

E5-MINI

ПЧ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

~220 В 0,4 ... 2,2 кВт

~380 В 0,75 ... 7,5 кВт

Руководство по эксплуатации

ВАЮУ.435Х21.012-08 РЭ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Инструкция по безопасности	2
1. Введение	3
1.1. Обозначение моделей	3
1.2. Спецификации	4
1.3. Технические характеристики	4
2. Монтаж и условия эксплуатации	6
2.1. Рекомендации по установке и монтажу	6
2.2. Габаритные и установочные размеры	6
3. Подключение	7
3.1. Схема подключения	7
3.2. Клеммы подключения	7
3.3. Заземление ПЧ	8
3.4. Заземление внешнего оборудования	9
3.5. Дополнительное оборудование	9
4. Пульт управления	11
4.1. Назначение кнопок	11
4.2. Изменение параметров ПЧ	12
5. Программное обеспечение	13
5.1. Список параметров (базовый)	13
5.2. Описание параметров	17
5.3. Инициализация (сброс) параметров	25
5.4. Мониторинг параметров ПЧ	25
6. Аварийные ситуации	27
7. Техническое обслуживание, проверка и утилизация	29
8. Транспортировка и хранение	30
9. Гарантийные обязательства	31
10. Комплектность	32

ИНСТРУКЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Перед установкой, монтажом, проверкой и включением преобразователя прочитайте настоящее Руководство по эксплуатации.

Перед включением питания проверьте:

- Модель и мощность преобразователя соответствуют спецификации вашего заказа.
- Отсутствуют повреждения, которые могли возникнуть при транспортировке.
- Параметры окружающей среды соответствуют требованиям главы 2.
- Напряжение источника питания соответствует номинальному напряжению питания преобразователя.
- Преобразователь смонтирован на негорючей поверхности в вертикальном положении.



Подключение цепей питания и электродвигателя, цепи заземления, а также внешних цепей управления произведено в соответствии со схемой подключения.

Ошибочное подключение цепей питающей сети к клеммам U, V, W приведет к выходу преобразователя из строя.

После включения питания:

- Все необходимые параметры преобразователя установлены на заводе-изготовителе. Не меняйте заводские настройки без необходимости, так как преобразователь в результате этого может быть поврежден.
- Запрещается подключать или отключать внешние цепи преобразователя при включенном питании. Все работы необходимо проводить только при обесточенном преобразователе (после погасания индикаторов пульта управления).
- Для корректной работы электронной защиты двигателя необходимо установить параметры двигателя (параметр F01.03).
- Если возможна ситуация самопроизвольного вращения вала двигателя перед его пуском, необходимо использовать функцию определения скорости (параметр F04.00).
- При использовании функции автоматического перезапуска двигатель и механизм могут начать работу автоматически – это необходимо учитывать при проектировании.

Во время работы:

- Недопустимо подключать и отключать двигатель во время работы преобразователя — это приведет к отключению преобразователя из-за перегрузки по току и возможному отказу изделия.
- Не рекомендуется пускать и останавливать двигатель путем подачи и снятия напряжения питания преобразователя, для этого необходимо использовать сигналы пуска и останова преобразователя.

1. ВВЕДЕНИЕ

- Преобразователь частоты E5-MINI разработан для регулируемых приводов на основе асинхронного трехфазного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.
- Данное «Руководство по эксплуатации» описывает допустимые условия эксплуатации преобразователя частоты - условия окружающей среды, установку, монтаж, аварийные ситуации, а также основные режимы работы и параметры для всех типоразмеров преобразователей серии E5-MINI.
- Расширенное «Руководство по эксплуатации (ВАЮУ.435X21.012-07 РЭ)» размещено на сайте www.vesper.ru и доступно по ссылке



- В связи с постоянным совершенствованием изделия, изменениями спецификаций в настоящее руководство могут быть внесены изменения, соответствующие усовершенствованному образцу изделия.
- Изготовитель не несет ответственности за любые действия пользователя, связанные с доработкой или усовершенствованием преобразователя частоты. Действие гарантии изготовителя в данной ситуации прекращается.
- Для обеспечения эффективного и безопасного функционирования изделия перед началом работ с преобразователем внимательно прочтите данное руководство. По всем возникающим вопросам вы можете связаться с сервис-центром предприятия-изготовителя.

