение внутреннего источника напряжения	В	20	24	27
Максимальный выходной ток внутреннего источника напряжения	мА	—	—	800

1.2.6 Габаритные размеры – не более 424x306x196 мм.

1.2.7 Масса – не более 22 кг.

### 1.3 Состав изделия

В состав МПЧ, входит:

- микропроцессорный преобразователь частоты МПЧ-380-3,0-04 – 1 шт.;
- комплект монтажных частей (по условиям заказа) – 1 компл.;
- руководство по эксплуатации – 1 шт.;
- паспорт – 1 шт.;
- упаковка – 1 шт.

### 1.4 Устройство и работа изделия

#### 1.4.1 Внешний вид

1.4.1.1 Внешний вид МПЧ-380-3,0-04, его габаритные и присоединительные размеры приведены на рисунке 1.

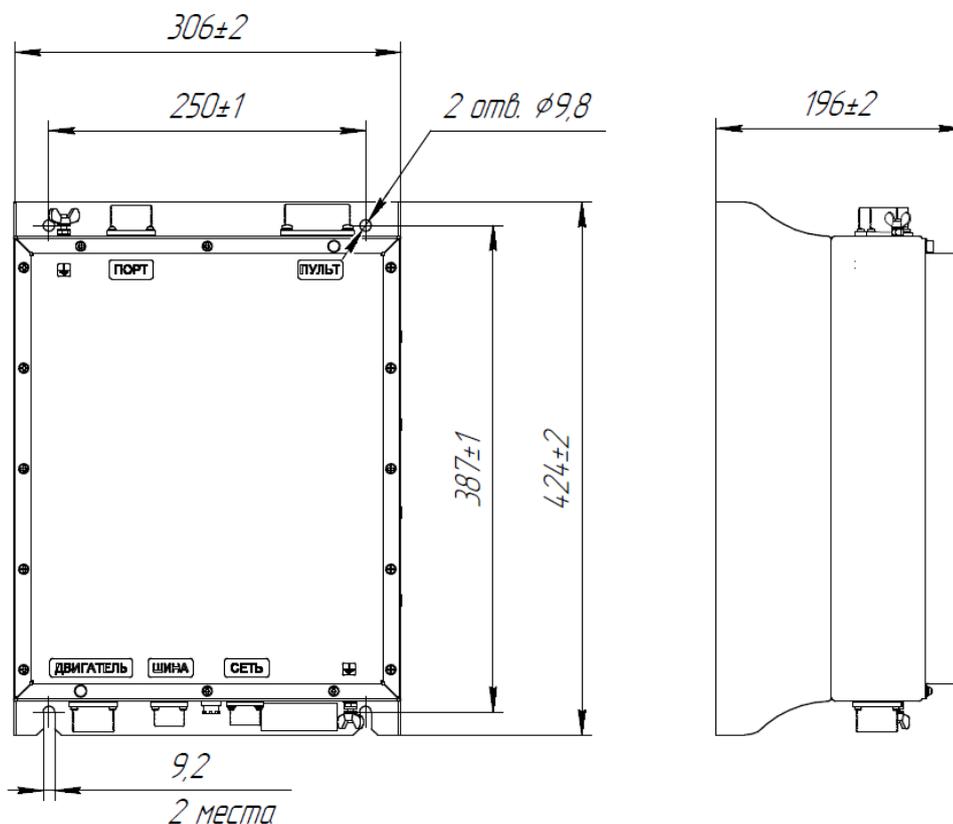


Рисунок 1 – Внешний вид МПЧ-380-3,0-04

1.4.1.2 На рисунке 2 приведен вариант исполнения МПЧ с панелью управления на крышке (НШПК.421214.001-08.01). Вариант исполнения МПЧ оговаривается при заказе.

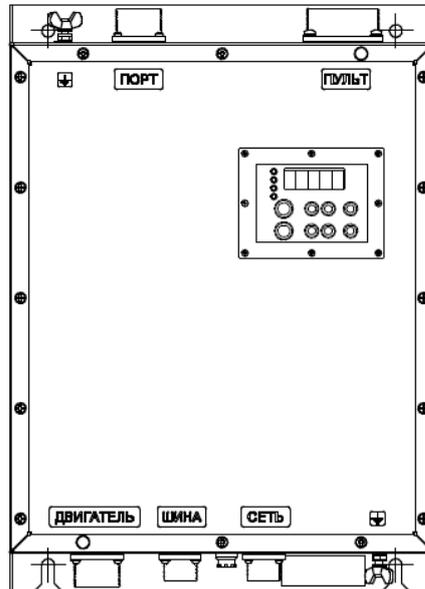


Рисунок 2 – Вариант исполнения МПЧ с панелью управления на крышке

1.4.1.3 В верхней части МПЧ расположены разъемы «ПОРТ», «ПУЛЬТ» и болт заземления.

1.4.1.4 В нижней части МПЧ расположены разъемы «ДВИГАТЕЛЬ», «ШИНА», «СЕТЬ» и болт заземления.

1.4.1.5 Подключение кабелей производить в соответствии с указаниями по подключению п. 2.2.2.

1.4.1.6 В верхней и нижней части корпуса МПЧ находятся вентиляционные отверстия. Во избежание перегрева и выхода из строя МПЧ необходимо учитывать рекомендации по его размещению (см. п. 2.1.2).

## 1.4.2 Функциональные особенности

1.4.2.1 Функционально МПЧ представляет собой два полупроводниковых преобразователя (выпрямитель и инвертор), связанных между собой накопителем энергии (звеном постоянного тока) с устройством управления и датчиками обратной связи.

1.4.2.2 Трехфазный выпрямитель представляет собой мостовую схему на силовых диодах, объединенных в силовой модуль. Выпрямитель обеспечивает преобразование переменного тока в постоянный.

1.4.2.3 Трехфазный инвертор представляет собой мостовую схему на биполярных транзисторах с изолированным затвором и встречно-параллельными защитными диодами. Транзисторы и диоды объединены в силовые модули. На вход инвертора подается напряжение звена постоянного тока, которое преобразуется в 3-х фазный переменный ток установленной частоты и напряжения, управляющий вращением электродвигателя.

1.4.2.4 Звено постоянного тока представляет собой каскад электролитических конденсаторов, соединенных между собой последовательно-параллельно и зашунтированных балластными резисторами. Первоначальный заряд конденсаторов производится через блок контактора с резисторами. Время заряда, как правило, составляет 1-60 с. По окончании заряда включается контактор, шунтируя зарядные резисторы.

1.4.2.5 Процессорная плата вырабатывает управляющие сигналы для транзисторов инвертора в режиме широтно-импульсной модуляции. Управляющие сигналы формируются на основе сигналов датчиков выходных напряжений, датчиков выходных токов и датчиков температуры. Алгоритм работы, реализованный в процессорной плате инвертора, обеспечивает: регулирование частоты и амплитуды выходного напряжения, защиту от короткого замыкания в цепи нагрузки, защиту от превышения температуры силовых модулей инвертора.

1.4.2.6 Принцип работы МПЧ заключается в преобразовании переменного трехфазного напряжения 380 В 50 Гц на входе (клеммы L1, L2, L3) в постоянное напряжение, с последующим преобразованием его в регулируемое переменное напряжение, которое выдается на выход МПЧ (клеммы U, V и W).

1.4.2.7 Управление, настройка и диагностика режимов работы МПЧ осуществляется посредством последовательного интерфейса передачи данных или панели управления.

1.4.2.8 Для информационного обмена через последовательный интерфейс передачи данных может использоваться блок интерфейса или устройство управления верхнего уровня (УУВУ), обеспечивающее передачу данных по протоколу Modbus со стандартом физического уровня RS485.

### 1.4.3 Описание протокола информационного обмена

#### 1.4.3.1 Общие сведения

1.4.3.1.1 МПЧ обеспечивает прием и передачу данных через последовательный интерфейс по протоколу передачи данных MODBUS.

1.4.3.1.2 Стандартные функции протокола MODBUS, поддерживаемые МПЧ, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Команды MODBUS

Код функции MODBUS	Описание функции MODBUS
3	Чтение значений из нескольких регистров хранения
4	Чтение значений из нескольких регистров ввода
6	Запись значения в один регистр хранения
16	Запись значений в несколько регистров хранения
17	Чтение версия программного обеспечения МПЧ
23	Чтение и запись из нескольких регистров хранения
43	Чтение расширенной информации об МПЧ, субкод функции 0x0E.

1.4.3.1.3 Стандартные коды исключений протокола MODBUS, поддерживаемые МПЧ, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Коды исключений MODBUS

Код исключения MODBUS	Описание исключения MODBUS
1	Код функции, принятой в запросе, не поддерживается
2	Значение, содержащееся в поле данных запроса, недопустимо
4	При попытке выполнить запрос произошла неисправимая ошибка

### **1.4.3.2 Структура данных**

1.4.3.2.1 Данные, доступные для чтения и записи по протоколу MODBUS, хранятся в 16-битных регистрах двух типов – регистрах хранения (РХ) и регистрах ввода (РВ).

1.4.3.2.2 РХ – доступны для чтения и записи значений, РВ – только для чтения.

1.4.3.2.3 Перечень РХ приведен в приложении А, перечень РВ приведен в приложении Б.

### **1.4.3.3 Назначение регистров хранения**

1.4.3.3.1 **Адрес 0** – «Регистр команд». Регистр используется для записи команд управления МПЧ (см. п. 1.4.3.5).

1.4.3.3.2 **Адрес 1** – «Адрес MODBUS». Используется для задания адреса МПЧ в сети MODBUS. Для изменения адреса MODBUS необходимо: отключить коммутацию МПЧ. Записать новый адрес в регистр хранения. Сохранить настройки во внутреннюю память МПЧ, подав команду «СОХРАНЕНИЕ». Отключить питание МПЧ. Через время не менее одной минуты включить МПЧ.

1.4.3.3.3 **Адрес 2** – «Скорость обмена». Используется для задания скорости обмена данных в сети MODBUS. Для изменения скорости необходимо: отключить коммутацию МПЧ. Записать новое значение в регистр хранения. Сохранить настройки во внутреннюю память МПЧ, подав команду «СОХРАНЕНИЕ». Отключить питание МПЧ. Через время не менее одной минуты включить МПЧ. Для задания скорости доступны следующие значения регистра:

- Значение 0 – скорость 9600 бод;
- Значение 1 – скорость 38400 бод;
- Значение 2 – скорость 115200 бод.

1.4.3.3.4 **Адрес 3** – «Задание частоты». Используется для задания частоты выходного тока МПЧ. Минимальное значение регистра – 0, максимальное – определено значением регистра хранения по адресу 5 «Максимальная частота».

1.4.3.3.5 **Адрес 4** – «Направление вращения». Регистр задает направление вращения: положительное значение регистра и ноль – вращение в прямом направлении; отрицательное значение – вращение в обратном направлении.

1.4.3.3.6 **Адрес 5** – «Макс. частота». Регистр задает ограничение по выходной частоте. Минимальное значение 0, максимальное 1000. Регистр влияет на значение регистра «Задание частоты», адрес 3. Значение регистра выбирается строго исходя из паспортных данных на электродвигатель. Некорректное значение может привести к повреждению электродвигателя.

1.4.3.3.7 **Адрес 6** – «Мин. частота». Регистр задает ограничение по выходной частоте. Минимальное значение 0, максимальное 1000. Регистр влияет на значение регистра «Задание частоты», адрес 3.

1.4.3.3.8 **Адрес 7** – «Время разгона». Регистр задает время линейного нарастания выходной частоты МПЧ (частоты вращения электродвигателя) от нуля до значения, заданного в регистре хранения «Макс. частота», адрес 5.

1.4.3.3.9 **Адрес 8** – «Макс. ток». Регистр задает порог срабатывания защиты от перегрузки по выходному току. При превышении заданного значения в течение 120 с или более чем на 100% (но не более 11 А, или 9,6 А на 5 с, или 8 А на 20 с, или 6,5 А на 60 с) происходит отключение МПЧ и индикация аварии. При кратковременном превышении выдается предупреждение РВ «СТАТУС».

1.4.3.3.10 **Адрес 9** – «Макс. напряжение». Регистр задает максимальное действующее значение выходного напряжения МПЧ. Значение регистра выбирается строго исходя из паспортных данных на электродвигатель. Некорректное значение может привести к повреждению электродвигателя.

1.4.3.3.11 **Адрес 10** – Выбор источника команд «ПУСК», «СТОП», «РЕВЕРС», «ЗАДАНИЕ ЧАСТОТЫ»

- Значение 0 – УУВУ;
- Значение 1 – Кнопки панели управления.

1.4.3.3.12 **Адрес 11** – «Способ управления». Регистр задает способ управления асинхронным двигателем:

- Значение 0 – Скалярное управление «U/f»;
- Значение 1 – Векторное управление.

1.4.3.3.13 **Адрес 12-19**. Регистры используются для настройки МПЧ при скалярном управлении асинхронным двигателем.

1.4.3.3.14 **Адрес 20-23**. Регистры задают значения скоростей при управлении по релейным сигналам.

1.4.3.3.15 **Адрес 24** – «Ограничение момента». Регистр задает значение ограничения электромагнитного момента двигателя при векторном управлении. При достижении заданного значения увеличение момента не происходит, выдается предупреждение в РВ «Статус».

1.4.3.3.16 **Адрес 25 и 26**. Регистры задают параметры регулятора момента при векторном управлении. (см. п. 2.2.7).

1.4.3.3.17 **Адрес 27 и 28**. Регистры задают параметры регулятора скорости при векторном управлении (см. п. 2.2.7).

1.4.3.3.18 **Адрес 29-35**. Регистры задают параметры электродвигателя, подключенного к МПЧ.

#### **1.4.3.4 Назначение регистров ввода**

1.4.3.4.1 **Адрес 0** – «Количество регистров ввода». Регистр используется для индикации количества доступных регистров ввода.

1.4.3.4.2 **Адрес 1** – «Количество регистров хранения». Регистр используется для индикации количества доступных регистров хранения.

1.4.3.4.3 **Адрес 2** – «Статус». Регистр используется для индикации состояния МПЧ.

1.4.3.4.4 **Адрес 3** – «Выходная частота». Регистр используется для индикации частоты тока на выходе МПЧ (частоты вращения электродвигателя).

1.4.3.4.5 **Адрес 4** – «Выходное напряжение». Регистр используется для индикации действующего значения напряжения на выходе МПЧ.

1.4.3.4.6 **Адрес 5** – «Напряжение ЗПТ». Регистр используется для индикации значения напряжения в звене постоянного тока МПЧ.

1.4.3.4.7 **Адрес 6** – «Входное напряжение». Регистр используется для индикации действующего значения напряжения питающей сети.

1.4.3.4.8 **Адрес 7** – «Выходной ток». Регистр используется для индикации действующего значения выходного тока МПЧ.

1.4.3.4.9 **Адрес 8** – «Температура». Регистр используется для индикации температуры МПЧ.

1.4.3.4.10 **Адрес 9** – «Релейные сигналы». Регистр используется для индикации состояния релейных входов МПЧ.

### **1.4.3.5 Команды управления**

1.4.3.5.1 Управление МПЧ происходит посредством записи команд в 16 битный РХ по адресу 0.

1.4.3.5.2 **Команда «СТАРТ» – значение 0x0001.** Переводит МПЧ из режима «Готовность» в режим «Работа». В состоянии «Авария» и «Работа», команда игнорируется.

1.4.3.5.3 **Команда «СТОП» – значение 0x0002.** Переводит МПЧ из режима «Работа» в режим «Готовность», при этом прекращается подача напряжения на выход МПЧ, электродвигатель останавливается выбегом. В состоянии «Авария» и «Готовность», команда игнорируется.

1.4.3.5.4 **Команда «СБРОС» – значение 0x0004.** Переводит МПЧ из состояния «Авария» в режим «Готовность», при этом выполняется процедура сброса аварии. В состоянии «Работа» и «Готовность», команда игнорируется. Если причина аварии не устранена МПЧ снова перейдет в режим «Авария».

**1.4.3.5.5 Команда «СОХРАНЕНИЕ» – значение 0x0008.** Команда инициирует процедуру записи значений всех РХ во внутреннюю энергонезависимую память. Для завершения команды требуется время порядка 0,2 секунды. Если процедура записи выполнена с ошибками МПЧ переходит в режим «АВАРИЯ». В состоянии «Работа» команда игнорируется.

**1.4.3.5.6 Команда «ЗАГРУЗКА» – значение 0x0010.** Команда инициирует процедуру записи значений всех РХ из внутренней энергонезависимой памяти. Для завершения команды требуется время порядка 0,2 секунды. Если процедура записи выполнена с ошибками МПЧ переходит в режим «АВАРИЯ». В состоянии «Работа» команда игнорируется.

**1.4.3.5.7 Команда «ЗАГРУЗКА ПО УМОЛЧАНИЮ» - 0x0012.** Команда инициирует процедуру перезаписи всех РХ значениями по умолчанию. В состоянии «Работа» команда игнорируется.

1.4.3.5.8 После принятия команды значение «Регистра команд» устанавливается в ноль.

1.4.3.5.9 Все остальные значения «Регистра команд» игнорируются, значение регистра устанавливается в ноль.

## **1.4.4 Блок интерфейса**

### **1.4.4.1 Общие сведения**

1.4.4.1.1 Блок интерфейса (БИ) представляет собой устройство управления, подключаемое к МПЧ посредством кабеля, и предназначенное для управления, настройки и диагностики работы МПЧ. БИ с кабелем поставляются в составе комплекта монтажных частей для исполнения МПЧ без панели управления на крышке.

1.4.4.1.2 БИ осуществляет информационный обмен с МПЧ через последовательный интерфейс связи по протоколу передачи данных Modbus RTU.

1.4.4.1.3 БИ является мастером в сети MODBUS и работает с МПЧ адрес, которого указан в настройках (см. таблицу 7).

1.4.4.1.4 Внешний вид панели управления БИ представлен на рисунке 3.

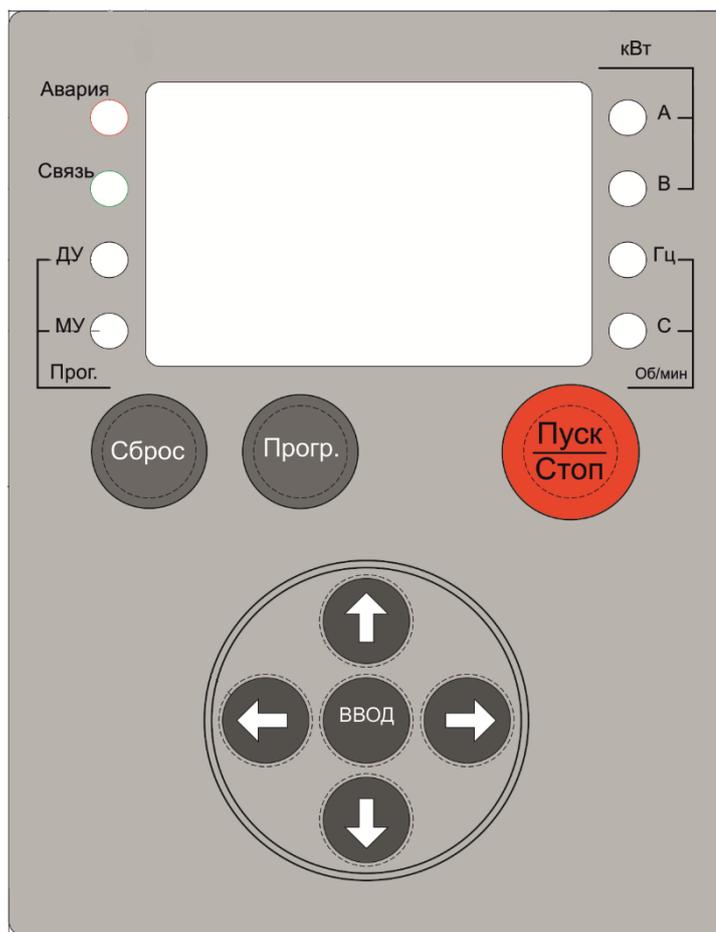


Рисунок 3 – Внешний вид блока интерфейса

1.4.4.1.5 БИ имеет четыре режима отображения «РЕЖИМ 1», «РЕЖИМ 2», «РЕЖИМ 3» и «РЕЖИМ 4».

**РЕЖИМ 1** – отображается при включении БИ. Если связь с МПЧ отсутствует в строке 1 выводится сообщение «Init», значение в строке 2 отсутствует, светодиоды «Авария» и «Связь» мерцают. Если связь установлена, в строке 1 отображается текущая выходная частота в герцах, в строке 2 отображается заданная частота в герцах. При этом, если режим работы МПЧ не соответствует значению «РАБОТА» значения в строках мерцают с интервалом 1 с.

**РЕЖИМ 2** – в данном режиме в строке 1 отображается статус МПЧ (значение РВ по адресу 0x2), в строке 2 отображается масштабированное значение выбранного РВ.

**РЕЖИМ 3** – в данном режиме в строке 1 отображается адрес редактируемого РХ, в строке 2 отображается его значение. Индикация

размерности отображаемого значения в строке 2 осуществляется при помощи соответствующих светодиодов.

**РЕЖИМ 4** – в данном режиме в строке 1 отображается обозначение редактируемого параметра БИ, в строке 2 отображается его значение.

1.4.4.1.6 Назначение элементов управления и индикации БИ для каждого режима приведено в таблице 6.

Таблица 6 – Назначение элементов управления и индикации БИ

Элемент управления	РЕЖИМ 1	РЕЖИМ 2	РЕЖИМ 3	РЕЖИМ 4
	Описание функции			
<b>Кнопки</b>				
«Пуск/Стоп»	Команды «СТАРТ/СТОП»		—	—
«Сброс»	1. Команды «СБРОС». 2. Выход из режима редактирования параметра без изменения значения		Выход из режима редактирования параметра без изменения значения	
«⇐», «⇒»		Функция смены отображаемого РВ	1. Смена отображаемого РХ. 2. Выбор разряда	1. Смена отображаемого параметра БИ. 2. Выбор разряда
«↓», «↑»	Изменение задания частоты	—	Функция изменения значения отображаемого параметра	
«ВВОД»		—	1. Выбор параметра для редактирования. 2. Выход из режима редактирования параметра с изменением значения	
«ПРОГ.»	Переход к следующему режиму			Переход к режиму 1
<b>Индикаторы</b>				
«Авария»	Индикация режима МПЧ «АВАРИЯ»			
«Связь»	Индикация отсутствия связи с МЧП			
«ДУ»	—	—	Индикация «Режима 3»	—
«МУ»	—	—	—	Индикация «Режима 4»

Элемент управления	РЕЖИМ 1	РЕЖИМ 2	РЕЖИМ 3	РЕЖИМ 4
	Описание функции			
«А»	Отображаемый параметр имеет размерность «амперы»			
«В»	Отображаемый параметр имеет размерность «вольты»			
«Гц»	Отображаемый параметр имеет размерность «вольты»			
«с»	Отображаемый параметр имеет размерность «секунды»			
Совместно «А» и «В»	Отображаемый параметр имеет размерность «киловатты»			
Совместно «Гц» и «с»	Отображаемый параметр имеет размерность «обороты в минуту»			

#### 1.4.4.1.7 Настраиваемые параметры БИ

Таблица 7 – Параметры блока интерфейса

Обозначение	Значение	ЗУ	Доступ	Описание
Addr	1-255	1	r/w	Адрес опрашиваемого устройства в сети MODBUS
BAud	9600 38400 115200	115200	r/w	Скорость передачи данных в сети MODBUS для БИ
rPAr	0,1,2,3	0	r/w	1 – Сохранить параметры в память МПЧ 2 – Загрузить параметры из памяти МПЧ 3 – Загрузить параметры по умолчанию
LPAr	0,1,2,3	0	r/w	1 – Сохранить параметры в память БИ 2 – Загрузить параметры из памяти БИ 3 – Стереть память БИ
SID	—	0	ro	Резерв
LID	—	0	ro	Идентификационный номер ПО блока интерфейса
SER	—	0	ro	Индикация количества принятых с ошибкой пакетов данных
tout	—	0	ro	Индикация количества таймаутов

Обозначение	Значение	ЗУ	Доступ	Описание
total	—	0	го	Индикация общего количества пакетов

## 1.4.5 Описание релейных входов выходов

### 1.4.5.1 Назначение релейных входов

1.4.5.1.1 Релейный вход «Мест./дист.». При высоком логическом уровне управление производится только по релейным сигналам. При низком логическом уровне управление осуществляется по последовательному интерфейсу RS-485.

1.4.5.1.2 Релейный вход «Блокировка». При высоком логическом уровне игнорируется команда «СТАРТ», полученная по последовательному порту, а также команды «Вращ. вправо» и «Вращ. влево», полученные через релейные входы. При поступлении сигнала «Блокировка» в состоянии «Работа», МПЧ переходит в состояние «Готовность», при этом прекращается подача напряжения на выход МПЧ, электродвигатель останавливается выбегом. Также, по заднему фронту сигнала «Блокировка», МПЧ выполняет сброс аварии.

1.4.5.1.3 Релейный вход «Вращ. вправо» – переводит МПЧ из состояния «Готовность» в состояние «Работа», при этом электродвигатель начинает разгон до частоты, заданной в параметре РХ адрес 0x3 – «Задание частоты» за время, заданное в РХ адрес 6 – «Время разгона». Значение РХ «Направление вращения» (адрес 4) устанавливается в «1».

1.4.5.1.4 Релейный вход «Вращ. влево» – переводит МПЧ из состояния «Готовность» в состояние «Работа», при этом электродвигатель начинает разгон до частоты, заданной в параметре РХ адрес 0x3 – «Задание частоты» за время, заданное в РХ адрес 6 – «Время разгона». Значение РХ «Направление вращения» (адрес 4) устанавливается в «-1».

1.4.5.1.5 Пуск электродвигателя по командам «Вращ. вправо», и «Вращ. влево» производится только при наличии высокого логического уровня на одном из релейных входов задания предустановленной скорости и низком логическом уровне на релейном входе «Блокировка».

1.4.5.1.6 Релейный вход «Скорость 1». При высоком логическом уровне заданная частота на выходе МПЧ (РХ адрес 3) определяется значением параметра в РХ «Скорость 1» (адрес 20).

1.4.5.1.7 Релейный вход «Скорость 2». При высоком логическом уровне заданная частота на выходе МПЧ (РХ адрес 3) определяется значением параметра в РХ «Скорость 2» (адрес 21).

1.4.5.1.8 Релейный вход «Скорость 3». При высоком логическом уровне заданная частота на выходе МПЧ (РХ адрес 3) определяется значением параметра в РХ «Скорость 3» (адрес 22).

1.4.5.1.9 Релейный вход «Скорость 4». При высоком логическом уровне заданная частота на выходе МПЧ (РХ адрес 3) определяется значением параметра в РХ «Скорость 1» (адрес 23).