1.1. Обозначение моделей

Таблички паспортных данных расположены на передней панели и на боковой стенке преобразователя. Например, для модели с однофазным питанием 220 В и мощностью 0,4 кВт табличка паспортных данных имеет следующую информацию:

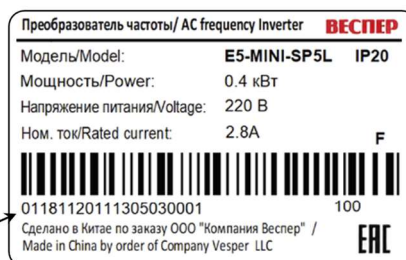
На передней панели:



QR - код ссылки на данное Руководство по эксплуатации

Серийный номер ПЧ

На верхней стенке:





Номинальная мощность ПЧ, кВт	Модель ПЧ	
	Однофазные 220 В	Трёхфазные 380 В
0,4	E5-MINI-SP5L	-
0,75	E5-MINI-S1L	E5-MINI-001H
1,5	E5-MINI-S2L	E5-MINI-002H
2,2	E5-MINI-S3L	E5-MINI-003H
3,7	-	E5-MINI-005H
5,5	-	E5-MINI-007H
7,5	-	E5-MINI-010H

1.2. Спецификации

Модели класса L (220 В)

Код модели	Выходные характеристики			Габаритные размеры (мм) Ш x В x Г	Масса (кг)
	Номинальная мощность преобразователя (кВт)	Полная мощность преобразователя (кВА)	Выходной ток (А)		
- SP5L	0,4	0,5	2,8	57 x 186 x 140	0,8
- S1L	0,75	1,0	4,8		
- S2L	1,5	2,0	8,0	80 x 192 x 151	1,1
- S3L	2,2	3,0	10,0		

Модели класса H (380 В)

Код модели	Выходные характеристики			Габаритные размеры (мм) Ш x В x Г	Масса (кг)
	Номинальная мощность преобразователя (кВт)	Полная мощность преобразователя (кВА)	Выходной ток (А)		
- 001H	0,75	1,0	2,5	57 x 186 x 140	0,8
- 002H	1,5	2,0	4,2		
- 003H	2,2	3,0	5,6	80 x 192 x 151	1,1
- 005H	3,7	5,0	9,4		
- 007H	5,5	7,5	13,0	95 x 246 x 161	1,6
- 010H	7,5	10,0	17,0		

1.3. Технические характеристики

Питающая сеть (клеммы L1, L2, L3)	
Напряжение питания	Однофазное 200 – 240 В (+ 10 % - 15 %) (модели SP5L...S3L) Трёхфазное 340 – 460 В (+ 10 % - 15 %) (модели 001H...010H)
Частота сети	50 - 60 Гц (± 5 %)
Выходные характеристики (клеммы U, V, W)	
Режим управления	Скалярное (U/f)
Выходная частота	0 - 600 Гц