1.4.5.1.10 В случае, когда высокий логический уровень присутствует одновременно на нескольких релейных входах задания предустановленной скорости, приоритет имеет релейный вход с меньшим порядковым номером.

#### **1.4.5.2 Назначение релейных выходов**

1.4.5.2.1 Релейный выход «Норма». Высокий логический уровень выдается постоянно в состояниях «Работа» и «Готовность».

1.4.5.2.2 Релейный выход «Авария». Высокий логический уровень выдается постоянно в состоянии «Авария».

1.4.5.2.3 Релейный выход «Перегрев ПЧ». Высокий логический уровень выдается в состоянии «Авария» при перегреве ПЧ.

1.4.5.2.4 Релейный выход «Перегрев ДВ». Высокий логический уровень выдается в состоянии «Авария» при перегреве двигателя.

1.4.5.2.5 В случае обрыва датчика температуры двигателя высокий логический уровень на релейный выход «Перегрев ПЧ» выдается с периодом

2 секунды и коэффициентом заполнения 0,5. При этом функциональное состояние МПЧ не изменяется.

## 1.4.6 Панель управления

### 1.4.6.1 Общие сведения

1.4.6.1.1 Сведения, приведенные в данном разделе, относятся к варианту исполнения МПЧ с панелью управления на крышке (см. рис. 2).

1.4.6.1.2 Панель управления предназначена для управления, настройки и диагностики режима МПЧ. Внешний вид панели управления приведен на рисунке 4.

1.4.6.1.3 Для управления режимами МПЧ с помощью кнопок панели управления, а также задания частоты, необходимо установить единицу в РХ по адресу 10, а также снять высокий логический уровень с релейного входа «Местн/Дист».

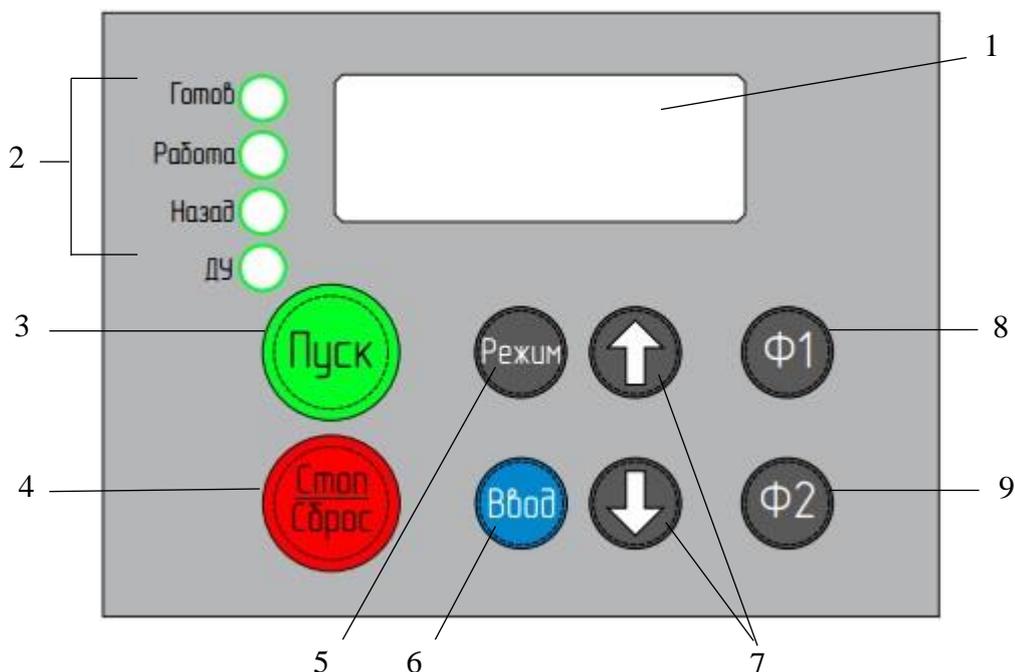


Рисунок 4 – Панель управления МПЧ

1 – дисплей для отображения параметров выходного сигнала (частоты, величины тока и напряжения), кодов ошибок и др.;

2 – индикаторы показывают текущее состояние:

- Готов;
- Работа;
- Назад;
- ДУ – дистанционное управление (не с панели управления).

3 – кнопка «Пуск»;

4 – кнопка «Стоп/Сброс» для остановки и сброса аварийной блокировки;

5 – кнопка «Режим»;

6 – кнопка «Ввод»;

7 – кнопки «↑» и «↓» для выбора параметров, изменения значения;

8 – кнопка «Ф1» – резерв;

9 – кнопка «Ф2» – резерв.

#### 1.4.6.2 Переключение между отображаемыми параметрами

1.4.6.2.1 Переключение между параметрами, отображаемыми на дисплее панели управления, осуществляется нажатием на кнопку «Режим». Последовательность отображения параметров приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Назначение элементов управления и индикации панели управления

Дисплей	Наименование отображаемого параметра	Примечание
F 30,0	Заданная частота, Гц	Доступны клавиши «↑» и «↓» для изменения значения
H -50,0	Фактическая частота, Гц	—
Frd	Направление вращения	Доступны клавиши «↑» и «↓» для изменения значения
A 10	Выходной ток	—

Дисплей	Наименование отображаемого параметра	Примечание
U_ 380	Выходное напряжение, В	—
dc540	Напряжение ЗПТ, В	—
С° 30	Температура МПЧ, град	—
Rd 02	Состояние МПЧ	—

### 1.4.6.3 Редактирование параметров

1.4.6.3.1 Перечень параметров для редактирования приведен в приложении А.

1.4.6.3.2 Редактирование параметров выполняется в следующем порядке:

1) Нажать клавишу «Ввод»:

Pr 00

– на дисплее отобразится номер параметра

2) Выбрать стрелками «↑» или «↓» параметр для изменения, нажать «Ввод»:

100

– на дисплее отобразится значение параметра

3) Изменить стрелками «↑» или «↓» значение выбранного параметра;

4) Подтвердить выбранное значение, нажав «Ввод» или отменить редактирование, нажав «Режим».

End

– вид дисплея после нажатия клавиши «Ввод»

Err

– вид дисплея после отмены редактирования

### 1.4.6.4 Сервисное меню

1.4.6.4.1 Переход в сервисное меню выполняется путем одновременного нажатия в течение 3 секунд на кнопки «Режим» + «Ввод».

1.4.6.4.2 Индикация и функции сервисного меню приведены в таблице 9. Переход по пунктам сервисного меню выполняется клавишами «↑» и «↓».

1.4.6.4.3 Для выхода из сервисного меню без сохранения изменений нажмите «Режим».

1.4.6.4.4 Для подтверждения выполненных действий нажмите «Ввод».

Таблица 9 – Функции сервисного меню

Пункт сервисного меню	Функция	Описание
	Блокировка панели	Панель управления МПЧ блокируется. Для разблокировки необходимо ввести код «12», подтвердить нажатием кнопки «Режим»
	Сохранить параметры	Сохраняет текущий набор параметров в энергонезависимую память МПЧ
	Загрузить параметры	Перезаписывает текущий набор параметров значениями из энергонезависимой памяти МПЧ
	Заводские установки	Перезаписывает текущий набор параметров значениями по умолчанию
	Тест вентиляторов	Принудительное включение вентиляторов системы охлаждения

### 1.4.7 Средства измерения, инструмент и принадлежности

1.4.7.1 Для контроля и регулирования (настройки) изделия, а также для технического обслуживания изделия не требуется дополнительного испытательного или другого оборудования (средств измерения, инструмента и принадлежностей).

1.4.7.2 Ремонт изделия производится силами предприятия-изготовителя или ремонтных предприятий.

## 1.5 Маркировка, пломбирование и упаковка

1.5.1 Маркировка изделия (см. рис. 5) содержит:

- 1 – наименование предприятия изготовителя;
- 2 – наименование и шифр (условное обозначение) изделия;
- 3 – обозначение изделия по конструкторской документации;
- 4 – заводской номер и дата изготовления (в формате «месяц.год»).

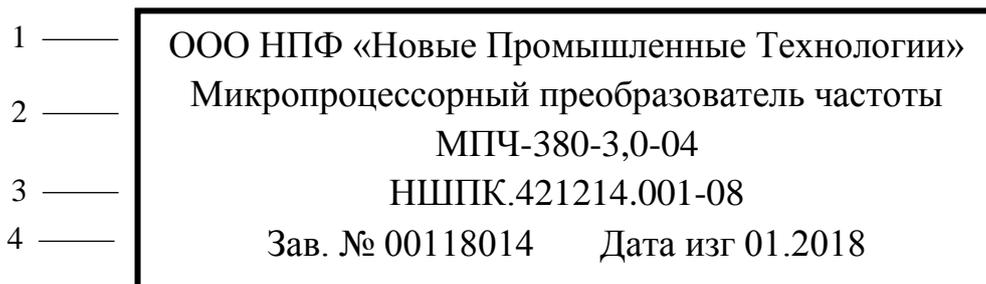


Рисунок 5 – Маркировочная табличка

1.5.2 Изделие имеет оттиски клейм «ОТК» и «ВП», нанесенные на пломбирочную мастику на винтах крепления крышки.

1.5.3 Маркировка на упаковку изделия наносится в соответствии с ГОСТ 14192-96 и имеет условные знаки транспортирования.

1.5.4 Транспортная тара пломбируются свинцовыми пломбами «ОТК» и «ВП».

1.5.5 Изделие упаковывается в транспортную тару с использованием упаковочных средств. Эксплуатационная документация на изделие упаковывается в пакеты из полиэтиленовой пленки.

## 2 Использование по назначению

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

#### 2.1.1 Условия эксплуатации

2.1.1.1 При эксплуатации МПЧ должны соблюдаться следующие условия:

- рабочая температура среды: от минус 55°C до плюс 55°C;
- предельная температура среды:
  - пониженная – минус 65°C;
  - повышенная – плюс 70°C;
- рабочее пониженное атмосферное давление –  $6,96 \cdot 10^4$  Па (525 мм рт. ст.);
- предельное (при авиатранспортировании) пониженное атмосферное давление –  $1,2 \cdot 10^4$  Па (90 мм рт. ст.);
- повышенная влажность воздуха в рабочем состоянии: 98% при температуре плюс 35°C.

2.1.1.2 Электропитание МПЧ осуществляется от трехфазных систем электроснабжения военной техники (сети без нулевого провода) переменного тока 380 В 50 Гц согласно ГОСТ В 21134.

Таблица 10 – Требования к системе электропитания

№ п/п	Характеристика электро-энергии	Показатель качества электро-энергии	Нормы качества электрической энергии при номинальных значениях напряжения питания и частоты
1	Отклонение входного напряжения	Установившееся отклонение, %	не более $\pm 10$
		Переходное отклонение, %	не более $\pm 20$
		Длительность переходного отклонения, с	не более 0,1

№ п/п	Характеристика электро-энергии	Показатель качества электро-энергии	Нормы качества электрической энергии при номинальных значениях напряжения питания и частоты
2	Отклонение частоты входного напряжения	Установившееся отклонение, %	не более $\pm 2$
		Переходное отклонение, %	не более $\pm 3$
		Длительность переходного отклонения, с	не более 1
3	Импульсы напряжения	Амплитуда импульса, В	$\pm 1000$
		Длительность импульса, с	$10^{-5}$

### 2.1.2 Указания по размещению

2.1.2.1 МПЧ рекомендуется располагать на ровной поверхности, зафиксировав положение крепежом. Размеры и расположение крепежных отверстий приведены на рисунке 6.

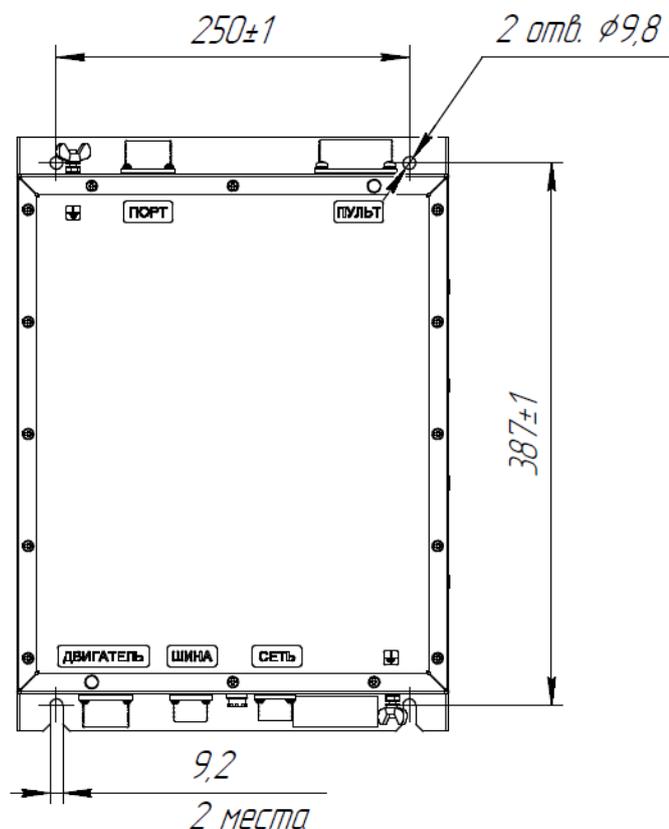


Рисунок 6 – Присоединительные размеры МПЧ

2.1.2.2 МПЧ может размещаться на вертикальной или горизонтальной поверхности с допустимым отклонением от вертикали  $45^\circ$  в любую сторону. Варианты размещения приведены на рисунках 7 и 8.

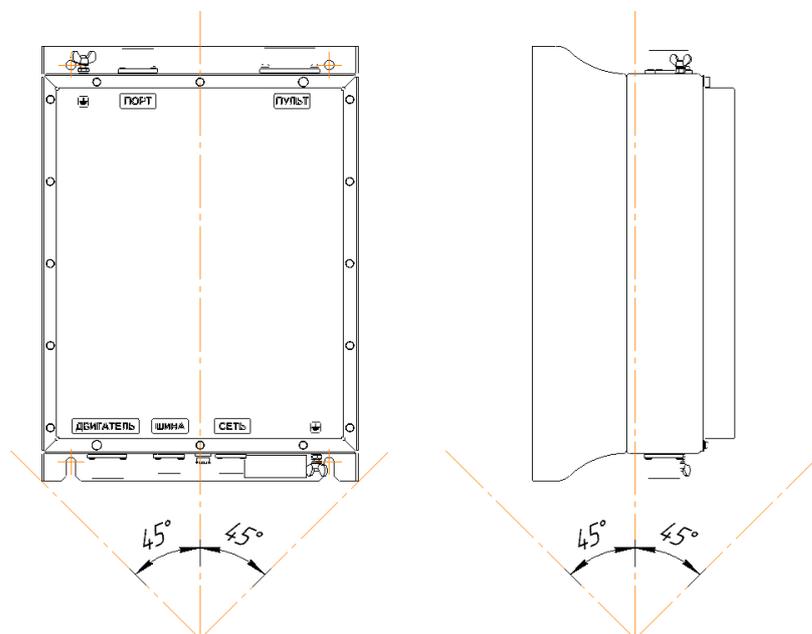


Рисунок 7 – Размещение МПЧ на вертикальной поверхности

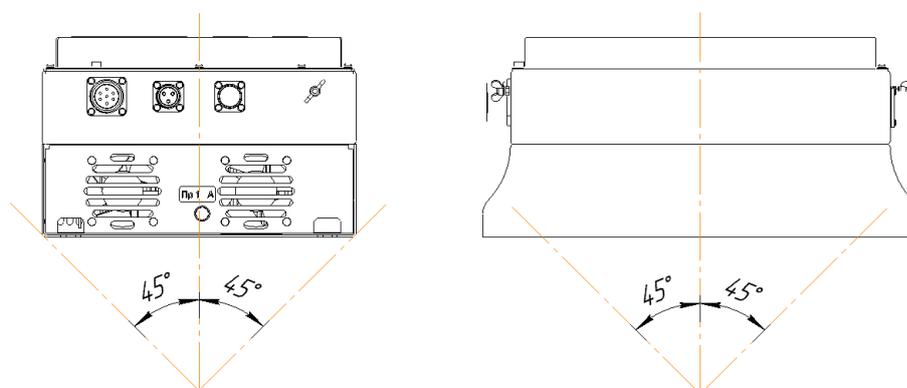


Рисунок 8 – Размещение МПЧ на горизонтальной поверхности

2.1.2.3 При выборе места размещения МПЧ должны быть предусмотрены зоны вентиляции и обслуживания (см. рис. 9 и 10). Для МПЧ с панелью индикации должна быть предусмотрена зона обслуживания не менее 50 см от лицевой панели, необходимая для управления МПЧ.

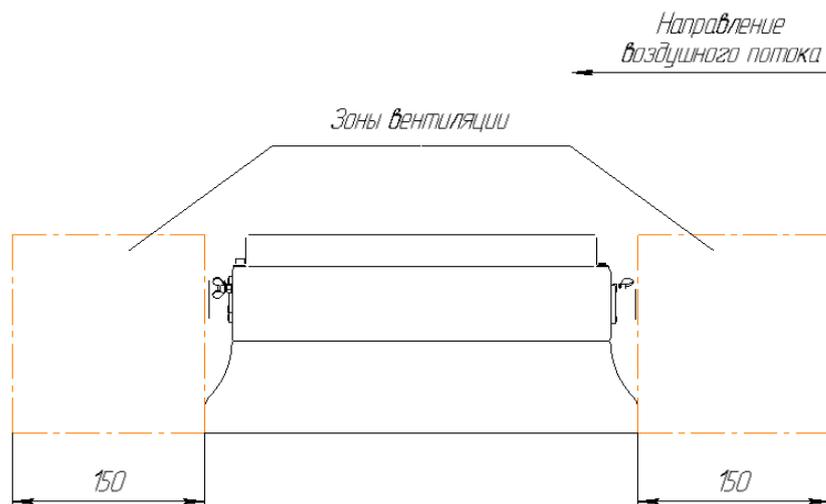


Рисунок 9 – Зоны вентиляции МПЧ

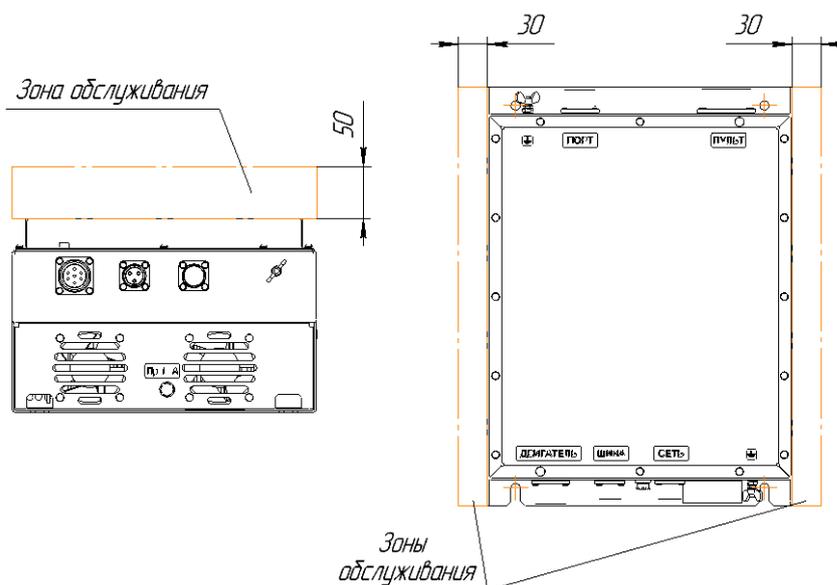


Рисунок 10 – Зоны обслуживания МПЧ

**ВНИМАНИЕ! МПЧ БЕЗ ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ  
РАЗМЕЩАЮТСЯ ТОЛЬКО НА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ!**

## 2.2 Подготовка изделия к использованию

### 2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия

2.2.1.1 К работе с изделием допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации и имеющие допуск к работе в электроустановках напряжением до 1000 В с группой допуска по электробезопасности не менее II.

2.2.1.2 Лица, обслуживающие изделие, должны знать приёмы оказания первой помощи сотрудникам, пострадавшим от воздействия электрического тока, и правила поведения, в случае возникновения пожара.

2.2.1.3 ЗАПРЕЩАЕТСЯ производить монтаж и демонтаж изделия при включенном электропитании МПЧ.

2.2.1.4 ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатировать изделие, не закрепленное штатным образом.

2.2.1.5 В ходе эксплуатации персоналу надлежит выполнять рекомендации, изложенные в следующих нормативных документах:

– «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (утверждены приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 № 6);

– «Правила устройства электроустановок» (утверждены приказом Минэнерго РФ от 08.07.2002 № 204);

– «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.2013 № 328н).

## **2.2.2 Указания по подключению**

2.2.2.1 Питание МПЧ должно осуществляться от сети переменного тока напряжением 380 В частотой 50 Гц.

2.2.2.2 МПЧ и подключенный электродвигатель должны быть заземлены.

2.2.2.3 Силовые кабели и кабели сигнальных цепей управления должны быть проложены отдельно.

2.2.2.4 Силовые кабели должны быть экранированы или размещены в трубе. Экран или труба должны быть заземлены с двух сторон.

2.2.2.5 ЗАПРЕЩАЕТСЯ прикасаться к выходным цепям непосредственно и допускать контакт этих цепей с корпусом преобразователя или «землей».

2.2.2.6 ЗАПРЕЩАЕТСЯ закорачивать выходные цепи преобразователя.

2.2.2.7 ЗАПРЕЩАЕТСЯ подключать фазные проводники со стороны питающей сети переменного тока к разъёму «ДВИГАТЕЛЬ», «ПУЛЬТ» и «ПОРТ».

2.2.2.8 Все незадействованные в работе разъемы МПЧ должны быть закрыты герметичными заглушками.

2.2.2.9 Фазные проводники со стороны питающей сети переменного тока А, В, С должны быть подсоединены к контактам 2, 3, 4 разъёма «СЕТЬ» через ответную часть разъема. Последовательность подсоединения любая.

2.2.2.10 Тип разъема «СЕТЬ» – 2РТТ20БПЭ5Щ40В.

Таблица 11 – Контакты разъема «СЕТЬ»

Контакт	Цепь	Тип	Назначение
1	Корпус	Защитное заземление	—
2	Фаза А	Силовая цепь	—
3	Фаза В	Силовая цепь	—
4	Фаза С	Силовая цепь	—
5	резерв	—	—

2.2.2.11 Контакты 2, 3, 4 разъема «ДВИГАТЕЛЬ» должны быть соединены с соответствующими клеммами электродвигателя через ответную часть разъема.

2.2.2.12 Тип разъема «ДВИГАТЕЛЬ» – 2РТТ28БПЭ7Г11В.

Таблица 12 – Контакты разъема «ДВИГАТЕЛЬ»

Контакт	Цепь	Тип	Назначение
1	Корпус	Защитное заземление	—
2	U	Силовая цепь	—
3	V	Силовая цепь	—
4	W	Силовая цепь	—
5	резерв	—	—
6	резерв	—	—
7	резерв	—	—

2.2.2.13 Клемма «Заземление» должна быть подключена к шине «ЗАЗЕМЛЕНИЕ» проводом диаметром не менее 6 мм<sup>2</sup>.

2.2.2.14 Силовые кабели должны быть экранированы или размещены в трубе. Экран или труба должны быть заземлены с двух сторон.

2.2.2.15 Длина кабеля для подключения двигателя к МПЧ не должна превышать 20 м.

2.2.2.16 Для защиты входных цепей МПЧ необходимо использовать автоматический выключатель с тепловым и электромагнитным расцепителем, с кратностью срабатывания 3-5 (тип В) и номинальным током, соответствующим мощности преобразователя.

2.2.2.17 ЗАПРЕЩАЕТСЯ подсоединять магнитный пускатель или магнитный контактор в цепь МПЧ-двигатель.

2.2.2.18 К болту заземления (см. рис. 1) подсоединить провод сечением не менее 6 мм<sup>2</sup> от заземляющей шины.

2.2.2.19 НЕ ДОПУСКАЕТСЯ разрывать кабель МПЧ–двигатель, а также устанавливать в эту цепь магнитные пускатели, дополнительные разъемы или клеммные колодки.

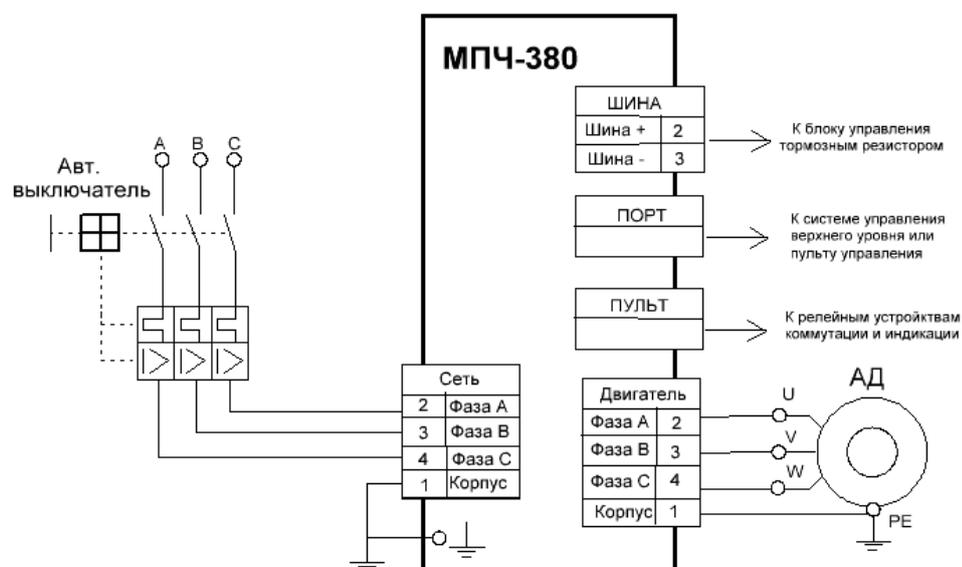


Рисунок 11 – Рекомендуемая схема подключения МПЧ

2.2.2.20 Управление МПЧ по релейным сигналам осуществляется через разъем «ПУЛЬТ».

2.2.2.21 Тип разъема «ПУЛЬТ» – 2РТТ48БПЭ26Г29В.

2.2.2.22 Все подключения к контактам разъема «ПУЛЬТ» должны выполняться через ответную часть разъема.