Пусковой момент	150 % / 1 Гц
Выходное напряжение	0 - 100 % напряжения питания
Несущая частота	1 - 16 кГц (1 - 10 кГц для 007Н)
Время разгона / торможения	0,01 – 650,00 с; 0,1 – 6500,0 с; 1 – 65000 с
Перегрузочная способность	150% / 60 с
Тормозной прерыватель	встроенный (модели SP5L...S3L)
Тормозящий крутящий момент	модели SP5L...S3L: до 20% (без тормозного резистора) до 100% (с внешним тормозным резистором)
	модели 001Н...010Н: до 20% (подключение тормозного резистора не предусмотрено)
Дискретные входы (клеммы X1...X4)	
Количество, тип	4 (NPN, PNP)
Уровень напряжения	0 – 24 В (уровень срабатывания > 12 В)
Сопротивление входа	4 кОм
Аналоговый вход (клемма A11)	
Количество	1
Уровень сигнала	0 – 10 В (входное сопротивление 50 кОм) 4 – 20 мА (входное сопротивление 500 Ом)
Релейный выход (клеммы EA-EC)	
Количество	1
Спецификация	~250 В / 2 А; =30 В / 1 А
Дискретный транзисторный выход (клеммы Y1, COM)	
Количество	1
Спецификация	= 24 В / 50 мА (открытый коллектор)
Последовательная линия связи (клеммы A+, A-)	
Количество портов	1
Количество станций	1 - 247
Протокол управления	Modbus RTU
Скорость	4800 - 115200 бит/с
Встроенный фильтр	
Тип	ЭМИ (Y конденсатор)
Окружающая среда	
Степень защиты	IP20
Рабочая температура	От -10°C до +50°C (для E5-MINI-010Н от -10°C до +40°C)
Температура хранения	От -40°C до +70°C
Влажность	До 95%, без образования конденсата
Высотность	До 1000 метров
Вибрация	до 9,81 м/с ² (1g, менее 20 Гц); до 1,96 м/с ² (0,2g, от 20 до 50 Гц)

При эксплуатации ПЧ необходимо учитывать снижение номинального выходного тока ПЧ относительно табличного значения в следующих случаях:

- при высоких значениях частоты ШИМ
- при температуре окружающей среды выше +50 °С (для E5-MINI-010Н от -10°C до +40°C)
- при высоте над уровнем моря более 1000 метров

2. МОНТАЖ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

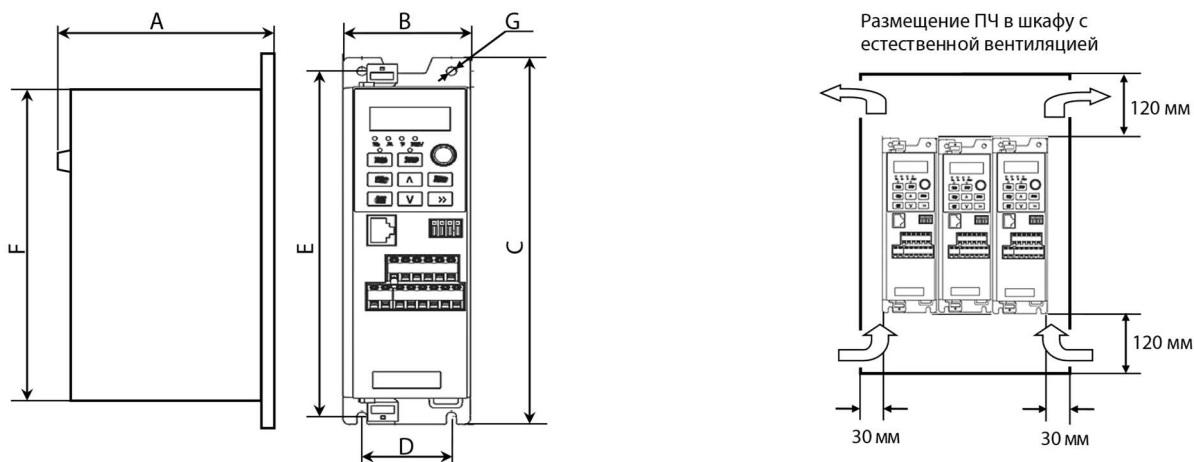
2.1. Рекомендации по установке и монтажу

Для безаварийной работы преобразователя необходимо соблюдать указанные в настоящем Руководстве условия эксплуатации ПЧ – совокупность внешних воздействующих факторов, которые могут влиять на него во время работы.

Необходимо обеспечить следующие условия эксплуатации:

- окружающая температура: от -10°C до $+50^{\circ}\text{C}$ (для E5-MINI-010H от -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$);
- отсутствие брызг воды и влажности выше 95 %;
- отсутствие масляного и соляного тумана;
- отсутствие пыли и металлических частиц;
- отсутствие электромагнитных помех (сварочные аппараты, мощные потребители);
- отсутствие ударов и вибраций свыше 1g при частоте <20 Гц; не более 0,2 g при частоте 20...50 Гц. Если вибрации нельзя избежать, устанавливайте антивибрационные прокладки (амортизаторы);
- отсутствие прямых солнечных лучей;
- отсутствие агрессивных жидкостей и газов;
- отсутствие в непосредственной близости радиоактивных и горючих материалов.

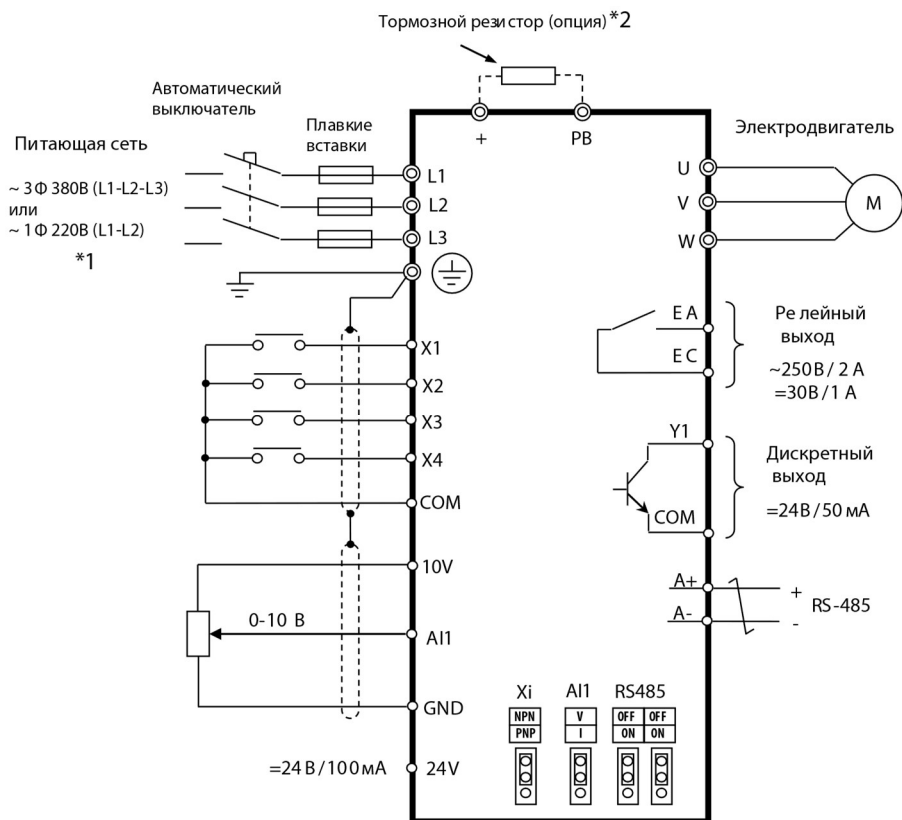
2.2. Габаритные и установочные размеры



Модель ПЧ	A	B	C	D	E	F	G
SP5L...S1L 001H...002H	140	57	186	40	175	158	4,5
S2L...S3L 003H...005H	151	80	192	65	180	162	4,5
007H...010H	161	95	246	70	235	221	5,5

3. ПОДКЛЮЧЕНИЕ

3.1. Схема подключения



*1. В моделях SP5L...S3L сетевое напряжение 220 В подключается к клеммам L1 и L2.

*2. Только в моделях SP5L...S3L.

Переключатели Xi, A11, RS485.