Таблица 13 – Контакты разъема ПУЛЬТ

Контакт	Цепь	Тип	Назначение
1	+27	Цепь питания	+ 27 В
2	DI3	Релейный вход	Релейный вход «Вращ. Вправо»
3	DI4	Релейный вход	Релейный вход «Вращ. Влево»
4	TM+	Измерительная цепь	Датчик температуры двигателя
5	TM-	Измерительная цепь	Датчик температуры двигателя
6	DI5	Релейный вход	Релейный вход «Скорость 1»
7	DI6	Релейный вход	Релейный вход «Скорость 2»
8	DI7	Релейный вход	Релейный вход «Скорость 3»
9	DI8	Релейный вход	Релейный вход «Скорость 4»
13	Общий	Цепь питания	Общий 27 В
14	Общий	Цепь питания	Общий 27 В
17	DO8	Релейный выход	Релейный выход «Перегрев ДВ»
18	DO6	Релейный выход	Релейный выход «Авария»
19	DO7	Релейный выход	Релейный выход «Перегрев ПЧ»
20	DO5	Релейный выход	Релейный выход «Норма»
23	DI1	Релейный вход	Релейный вход «Блокировка»
25	DI2	Релейный вход	Релейный вход «Местн/Дист»
26	Экран	Экран	

2.2.2.23 Для подачи команды управления (высокого логического уровня) на релейный вход необходимо соединить контакт релейного выхода (контакты 2, 3, 6, 7, 8, 9, 23 или 25) с контактом 1 «+27».

2.2.2.24 Для индикации состояния МПЧ посредством релейного выхода необходимо подключить индикаторы напряжения к каждому из контактов релейного выхода (контакты 17, 18, 19 и 20) и контактам 13, 14 «Общий».

2.2.2.25 Датчик температуры должен обеспечивать следующие уровни сопротивлений:

- а) до 2300 Ом – при нормально нагреве двигателя;
- б) от 2300 до 15000 Ом – при перегреве двигателя;
- в) более 15000 Ом – определяется обрыв.

2.2.2.26 Датчик температуры двигателя должен подключаться к контактам 4 «ТМ+», 5 «ТМ-» разъема «ПУЛЬТ» в любой последовательности.

2.2.2.27 Подключение к последовательному порту передачи данных МПЧ осуществляется через разъем «ПОРТ».

2.2.2.28 Тип разъема «ПОРТ» – 2РТТ28БПЭ7Г41В.

2.2.2.29 Для подключения необходимо использовать кабель типа экранированная витая пара. При этом контакты 2 и 3 следует подключать отдельной парой через ответную часть разъема.

2.2.2.30 Запрещается подключать к контактам последовательного порта передачи данных элементы, ухудшающие его технические характеристики (R<sub>Н</sub> менее 120 Ом), а также заворачивать их между собой и на корпус.

2.2.2.31 Запрещается выполнять любые подключения к контактам 4 и 5 разъема «ПОРТ».

Таблица 14 – Контакты разъема ПОРТ

Контакт	Цепь	Тип	Назначение
1	Общий	Цепь питания	Общий 27 В
2	Data+	Цепь передачи данных	Порт RS-485
3	Data-	Цепь передачи данных	Порт RS-485
4	GND	Цепь передачи данных	Общий RS-485
5	Сервис 1	Цепь передачи данных	—
6	Сервис 2	Цепь передачи данных	—
7	+27	Цепь питания	Питание 27 В

2.2.2.32 Тормозной резистор должен подключаться через блок управления тормозным резистором (в комплект поставки не входит) к разъему «ШИНА» через ответную часть разъема.

2.2.2.33 Тип разъема «ШИНА» – 2РТТ20БЗГ5В.

Таблица 15 – Контакты разъема «ШИНА»

Контакт	Цепь	Тип	Назначение
1	Корпус	Защитное заземление	—
2	+540 В	Силовая цепь	—
3	-540 В	Силовая цепь	—

2.2.2.34 ЗАПРЕЩАЕТСЯ подключение тормозного резистора без блока управления.

2.2.2.35 ЗАПРЕЩАЕТСЯ заворачивать между собой или на корпус контакты разъема «ШИНА».

2.2.2.36 ЗАПРЕЩАЕТСЯ, без согласования с производителем, подключать любые электрические устройства к контактам разъема «ШИНА».

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

2.2.3.1 Проверить комплектность изделия.

2.2.3.2 Проверить правильность установки и надежность крепления изделия, соблюдение условий эксплуатации МПЧ (см. п. 2.1).

2.2.3.3 Убедиться в отсутствии механических повреждений на корпусе и контактных колодках используемого электродвигателя.

2.2.3.4 Эксплуатация изделия совместно с неисправным электродвигателем категорически запрещена.

2.2.3.5 Убедиться в том, что подключение изделия выполнено в соответствии с п. 2.2.2 РЭ.

2.2.3.6 Убедиться, что сечения жил используемых кабелей соответствуют мощности нагрузки.

## **2.2.4 Указания по включению и опробованию работы изделия**

2.2.4.1 Выполнить включение МПЧ согласно п. 2.3.3.

2.2.4.2 Выполнить контроль работоспособности согласно п. 2.3.4.

2.2.4.3 Выполнить контроль настроек согласно п. 2.2.5.

2.2.4.4 Выполнить выключение МПЧ согласно п. 2.3.7.

## **2.2.5 Указания по контролю значений настроек**

2.2.5.1 Для корректной работы подключенного к МПЧ электродвигателя должны быть заданы основные настройки МПЧ.

2.2.5.2 При работе с блоком интерфейсов или панелью управления параметры МПЧ контролируются и редактируются в соответствии с п. 1.4.4 и п. 1.4.6 соответственно.

2.2.5.3 При управлении через последовательный интерфейс передачи данных настройки контролируются и редактируются в соответствии с разделом 1.4.3.

2.2.5.4 В РХ по адресу 5 «Макс. частота» должна быть задана максимальная частота напряжения выходе МПЧ, значение параметра не должно превышать номинальную частоту питающего напряжения для подключенного электродвигателя.

2.2.5.5 В РХ по адресу 8 «Макс. ток» должно быть задано максимальное значение тока на выходе МПЧ. Значение параметра не должно превышать номинальное значение тока для подключенного электродвигателя.

2.2.5.6 В РХ по адресу 10 «Способ управления» должен быть задан способ управления. При этом если выбрано скалярное управление «U/f» должна быть выполнена настройка параметров в соответствии с п. 2.2.6. При векторном управлении настройка выполняется в соответствии с п. 2.2.7.

2.2.5.7 Если значения параметров не соответствуют указаниям выше, их необходимо скорректировать.

## 2.2.6 Указания по настройке скалярного управления

2.2.6.1 При скалярном управлении зависимость действующего значения напряжения на выходе МПЧ от частоты «U/f» формируется по четырем точкам – параметрами в РХ по адресам 12-19 (см. рис. 12). Между точками зависимость аппроксимируется линейно.

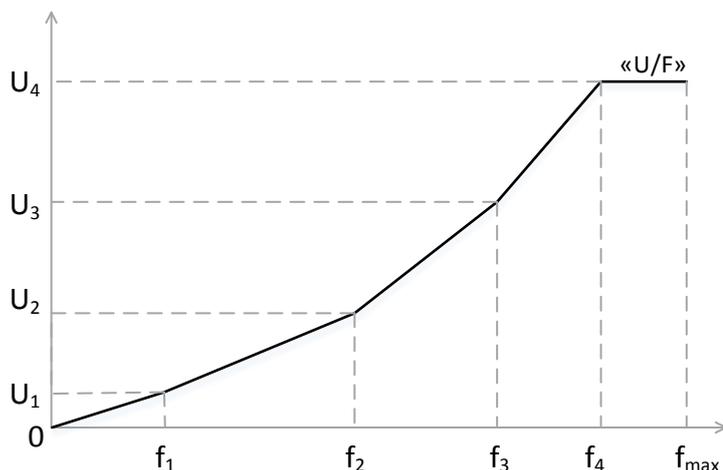


Рисунок 12 – Формирование напряжение на выходе МПЧ

где  $U_1$  – РХ «Напряжение 1» (адрес 16)     $f_1$  – РХ «Частота 1» (адрес 12)  
 $U_2$  – РХ «Напряжение 2» (адрес 17)     $f_2$  – РХ «Частота 2» (адрес 14)  
 $U_3$  – РХ «Напряжение 2» (адрес 18)     $f_3$  – РХ «Частота 3» (адрес 13)  
 $U_4$  – РХ «Напряжение 2» (адрес 19)     $f_4$  – РХ «Частота 4» (адрес 15)

2.2.6.2 Значения напряжения задаются в процентах с множителем 10, частоты – в герцах с множителем 10.

2.2.6.3 МПЧ не контролирует корректность ввода параметров. При вводе параметров должен осуществляться контроль условий  $0 \leq f_1 < f_2 < f_3 < f_4 \leq f_{\max}$  и  $0 \leq U_1 \leq U_2 \leq U_3 \leq U_4$ .

2.2.6.4 Пример настройки характеристики «U/f» для «вентиляторной» нагрузки приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Пример настройки характеристики

Параметр	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$
Адрес РХ	16	17	18	19	12	13	14	15
Значение РХ	30	160	550	970	0	200	370	470

2.2.6.5 При работе с функцией снижения выходной частоты, если в течении установившегося режима выходной ток ПЧ превысит значение ограничения тока (параметр по адресу 8), выходная частота будет уменьшаться до того момента, пока ток не станет меньше ограничения.

### 2.2.7 Указания по настройке векторного управления

2.2.7.1 В режиме векторного управления используется алгоритм прямого управления моментом асинхронного двигателя.

2.2.7.2 Для корректной работы МПЧ в режиме векторного необходимо ввести параметры T-образной эквивалентной схемы замещения асинхронного двигателя приведенной к статору (см. рис. 13):

- $R_s$  – активное сопротивление фазы обмотки статора, Ом;
- $L_s$  – индуктивность фазы обмотки статора, Гн;
- $L_m$  – взаимная индуктивность обмоток статора и ротора, приведенная к статору, Гн;
- $L_r$  – индуктивность фазы обмотки ротора, приведенная к статору, Гн;
- $R_r$  – активное сопротивление ротора, приведенное к статору, Ом;
- $p$  – число пар полюсов.

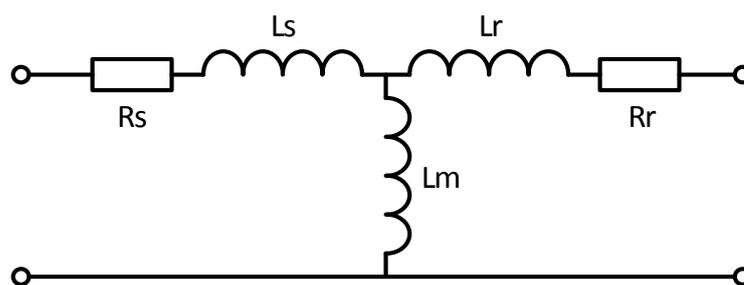


Рисунок 13 – Эквивалентная схема замещения асинхронного двигателя

2.2.7.3 Параметры двигателя должны быть записаны в соответствующий РХ (адреса 29-35).

2.2.7.4 При использовании двигателей, соответствующих ГОСТ Р 51689-2000, ГОСТ МЭК 60034-1-2007 допускается рассчитать необходимые параметры векторного управления на основе данных справочника

«Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник» А. Э. Кравчик, М.М. Шлаф – М.: Энергоиздат, 1982.

2.2.7.5 При расчете параметров необходимо использовать справочные данные для двигателя соответствующей мощности и пар полюсов.

2.2.7.6 Пример расчета параметров векторного управления по справочным данным двигателя 4А80В2У3 приведен ниже.

Таблица 17 – Справочные данные двигателя 4А80В2У3

$I_n$	$U_n$	$P_n$	$X_m$	$R_1'$	$X_1'$	$R_2''$	$X_2''$
4,7	380	2,2	2,7	0,076	0,0050	0,049	0,087

где  $I_n$  – номинальный ток, А;

$U_n$  – номинальное напряжение при соединении обмоток по схеме «звезда», В;

$P_n$  – номинальная мощность, кВт;

$X_m$  – главное индуктивное сопротивление;

$R_1'$  – активное сопротивление обмотки статора;

$X_1'$  – индуктивное сопротивление обмотки статора;

$R_2''$  – активное сопротивление обмотки ротора;

$X_2''$  – индуктивное сопротивление обмотки ротора.

2.2.7.7 Расчет вспомогательных коэффициентов  $X_1$ ,  $C_1$  и  $\sigma$  производится по формулам:

$$X_1 = \frac{2X_1' \cdot X_m}{X_m + \sqrt{X_m^2 + 4X_1' \cdot X_m}} = \frac{2 \cdot 0,005 \cdot 2,7}{2,7 + \sqrt{2,7^2 + 4 \cdot 0,005 \cdot 2,7}} = 0,00499$$

$$C_1 = \frac{U_n}{I_n \sqrt{3}} = \frac{380}{4,71 \cdot 1,73} = 47,69$$

$$\sigma = \frac{X_1'}{X_1} = \frac{0,0050}{0,0049} = 1,002$$

2.2.7.8 Расчет  $R_s$  – активного сопротивления фазы обмотки статора производится по формуле:

$$R_s = \frac{R_1' \cdot X_1}{X_1'} \cdot C = \frac{0,076 \cdot 0,00499}{0,005} \cdot 47,69 = 3,6180 \text{ Ом}$$

2.2.7.9 Расчет  $L_s$  – индуктивность фазы обмотки статора производится по формуле:

$$L_s = \frac{X_m + X_1}{314} \cdot C_1 = \frac{2,7 + 0,00499}{314} \cdot 47,69 = 0,4601 \text{ Гн}$$

2.2.7.10 Расчет  $L_m$  – взаимной индуктивности обмоток статора и ротора производится по формуле:

$$L_m = \frac{X_m}{314} \cdot C_1 = \frac{2,7}{314} \cdot 47,69 = 0,4099 \text{ Гн}$$

2.2.7.11 Расчет  $R_r$  – активного сопротивления ротора, приведенного к статору, производится по формуле:

$$R_r = \frac{R_2''}{\sigma^2} \cdot C = \frac{0,049}{1,002^2} \cdot 47,69 = 3,618 \text{ Ом}$$

2.2.7.12 Расчет  $L_r$  – индуктивности фазы обмотки ротора, приведенной к статору, производится по формуле:

$$L_r = \frac{X_m + (X_2'' / \sigma^2)}{314} \cdot C = \frac{2,7 + (0,087 / 1,002^2)}{314} \cdot 47,69 = 0,4231 \text{ Гн}$$

Таблица 18 – Пример настройки параметров

Параметр	$L_m$	$R_s$	$R_r$	$L_s$	$L_r$	$p$
Адрес РХ	29	30	31	32	33	34
Значение РХ	4099	36180	22402	4601	4231	1

## 2.3 Использование изделия

### 2.3.1 Действия обслуживающего персонала

2.3.1.1 Обслуживающему персоналу необходимо ознакомиться с данным документом, а также с нормативными документами, ссылки на которые присутствуют в данном документе.