Обозначение	Описание функции
Xi 	Выбор логики управления входов X1...X4 «NPN» – общая клемма COM «PNP» – общая клемма 24V
A11 	Выбор типа аналогового входа A11 (см. параметр F02.62) «V» - потенциальный 0...10 В (параметр F02.62=0) «I» - токовый 4...20 мА (параметр F02.62=1)
RS485 	Коммутация терминального резистора 120 Ом (порт RS-485) «OFF» – резистор отключен «ON» – резистор подключен Оба переключателя необходимо задействовать одновременно

3.2. Клеммы подключения

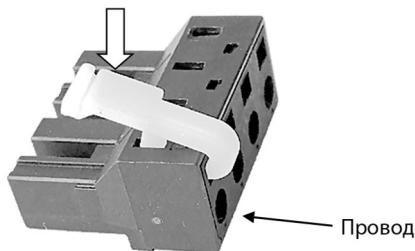
Силовые клеммы

Обозначение	Описание
-------------	----------

L1	Подключение силового питания: модели SP5L...S3L: клеммы L1, L2 модели 001H...010H: L1, L2, L3
L2	
L3	
+	Подключение внешнего тормозного резистора (только у SP5L...S3L)
PB	
U	Подключение двигателя
V	
W	

Для подключения силовых клемм:

- выньте клеммную колодку из ПЧ;
- установите специальный ключ из комплекта поставки, как указано на рисунке ниже;
- нажмите на ключ (в направлении, указанном стрелкой) и вставьте провод в отверстие;
- отпустите ключ и продолжите подключение остальных проводов;
- установите клеммную колодку на штатное место.



В модели 007H используется силовая клеммная колодка с винтовым подключением.

Управляющие клеммы

Обозначение	Описание	
EA	Многофункциональный релейный выход ~250В / 2А или =30В / 1А	
EC		
COM	Общая клемма для X1 ... X4 (NPN), Y1	
X1...X4	Многофункциональные дискретные входы (Клемма D6 может быть использована для импульсного задания частоты)	
10V	Источник питания: +10 В / 20 мА	
24V	Источник питания: +24 В / 100 мА Общая клемма для X1 ... X4 (PNP)	
GND	Общая клемма для AI1, 10V	
AI1	Аналоговый вход 0 – 10 В (50 кОм) 4 – 20 мА (500 Ом)	
Y1	Многофункциональный выход с ОК =24 В / 50 мА	
A+	(+) RS485	Порт последовательной связи
B+	(-) RS485	

Для подключения к управляющим клеммам рекомендуется использовать провода 0,5–1,0 мм². Используйте крестовую отвертку PH0, момент затяжки 0,5 Нм.

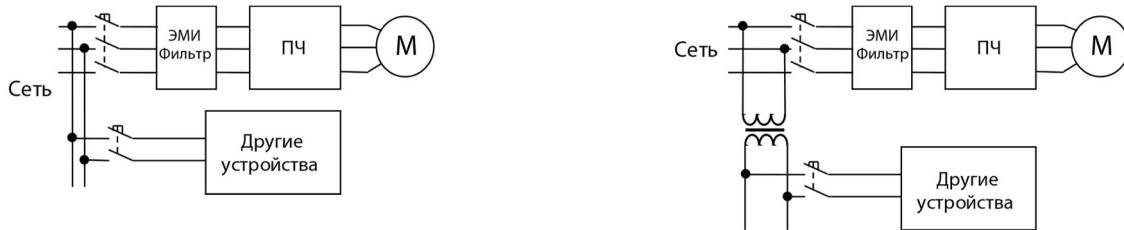
3.3. Заземление ПЧ

Заземление ПЧ должно производиться в соответствии с требованиями ПУЭ по одной из двух систем заземления:

система заземления TN-S – рабочий нейтральный проводник и защитный заземляющий проводник разделены по всей длине; защитный заземляющий проводник присоединен к заземляющему устройству на питающем трансформаторе.

система заземления TT – заземление ПЧ производится на отдельное заземляющее устройство, не связанное с заземляющим устройством питающего трансформатора.

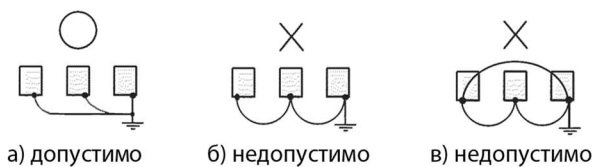
Если преобразователь подключается к сети совместно с другими устройствами, необходимо в цепи питания установить фильтр электромагнитных помех и/или изолирующий трансформатор для устранения высокочастотных помех, излучаемых преобразователем.



Прокладка кабелей цепей управления должна выполняться отдельно от силовых кабелей во избежание появления взаимных помех. Необходимо использовать экранированный кабель (или витую пару), экран подключать к клемме заземления преобразователя.

3.4. Заземление внешнего оборудования

- Запрещается заземлять ПЧ с использованием общей заземляющей шины со сварочным оборудованием, электродвигателями или другим сильноточным электрооборудованием, в этом случае ПЧ может выйти из строя.
- При установке рядом нескольких ПЧ или других устройств, они должны быть заземлены, как показано ниже на рисунке «а»:



3.5. Дополнительное оборудование

Автоматический выключатель

В качестве защитного устройства и устройства отключения питания используйте автоматический выключатель с характеристикой C согласно приведенной ниже таблице.

Тормозной резистор

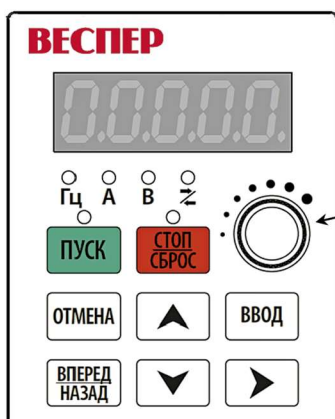
Для получения тормозного момента до 100 % в моделях SP5L...S3L используйте внешний тормозной резистор согласно таблице (мощность рассеяния тормозного резистора зависит от условий применения ПЧ).

В моделях 001H...007H подключение внешнего тормозного резистора не предусмотрено.

**Выбор автоматического выключателя и тормозного резистора**

Модель	SP5L	S1L	S2L	S3L	001H	002H	003H	005H	007H	010H
Авт. выкл., А	6	10	16	25	6	6	10	16	20	25
Торм. резистор	400 Ом 300 Вт	200 Ом 600 Вт	200 Ом 600 Вт	100 Ом 1200 Вт	-	-	-	-	-	-

4. ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ



Цифровой дисплей

5 семисегментных индикаторов

Отображает значения параметров программирования или параметров ПЧ: частота, ток, напряжение, коды аварийных сообщений.

Цифровой потенциометр

Светодиодные индикаторы

Гц: Светится при отображении частоты

А: Светится при отображении тока

В: Светится при отображении напряжения

Светится при реверсе

ПУСК: Светится при работе, мигает при торможении

СТОП/СБРОС: Светится (мигает) при аварии

4.1. Назначение кнопок

Кнопка	Режим управления	Режим программирования
ПУСК	Пуск двигателя (при F00.02=0, местное управление)	Пуск двигателя (при F00.02=0, местное управление)
СТОП СБРОС	Останов двигателя (при F00.02=0, местное управление) Сброс ошибки	Останов двигателя (при F00.02=0, местное управление)
ОТМЕНА	Выход из режима управления	Выход из режима программирования
ВВОД	Не используется	Чтение и запись параметров
ВПЕРЕД НАЗАД	Изменение направления вращения (при F00.02=0, местное управление).	Не используется
^	Увеличение заданной частоты (при F00.04=0 и F12.45=00010, местное управление)	Увеличивает номер параметра, номер группы параметров или значение параметра
v	Уменьшение заданной частоты (при F00.04=0 и F12.45=00010, местное управление)	Уменьшает номер параметра, номер группы параметров или значение параметра программирования
>	Последовательный просмотр значений: выходной частоты, заданной частоты, выходного тока, выходного напряжения, напряжения звена постоянного тока.	Перемещение вправо к следующему разряду отображаемого параметра или его значения.