2.3.1.2 Перед началом работы необходимо убедиться в готовности изделия к использованию в соответствии с указаниями, приведенными в данном документе.

2.3.1.3 Приступить к эксплуатации изделия согласно приведенным ниже рекомендациям.

### 2.3.2 Режимы работы изделия

2.3.2.1 В МПЧ различают следующие состояния «ГОТОВНОСТЬ», «РАБОТА» и «АВАРИЯ».

2.3.2.2 В режиме «ГОТОВНОСТЬ» напряжение на выход МПЧ не выдается. В данном режиме производится настройка параметров МПЧ.

2.3.2.3 В режиме «РАБОТА» на выход МПЧ выдается напряжение, заданной частоты и уровня.

2.3.2.4 При переходе из режима «ГОТОВНОСТЬ» в режим «РАБОТА» частота напряжения на выходе МПЧ линейно нарастает в соответствии со значением РХ «Время разгона» по адресу 7 до значения РХ «Задания частоты» по адресу 3.

2.3.2.5 При переходе из режима «РАБОТА» в режим «ГОТОВНОСТЬ» или «АВАРИЯ» подача напряжения на выход МПЧ прекращается.

2.3.2.6 Информация о текущем состоянии содержится в РВ «СТАТУС» по адресу 2 (см. приложение Б).

2.3.2.7 МПЧ автоматически переходит в режим «АВАРИЯ» при регистрации аварийной ситуации.

2.3.2.8 Для МПЧ с панелью индикации на крышке о режиме работы можно судить по состоянию индикаторов и информации на дисплее (см. таблицу 19).

Таблица 19 – Индикация панели управления МПЧ

Состояние МПЧ	Индикатор		Напряжение на выходе	Примечание
	«Готов»	«Работа»		
Подача питания	мигает	не горит	не подается	На дисплее – напряжение заряда ЗПТ
Режим «ГОТОВНОСТЬ»	горит постоянно	не горит	не выдается	Доступно управление МПЧ: – просмотр характеристик основного меню;

Состояние МПЧ	Индикатор		Напряжение на выходе	Примечание
	«Готов»	«Работа»		
				– изменение частоты и направления движения; – редактирование параметров; – работа в сервисном меню; – переход в режим «РАБОТА».
Переход из режима «ГОТОВНОСТЬ» в режим «РАБОТА»	горит постоянно	мигает пока выходная частота не достигнет заданной	частота напряжения линейно нарастает до заданной частоты и уровня	Для перехода в режим «РАБОТА» необходимо в течение 3 секунд удерживать в нажатом состоянии кнопку «Пуск»
Режим «РАБОТА»	горит постоянно	горит постоянно	выдается напряжение, заданной частоты и уровня	—
Режим «АВАРИЯ»	не горит	не горит	не выдается	На дисплее – код ошибки (см. значение Er по таблице В.1)

### 2.3.3 Порядок включения

2.3.3.1 Выполнить подключение МПЧ согласно п. 2.2.2.

2.3.3.2 Провести внешний осмотр согласно п.2.2.3.

2.3.3.3 Подключить к разъёму «ПОРТ» УУВУ или БИ (при наличии).

2.3.3.4 Подать электропитание 380 В 50 Гц через автоматический выключатель.

При использовании исполнения МПЧ с панелью управления убедиться, что на панели управления загорелся индикатор «Готов», на дисплее отображается заданная частота. При работе с БИ контролируется отсутствие мерцания светодиода «СВЯЗЬ».

### **2.3.4 Контроль работоспособности изделия**

2.3.4.1 Контроль работоспособности изделия производится содержащимся в составе изделия микроконтроллером.

2.3.4.2 Результат контроля можно считать из РВ «СТАТУС» по адресу 2. Значение РВ «СТАТУС» отображается на дисплее панели управления при выборе соответствующего параметра нажатием на кнопку «Режим». Значения РВ «СТАТУС», их описание и соответствие состоянию МПЧ даны в приложении В.

2.3.4.3 В случае невозможности устранения аварийной ситуации, либо регулярном повторении неисправности, необходимо обратиться в ремонтную службу или на предприятие-изготовитель.

### **2.3.5 Порядок перевода изделия в режим «РАБОТА»**

2.3.5.1 Перевод МПЧ в режим «РАБОТА» осуществляется только из режима «ГОТОВНОСТЬ».

2.3.5.2 Порядок перевода изделия в режим «РАБОТА» следующий:

а) При управлении через последовательный интерфейс передачи данных подать команду «СТАРТ»;

б) Нажать кнопку «Пуск/Стоп» при использовании БИ;

в) При использовании панели управления, перевести МПЧ в режим «РАБОТА» удержанием в нажатом состоянии в течение 3 секунд кнопки «ПУСК».

г) При управлении по релейным сигналам:

– подать высокий логический уровень на один из входов «Скорость 1», «Скорость 2», «Скорость 3» или «Скорость 4».

– подать высокий логический уровень на один из входов «Вращ. вправо» или «Вращ. влево».

2.3.5.3 Убедится, что МПЧ функционирует в режиме «РАБОТА», проконтролировав значение РВ «СТАТУС» по адресу 3.

### 2.3.6 Порядок перевода изделия в режим «ГОТОВНОСТЬ»

2.3.6.1 Если МПЧ функционирует в режиме «РАБОТА» необходимо:

- нажать кнопку «Стоп/Сброс» при использовании панели управления;
- нажать кнопку «Пуск/Стоп» при использовании БИ;
- при управлении через последовательный интерфейс подать команду «СТОП»;
- при управлении по релейным сигналам необходимо подать высокий логический уровень на релейный вход «БЛОКИРОВКА», соединив контакты 23 и 1 разъема «ПУЛЬТ».

2.3.6.2 Если МПЧ находится в режиме «АВАРИЯ»:

- подать команду «СБРОС» через последовательный интерфейс передачи данных;
- нажать кнопку «Стоп/Сброс» при использовании панели управления или БИ.

### 2.3.7 Порядок контроля значений РХ и РВ через БИ

2.3.7.1 Перед началом работы с БИ необходимо ознакомиться с п. 1.4.3.

2.3.7.2 Для контроля значения РВ необходимо:

- 1) перевести БИ в режим отображения «РЕЖИМ 2» нажатием кнопки «ПРОГ»;
- 2) перейти к выбору адреса РВ нажатием кнопки «⇐»;
- 3) установить адрес РВ в поле «СТРОКА 2» кнопками «↓», «↑»;
- 4) перейти к просмотру значения РВ кнопкой «⇒»;
- 5) считать значение РВ из поля «СТРОКА 2».

2.3.7.3 Для контроля значения РХ необходимо:

- 1) перевести БИ в режим отображения «РЕЖИМ 3» нажатием кнопки «ПРОГ»;
- 2) установить адрес РХ в поле «СТРОКА 1» кнопками «↓», «↑»;
- 3) считать значение РХ из поля «СТРОКА 2».

#### 2.3.7.4 Порядок задания значения РХ через БИ:

- 1) перевести БИ в режим отображения «РЕЖИМ 3» нажатием кнопки «ПРОГ»;
- 2) установить адрес РХ в поле «СТРОКА 1» кнопками «↓», «↑»;
- 3) перейти в режим изменения значения РХ нажатием кнопки «ВВОД»;
- 4) задать значение РХ кнопками «↓», «↑» и «←», «→».

2.3.7.5 Отмена изменения значения осуществляется кнопкой «ПРОГ», подтверждение – кнопкой «ВВОД».

2.3.7.6 Изменение значения РХ «Заданная частота» (адрес 3) так же доступно при работе БИ в режиме отображения «РЕЖИМ 1». Значение устанавливается кнопками «↓», «↑».

### **2.3.8 Порядок выключения изделия**

2.3.8.1 Перевести МПЧ в режим «ГОТОВНОСТЬ».

2.3.8.2 Отключить электропитание от МПЧ.

### **2.3.9 Порядок приведения изделия в исходное состояние**

2.3.9.1 Выключить изделие в соответствии с п. 2.3.8.

2.3.9.2 Отсоединить кабель питания от разъема «Сеть».

2.3.9.3 Отсоединить кабель от разъема «Шина».

2.3.9.4 Отсоединить сигнальные кабели от разъемов «Порт», «Пульт» и «Двигатель».

2.3.9.5 Отсоединить провод защитного заземления от изделия.

2.3.9.6 Разъемы закрыть герметичными заглушками.

## **2.4 Действия в экстремальных условиях**

### **2.4.1 Действия при пожаре**

2.4.1.1 Каждый сотрудник, из числа обслуживающего персонала, при обнаружении пожара или признаков горения (задымления, запаха гари, повышения температуры) обязан:

- немедленно сообщить об этом по телефону или в пожарную охрану предприятия (при этом необходимо назвать адрес объекта, что горит, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию и убедиться, что Ваше сообщение принято правильно);

- принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

2.4.1.2 Собственники имущества, лица, уполномоченные владеть, пользоваться или распоряжаться имуществом, в том числе руководители и должностные лица, лица, назначенные, ответственными за обеспечение пожарной безопасности, прибывшие к месту пожара обязаны:

- продублировать сообщение о возникновении пожара в пожарную охрану и поставить в известность вышестоящее руководство;

- в случае угрозы жизни людей немедленно организовать их спасение, используя для этого имеющиеся силы и средства;

- проверить включение в работу автоматических систем противопожарной защиты (оповещения людей о пожаре, пожаротушения, противодымной защиты);

- при необходимости отключить электроэнергию (за исключением систем противопожарной защиты), остановить работу преобразователя, соседних аппаратов, перекрыть сырьевые, газовые, паровые и водяные коммуникации, остановить работу систем вентиляции в аварийном и смежном с ним помещениях, выполнить другие мероприятия, способствующие предотвращению развития пожара и задымления помещений здания;

- прекратить все работы в здании кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара;
- удалить за пределы опасной зоны всех работников, не участвующих в тушении пожара;
- осуществить общее руководство по тушению пожара (с учётом специфических особенностей объекта) до прибытия подразделений пожарной охраны;
- обеспечить соблюдение требований безопасности работниками, принимающими участие в тушении пожара;
- одновременно с тушением пожара организовать эвакуацию и защиту материальных ценностей;
- организовать встречу подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути подъезда к очагу пожара;
- сообщать подразделениям пожарной охраны, привлекаемым для тушения пожаров и проведения, связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ, сведения о хранящихся на объекте опасных (взрывоопасных), взрывчатых, сильнодействующих ядовитых веществах, необходимые для обеспечения безопасности личного состава, включая обслуживающий персонал.

2.4.1.3 По прибытии пожарного подразделения ответственный за пожарную безопасность (или лицо его замещающее) обязан проинформировать руководителя тушения пожара о конструктивных и технологических особенностях объекта, прилегающих строений и сооружений, количестве и пожароопасных свойствах хранимых и применяемых веществ, материалов, изделий и других сведениях, необходимых для успешной ликвидации пожара, а также организовать привлечение сил и средств объекта к осуществлению необходимых мероприятий, связанных с ликвидацией пожара и предупреждением его развития.

## **3 Техническое обслуживание**

### **3.1 Общие указания**

3.1.1 Безотказность и долговечность изделия во многом определяются своевременностью и полнотой технического обслуживания. Несмотря на высокий уровень автоматизации и практически полное отсутствие сложных механизмов техническое обслуживание является важным фактором при эксплуатации изделия.

3.1.2 Настоящий раздел по техническому обслуживанию определяет виды работ по обслуживанию изделия и устанавливает порядок и последовательность их выполнения в процессе эксплуатации и хранения, а также служит для руководства и планирования технического обслуживания и подлежит безусловному выполнению обслуживающим персоналом.

3.1.3 Техническое обслуживание (ТО) изделия проводится при непосредственной эксплуатации его на объекте установки с целью:

- предупреждения преждевременного износа механических элементов и ухода электрических параметров за пределы установленных норм;
- продления межремонтных ресурсов и сроков службы;
- выявления и устранения неисправностей и причин их возникновения.

3.1.4 Техническое обслуживание – это комплекс мероприятий по поддержанию работоспособности изделия в процессе его эксплуатации, хранения и транспортировки, который предусматривает плановое выполнение определенного комплекса периодических работ:

- ЕТО – ежедневное техническое обслуживание;
- ТО-1 – техническое обслуживание один раз в месяц;
- ТО-2 – ежегодное техническое обслуживание.

3.1.5 Если изделие находится на длительном хранении, предусмотрены следующие виды технического обслуживания и периодичность их проведения:

- ТО-1х – ежемесячное техническое обслуживание при хранении;
- ТО-2х – техническое обслуживание при хранении один раз в три года.

3.1.6 В изделии, направленном на ТО, проверяется комплектность изделия, в соответствии с разделом 3 Паспорта НШПК.421214.001-08ПС.

3.1.7 Ежедневное техническое обслуживание (ЕТО) проводится ежедневно силами обслуживающего персонала при подготовке изделия к использованию по назначению или на непрерывно работающем изделии. ЕТО предусматривает выполнение следующих работ:

- проверку внешнего состояния изделия без его вскрытия;
- осмотр и чистку изделия и его комплектующих без вскрытия;
- проверку исправности и надежности заземления;
- проверку исправности и надежности подключения кабеля электропитания и кабелей управления.

3.1.8 Техническое обслуживание № 1 (ТО-1) проводится один раз в месяц силами обслуживающего персонала независимо от интенсивности работы изделия, а также перед постановкой изделия на кратковременное хранение.

ТО-1 предусматривает выполнение следующих основных работ:

- работы в объеме ЕТО;
- проверку работоспособности изделия;
- доукомплектование израсходованных эксплуатационных материалов.

3.1.9 При работах используются запасные части и материалы согласно нормам расхода на эксплуатацию.

3.1.10 Техническое обслуживание № 2 (ТО-2) проводится один раз в год силами обслуживающего персонала независимо от интенсивности эксплуатации изделия, а также перед постановкой изделия на длительное хранение и предусматривает выполнение следующих основных работ:

- работы в объеме ТО-1;
- проверку правильности ведения паспорта и другой эксплуатационной документации.

3.1.11 Техническое обслуживание № 1 при длительном хранении (ТО-1х) проводится ежемесячно.

3.1.12 В содержание работ входит проверка состояния консервационных материалов и показаний индикаторов влажности, наличие карточки консервации, технологической карты расконсервации и подготовки изделия к использованию по назначению. Восстанавливаются нарушенные лакокрасочные покрытия, поврежденные герметизирующие материалы.

3.1.13 Для обеспечения выполнения работ всех видов технического обслуживания используют средства измерений, инструменты и материалы, указанные в таблице 22.

3.1.14 Проверка работоспособности изделия проводится в нормальных климатических условиях (ГОСТ 15150-69 п. 3.15):

- температура воздуха – плюс  $25 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха – 45-80%;
- атмосферное давление 84,0-106,7 кПа (630-800 мм рт. ст.).

## **3.2 Меры безопасности**

3.2.1 К техническому обслуживанию изделия допускается обслуживающий персонал, имеющий квалификационную группу по технике безопасности не ниже третьей (до 1000 В), годный по состоянию здоровья, имеющий образование не ниже среднего технического и навыки работы с измерительными приборами, прошедшие подготовку, имеющие удостоверение установленной формы, изучившие устройство и принцип работы изделия, имеющий навыки в его эксплуатации и обслуживании.

3.2.2 При проведении технического обслуживания изделия обслуживающий персонал должен руководствоваться правилами техники

безопасности в соответствии с настоящим руководством, а также Правилами техники электробезопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

3.2.3 ЗАПРЕЩАЕТСЯ применять вставки плавкие, не соответствующие номинальным значениям, указанным в документации.

3.2.4 При проведении технического обслуживания ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- измерять технологию выполнения работ, установленную эксплуатационной документацией;

- использовать неисправный инструмент и не поверенные в установленные сроки средства измерений;

- вскрывать опломбированное изделие до окончания гарантийного срока.

3.2.5 При включенном напряжении электропитания изделия ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- подключать и отключать шнур питания, кабели и провода;

- открывать переднюю крышку прибора, вынимать блоки и модули, осматривать и чистить внутренний электромонтаж;

- заменять предохранители;

- выполнять электромонтажные работы;

- касаться открытых контактов;

- проверять наличие напряжения на клеммах прикосновением к ним рукой и металлическими предметами.

3.2.6 При замеченных отклонениях от нормальной работы изделия (пробой, искрение, запах гари) необходимо отключить электропитание изделия.

### 3.3 Порядок технического обслуживания изделия

#### 3.3.1 Виды и периодичность технического обслуживания

3.3.1.1 Виды операций технического обслуживания и периодичность их выполнения приведены в таблице 20.

3.3.1.2 Техническое обслуживание изделия производится только в полностью обесточенном состоянии.

Таблица 20 – Виды технического обслуживания

Наименование операций технического обслуживания	Номер технологической карты	Периодичность технического обслуживания		
		ЕТО	ТО-1	ТО-2
1 Проверка внешнего состояния изделия без его вскрытия	1	+	+	+
2 Проверка работоспособности изделия	2	–	+	+
3 Проверка комплектности, монтажных частей, инструмента и принадлежностей, эксплуатационной документации	3	–	–	+

#### 3.3.2 Порядок технического обслуживания изделия

3.3.2.1 Технологическая последовательность выполнения операций технического обслуживания приведена в таблице 21.

Таблица 21 – Технологическая последовательность

Периодичность технического обслуживания	Последовательность выполнения по технологическим картам
1. Через 1 день эксплуатации	1
2. Через 30 суток эксплуатации	1, 2
3. Через 12 месяцев эксплуатации	3, 1, 2

#### 3.3.3 Технологические карты технического обслуживания

3.3.3.1 Перечень средств, необходимых для проведения операций технического обслуживания, приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Перечень средств для проведения ТО

Перечень средств для проведения ТО	Потребность по технологическим картам №		
	1	2	3
1 Марля арт. 6410 ГОСТ 11109-90, 1 сорт, м <sup>2</sup>	0,5	0,5	–
2 Кисть малярная ГОСТ 10597-80	1 шт.	1 шт.	–

### **3.4 Консервация (расконсервация, переконсервация) в режиме длительного хранения (временного хранения)**

3.4.1 Консервация изделия должна проводиться в специально оборудованном помещении, отвечающем следующим требованиям:

- помещение должно быть изолировано от других производственных процессов во избежание воздействия вредных факторов на лиц, не работающих со средствами консервации;

- температура воздуха в помещении должна быть не ниже плюс 15°С с относительной влажностью воздуха не более 70%;

- в помещении не должно быть резких колебаний температуры и относительной влажности, так как это может вызвать конденсацию влаги на изделие;

- освещенность рабочих мест не должна быть менее 200 лк рассеянным или отраженным светом.

3.4.2 Консервация включает подготовку поверхности, применение герметизации и упаковывание.

3.4.3 Процесс консервации изделия должен быть непрерывным, начиная от подготовки поверхности к консервации до окончания упаковывания. Разрывы между операциями более двух часов не допускаются.

3.4.4 Перед началом работ по консервации следует убедиться в отсутствии сконденсированной влаги на поверхности изделия. При наличии влаги необходимо принять меры к полному ее удалению.

3.4.5 На изделии не должно быть коррозионных повреждений металла и покрытий.

3.4.6 Перед проведением консервации изделия для длительного хранения (временного хранения) необходимо выполнить следующие операции:

- провести работы на изделии предусмотренные ТО-2 (ТО-1);
- комплект изделия и штатную тару выдержать в течение 24 часов помещении с относительной влажностью воздуха не более 70% при температуре плюс 20°C.

3.4.7 Консервацию изделия проводить непосредственно при упаковке в следующей последовательности:

- подготовить укладочные ящики и штатную тару;
- запасное имущество, комплект монтажных частей, комплект инструментов и принадлежностей уложить в укладочные ящики, ЭД положить в папку;
- упаковать в полиэтиленовые чехлы изделие;
- заполнить этикетку с надписью «не вскрывать до \_\_\_\_\_ г.»;
- силикагель просушить в сушильной печи при температуре от 150 до 200°C. Время сушки не менее 4 часов;
- отвесить и расфасовать силикагель технический КСМК ГОСТ 3956-76 в мешочки. Норма закладки силикагеля – 1 кг на 1м<sup>3</sup> объема упаковки;
- мешочки с силикагелем уложить в чехлы в соответствии и требованиями чертежей на упаковки;
- запаять верхний шов полиэтиленовых чехлов, предварительно удалив из чехлов воздух путем обжима вручную до прилегания пленки чехла к изделию. Контроль целостности чехлов и сварных швов осуществлять визуально. В сварном шве не допускается непровары, вздутия, инородные включения и пережоги;
- уложить комплект изделия в штатную тару в соответствии с чертежом упаковки;

- закрыть крышку тарного ящика, закрепить винтами и обтянуть стальной лентой;
- опломбировать штатную тару.

3.4.8 При расконсервации изделия необходимо выполнить следующие операции:

- вскрыть пломбы;
- открыть крышку штатной тары;
- извлечь изделие, комплект монтажных частей, комплект инструмента и принадлежностей (при наличии), комплект эксплуатационной документации из тарного ящика;
- вскрыть полиэтиленовые чехлы;
- удалить мешки с силикагелем;
- вынуть изделие из полиэтиленового чехла.

## **4 Текущий ремонт**

### **4.1 Общие указания**

4.1.1 Ремонтным органом в гарантийный период эксплуатации изделия является предприятие-изготовитель, а после окончания гарантии ремонт производится на ремонтном предприятии эксплуатирующей организации или на предприятии-изготовителе по отдельному договору.

4.1.2 Текущий ремонт изделия производится с целью восстановления его работоспособности путем замены комплектующих изделий, вышедших из строя в результате аварии.

4.1.3 Обнаруженные неисправные элементы направляют для ремонта на предприятие-изготовитель или ремонтное предприятие эксплуатирующей организации с последующим возвращением отремонтированного элемента.

### **4.2 Меры безопасности**

4.2.1 К текущему ремонту изделия допускается персонал, изучивший устройство и принцип работы изделия и имеющий практические навыки в его эксплуатации и обслуживании.

4.2.2 Для обеспечения безопасности при текущем ремонте изделия персонал должен руководствоваться указаниями, приведенными в настоящем разделе, а также Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

4.2.3 Не допускается выполнение работ по текущему ремонту изделия одним исполнителем, обязательно присутствие другого человека.

4.2.4 ЗАПРЕЩАЕТСЯ применять при текущем ремонте изделия одним электроинструмент с рабочим напряжением выше 36 В.

При выполнении работ по текущему ремонту изделия должны использоваться защитные средства:

– диэлектрический коврик;

– инструмент с изолирующими ручками.

4.2.5 При включенном напряжении электропитания изделия  
**ЗАПРЕЩАЕТСЯ:**

- подключать и отключать шнур питания, кабели и провода;
- открывать переднюю крышку прибора, вынимать блоки и модули, осматривать и чистить внутренний электромонтаж;
- заменять предохранители;
- выполнять электромонтажные работы;
- касаться открытых контактов;
- проверять наличие напряжения на клеммах прикосновением к ним рукой и металлическими предметами.

## **5 Хранение**

### **5.1 Общие положения**

5.1.1 С целью обеспечения сохранности изделия, в перерывах между использованием МПЧ необходимо проводить комплекс организационно-технических мероприятий, соответствующих периоду простоя.

5.1.2 В зависимости от длительности перерыва в эксплуатации изделия устанавливаются следующие виды хранения: кратковременное хранение, рассчитанное на срок от одного месяца до одного года; длительное хранение, рассчитанное на срок более одного года.

### **5.2 Кратковременное хранение**

5.2.1 Для подготовки изделия к временному хранению провести ТО-1.

5.2.2 В процессе кратковременного хранения ежемесячно проводится ТО-1.

### **5.3 Длительное хранение**

5.3.1 При длительном хранении изделие должно храниться в законсервированном виде в опломбированном заводском тарном ящике в помещении, предназначенном для хранения аппаратуры.

5.3.2 Помещение должно удовлетворять требованиям ГОСТ В 9.003-80.

5.3.3 Изделие должно храниться в не отапливаемых помещениях с учетом переконсервации каждые три года. Относительная влажность воздуха не более 98% при температуре плюс 35°C. Температура воздуха от минус 60°C до плюс 50°C.

5.3.4 Помещение должно иметь естественную или искусственную вентиляцию и освещение. В помещении должны отсутствовать кислоты, щелочи и другие агрессивные примеси.

5.3.5 Изделие должно находиться на достаточном удалении от отопительных приборов, чтобы исключить тепловое воздействие.

5.3.6 Порядок подготовки изделия к хранению:

- перед установкой на длительное хранение необходимо произвести проверку работоспособности изделия;

- перед установкой на длительное хранение необходимо произвести консервацию изделия;

- перед консервацией произвести очистку и обезжиривание поверхности изделия спирто-бензиновой смесью, составленной в отношении 1:1. Для приготовления смеси использовать только неэтилированные бензин марки БР-1 (БР-2) по ТУ 38,401-67-108-92 и спирт этиловый ректифицированный технический по ГОСТ 18300-87;

- проверить состояние лакокрасочных покрытий и при их нарушении восстановить;

- нанести консервационное масло К-17 (ГОСТ 10877-76) на поверхности, не имеющие лакокрасочного покрытия;

- проверить комплектность изделия и при необходимости доукомплектовать;

- изделие упаковать в полиэтиленовый чехол с влагопоглотителем (силикагелем);

- изделие и пакет с ЭД, размещают в транспортной таре, в которой для амортизации на дно уложена резина, уплотняют по краям деревянными брусками (для предотвращения перемещения внутри тары), закрывают крышкой, закрепляют винтами, обтягивают стальной лентой и пломбируют.

5.3.7 В паспорт изделия должна быть внесена отметка о консервации, переконсервации, расконсервации, постановки на длительное хранение и снятии с длительного хранения.

5.3.8 Изделие может храниться 12 лет в условиях не отапливаемых хранилищ с учетом переконсервации каждые три года.

5.3.9 В процессе длительного хранения проводится ТО-1х и ТО-2х:

– ТО-1 при длительном хранении (ТО-1х) проводится ежемесячно;

– ТО-2 при длительном хранении (ТО-2х) проводится один раз в три года.

5.3.10 Гарантийный срок хранения изделия составляет 6 лет с момента приемки изделия представителем заказчика.

## **6 Транспортирование**

6.1 Транспортирование изделия в штатной таре возможно всеми видами транспорта (железнодорожным, автомобильным, воздушным, водным) при условии защиты изделия от непосредственного воздействия атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование изделия.

6.2 Транспортирование авиатранспортом может осуществляться в негерметизированных кабинах при температуре минус 70°C и пониженном атмосферном давлении 12,0 кПа (90 мм рт. ст.).

6.3 Тара при транспортировании должна быть закреплена для предотвращения смещения ящиков, соударения ящиков друг об друга и о стенки транспортного средства, в процессе транспортирования.

## **7 Утилизация**

7.1 Утилизации подлежат изделия, пришедшие в негодное состояние в связи с окончанием установленного срока их эксплуатации или хранения, а также изделия, пришедшие в негодное состояние в процессе эксплуатации из-за низкого качества или нарушения условий функционирования.

7.2 Утилизация представляет собой разборку составных частей изделия после окончания его срока службы или эксплуатации и отправку утилизируемых составных частей в металлолом. Составные части, входящие в состав изделия, не представляют опасности для жизни и здоровья людей и окружающей среды, поэтому проведение специальных мероприятий по подготовке и отправке изделия на утилизацию не требуется.

7.3 Перед отправкой изделия в металлолом необходимо извлечь комплектующие изделия и детали составных частей, содержащие драгоценные материалы, цветные металлы и их сплавы.

7.4 Все комплектующие изделия и детали составных частей, содержащие драгоценные материалы, цветные металлы и их сплавы, подлежат сдаче в отраслевые региональные центры или другие предприятия, имеющие лицензию на сбор и переработку лома и отходов драгоценных и цветных металлов.

## Приложение А

(справочное)

### Перечень регистров хранения

Таблица А.1 – Регистры хранения

Адрес РХ	Название РХ	Допустимые значения	Зав. установка	Размерность	Примечание
0	Регистр команд	0-65536	0	–	
1	Адрес MODBUS	0-256	1	–	
2	Скорость обмена	0-3	0	–	
3	Задание частоты	0-1000	0	1 Гц = 10 ед.	
4	Направление вращения	-1,1	0	–	
5	Макс. частота	0-1000	600	1 Гц = 10 ед.	
6	Мин. частота	0-1000	0	1 [Гц] = 10 ед.	
7	Время разгона	10-600	100	1 [С] = 10 ед.	
8	Макс. ток	5-60	50	1 [А] = 10 ед.	
9	Макс. напряжение	3800	3800	1 [В] = 10 ед.	
10	Выбор источника команд	0,1	0	–	0 – УУВУ 1 – Панель управления
11	Способ управления	0, 1	0	–	0 – Скалярное 1 – Векторное
12	Частота 1	0-1000	50	1 [Гц] = 10 ед.	
13	Частота 2	0-1000	250	1 [Гц] = 10 ед.	
14	Частота 3	0-1000	400	1 [Гц] = 10 ед.	
15	Частота 4	0-1000	500	1 [Гц] = 10 ед.	
16	Напряжение 1	0-1000	60	1 [%] = 10 ед.	
17	Напряжение 2	0-1000	300	1 [%] = 10 ед.	
18	Напряжение 3	0-1000	400	1 [%] = 10 ед.	
19	Напряжение 4	0-1000	970	1 [%] = 10 ед.	
20	Скорость 1	0-1000	20	1 [Гц] = 10 ед.	
21	Скорость 2	0-1000	230	1 [Гц] = 10 ед.	
22	Скорость 3	0-1000	460	1 [Гц] = 10 ед.	
23	Скорость 4	0-1000	920	1 [Гц] = 10 ед.	
24	Ограничение момента	1000-20000	15000	1 [Н] = 1000 ед.	
25	Усиление регулятора момента	0-300	250	ед.	

Адрес РХ	Название РХ	Допустимые значения	Зав. установка	Размерность	Примечание
26	Постоянная времени рег. момента	0-300	200	ед.	
27	Усиление регулятора скорости	0-300	250	ед.	
28	Постоянная времени рег. скорости	0-300	150	ед.	
29	Индуктивность $L_m$	0-65536	4073	1 [Гн] = 10000 ед.	
30	Сопротивление $R_s$	0-65536	35378	1 [Ом] = 10000 ед.	
31	Сопротивление $R_r$	0-65536	22402	1 [Ом] = 10000 ед.	
32	Индуктивность $L_s$	0-65536	4147	1 [Гн] = 10000 ед.	
33	Индуктивность $L_r$	0-65536	4200	1 [Гн] = 10000 ед.	
34	Количество пар полюсов	0-65536	1	ед.	
35-40	Калибровочные параметры	-	-	-	Устанавливаются предприятием изготовителем

## Приложение Б

(справочное)

### Перечень регистров ввода

Таблица Б.1 – Регистры ввода

Адрес РВ	Название РВ	Диапазон значений	Размерность
0	Количество регистров ввода	0-65536	–
1	Количество регистров хранения	0-65536	–
2	Статус	0-65536	–
3	Выходная частота	$\pm 32768$	1 [Гц] = 10 ед.
4	Выходное напряжение	0-65536	1 [В] = 10 ед.
5	Напряжение ЗПТ	0-65536	1 [В] = 10 ед.
6	Напряжение на входе ПЧ	0-65536	1 [В] = 10 ед.
7	Ток на выходе МПЧ	0-65536	1 [А] = 1000 ед.
8	Температура ПЧ	0-65536	1 [С°] = 1 ед.
9	Состояние релейных сигналов	0-65536	

## Приложение В

(справочное)

### Перечень значений регистра ввода «СТАТУС»

В.1 В таблице В.1 приведены значения, которые может принимать РВ «Статус». Значения регистра представлены в шестнадцатеричной системе единиц и в виде, отображаемом на дисплее панели управления.

Таблица В.1 – Значения РВ «СТАТУС»

Значение	Отображение на дисплее	Функциональное состояние	Сообщение	Описание
0x0202	Rd_02	Готовность	Норма	Штатная работа
0x020E	Rd_14	Готовность	Нагрев ПЧ	Нагрев МПЧ близок к максимальному
0x0302	Rn_02	Работа	Норма	Штатная работа
0x030E	Rn_14	Работа	Нагрев ПЧ	Нагрев МПЧ близок к максимальному
0x030F	Rn_15	Работа	Максимальный ток	Ток на выходе МПЧ близок к максимально допустимому
0x0312	Rn_12	Работа	Ограничение момента	Работа с ограничением момента
0x0403	Er_03	Авария	Фаза сети	Нарушение целостности фаз
0x0404	Er_04	Авария	Высокое напряжение на входе	Действующее значение напряжения на входе МПЧ выше допустимого
0x0405	Er_05	Авария	Низкое напряжение на входе	Действующее значение напряжения на входе ниже допустимого
0x0406	Er_06	Авария	Низкое напряжение ЗПТ	Пониженное напряжение на силовых конденсаторах
0x0407	Er_07	Авария	Высокое напряжение ЗПТ	Повышенное напряжение на силовых конденсаторах

Значение	Отображение на дисплее	Функциональное состояние	Сообщение	Описание
0x040A, 0x040B	Er_10, Er_11	Авария	КЗ на выходе	Короткое замыкание на выходе
0x040C	Er_12	Авария	Перегрузка по току	Ток на выходе МПЧ выше допустимого
0x040D	Er_13	Авария	Перегрев ПЧ	Температура МПЧ выше допустимой
0x0410	Er_16	Авария	Ошибка памяти	Неудачная процедура записи/чтения из памяти
0x0413	Er_19	Авария	Обрыв фазы нагрузки	Ток не симметрии нагрузки превысил допустимый уровень
0x0414	Er_20	Авария	Сбой системы измерения	Система измерения токов нагрузки сигнализирует сбой
0x0420	Er_32	Авария	Блокировка	Блокировка релейным сигналом

**В.2 Значение 0x0202** – МПЧ функционирует в режиме «ГОТОВНОСТЬ». Напряжение на выходе отсутствует, подключенный электродвигатель не функционирует.

**В.3 Значение 0x020E** – МПЧ функционирует в режиме «ГОТОВНОСТЬ» и сигнализирует, что внутренняя температура выше 70°, дальнейшее увеличение температуры приведет к переходу МПЧ в режим работы «АВАРИЯ».

**В.4 Значение 0x0302** – МПЧ функционирует в режиме «РАБОТА». На выход подается напряжение, подключенный двигатель функционирует в заданном режиме.

**В.5 Значение 0x030E** – МПЧ функционирует в режиме «РАБОТА» и сигнализирует, что внутренняя температура выше 70°, дальнейшее увеличение температуры приведет к переходу МПЧ в режим работы «АВАРИЯ».

**В.6 Значение 0x030F** – МПЧ функционирует в режиме «РАБОТА» и сигнализирует, что ток на выходе кратковременно превышал пороговое значение, дальнейшее увеличение нагрузки приведет к остановке двигателя.

**В.7 Значение 0x0312** – МПЧ функционирует в режиме «РАБОТА» и сигнализирует, что происходит ограничение электромагнитного момента двигателя, на заданном уровне. Данный статус доступен только в режиме векторного управления.

**В.8 Значение 0x0403** – МПЧ функционирует в режиме «АВАРИЯ» и сигнализирует об отключении одной или более фаз питающего напряжения.

**В.9 Значение 0x0404** – МПЧ функционирует в режиме «АВАРИЯ» и сигнализирует, что действующее значение напряжения на входе выше допустимого уровня 418 В.

**В.10 Значение 0x0405** – МПЧ функционирует в режиме «АВАРИЯ» и сигнализирует, что действующее значение напряжения на входе ниже допустимого уровня 342 В.

**В.11 Значение 0x0406** – МПЧ функционирует в режиме «АВАРИЯ» и сигнализирует, что зафиксировано понижение напряжения на силовых конденсаторах ниже допустимого уровня.

**В.12 Значение 0x0407** – МПЧ функционирует в режиме «АВАРИЯ» и сигнализирует, что зафиксировано повышение напряжения на силовых конденсаторах выше допустимого уровня.

**В.13 Значение 0x040A, 0x040B** – МПЧ функционирует в режиме «АВАРИЯ» и сигнализирует, что зафиксирован ток короткого замыкания на выходе МПЧ.

**В.14 Значение 0x040C** – МПЧ функционирует в режиме «АВАРИЯ» и сигнализирует, что ток на выходе МПЧ превысил пороговое значение.

**В.15 Значение 0x040D** – МПЧ функционирует в режиме «АВАРИЯ» и сигнализирует, что температура радиатора охлаждения МПЧ превысила пороговое значение.

**В.16 Значение 0x0410** – МПЧ функционирует в режиме «АВАРИЯ» и сигнализирует, что зафиксирован сбой при операции чтения или записи в энергонезависимую память МПЧ.

**В.17 Значение 0x0413** – МПЧ функционирует в режиме «АВАРИЯ» и сигнализирует, что зафиксирована не симметрия токов нагрузки.

**В.18 Значение 0x0414** – МПЧ функционирует в режиме «АВАРИЯ» и сигнализирует, что зафиксирован сбой при калибровке системы измерения токов.

**В.19 Значение 0x0420**– МПЧ функционирует в режиме «АВАРИЯ» и сигнализирует, что работа заблокирована релейным сигналом «Блокировка».

## Приложение Г

(обязательное)

Технологические карты

### Технологическая карта № 1

#### Проверка внешнего состояния изделия без его вскрытия

Перед началом ТО изделие должно быть выключено.

Порядок работ:

1) Визуально осмотреть все элементы устройства на предмет наличия пыли и иных возможных загрязнений. При обнаружении пыли и иных загрязнений, произвести их удаление с помощью специальных средств и ветоши.

5) Осмотреть устройство с целью выявления возможных механических повреждений, которые могут привести к неправильной работе изделия.

6) Осмотреть подсоединенные к устройству кабели с целью выявления возможных внешних механических повреждений и отсоединения от устройств. Поврежденные кабели заменить. Отсоединенные кабели присоединить.

7) Осмотреть крепежные элементы устройства. Затянуть ослабшие соединения. При необходимости заменить крепежные элементы.

Трудоемкость – 1 чел/час.

**Технологическая карта № 2**  
**Проверка работоспособности изделия**

Перед началом ТО изделие выключено.

Порядок работ:

- 1) Подать напряжение питания.
- 2) Убедиться, что индикация устройства соответствует штатной работе.
- 8) Выполнить переключение из режима «ГОТОВНОСТЬ» в режим «РАБОТА» и обратно. Убедиться, что индикация изделия соответствует штатному режиму.

Трудоемкость – 1 чел/час.

**Технологическая карта № 3**  
**Проверка комплектности, монтажных частей, инструмента и принадлежностей, эксплуатационной документации**

Порядок работ:

- 1) Проверить комплектность изделия по паспорту.
- 2) Проверить наличие эксплуатационной документации и правильность ведения паспорта.

Трудоемкость – 1 чел/час.

## Перечень сокращений

ДУ	–	Дистанционное управление
ЗПТ	–	Звено постоянного тока
МПЧ	–	Микропроцессорный преобразователь частоты
ОТК	–	Отдел технического контроля
РВ	–	Регистр ввода
РХ	–	Регистр хранения
РЭ	–	Руководство по эксплуатации
ТО	–	Техническое обслуживание
УУВУ	–	Устройство управления верхнего уровня