4.2. Изменение параметров ПЧ

Программирование параметров ПЧ осуществляется непосредственно кнопками пульта управления. Основным является меню уровня А (--А--), откуда осуществляется доступ ко всем параметрам ПЧ.

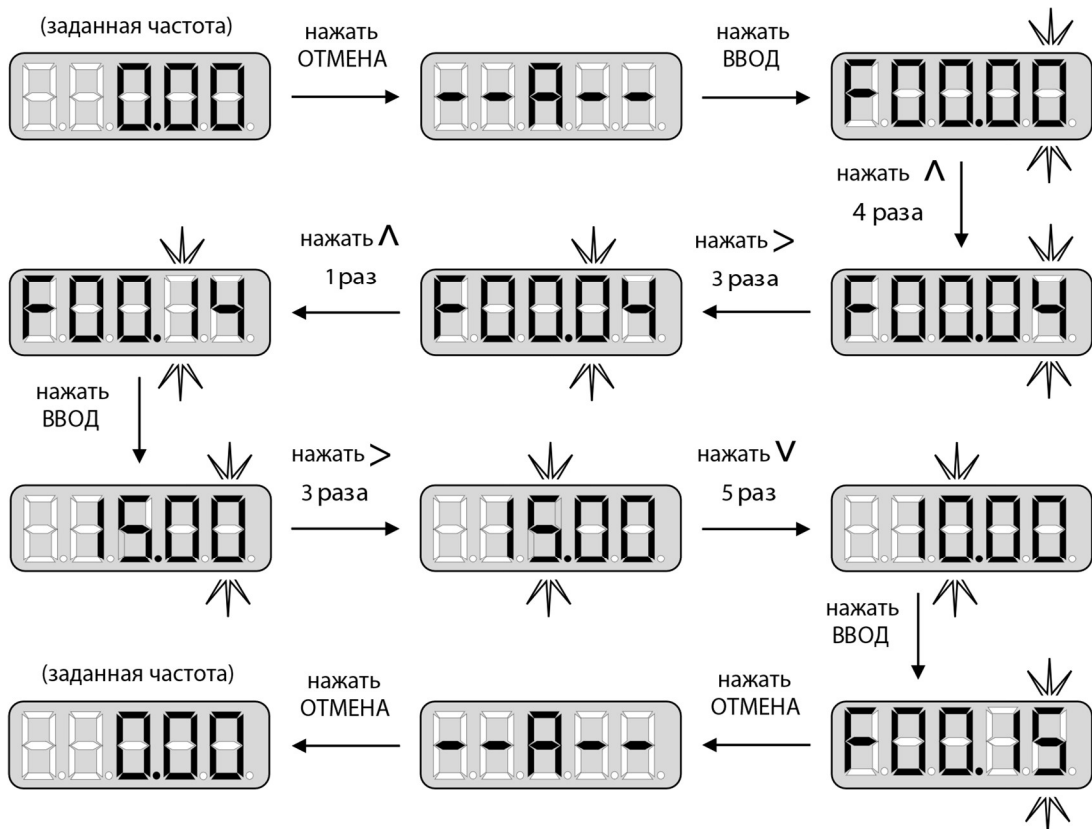
Другие уровни меню, а также полный перечень параметров ПЧ рассматриваются в расширенном «Руководстве по эксплуатации (ВАЮУ.435Х21.012-07 РЭ)», которое размещено на сайте www.vesper.ru и доступно по ссылке



Пример изменения параметров ПЧ



Задача: необходимо уменьшить время разгона с 15 секунд до 10 секунд (параметр F00.14).



Копирование параметров ПЧ

Копирование параметров ПЧ можно осуществлять с помощью панели управления с функцией копирования ПУ-Е5. Данная панель может использоваться также в качестве выносного пульта управления.


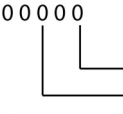


5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

5.1. Список параметров (базовый)

№ параметра	Название	Диапазон	Единицы	Заводское значение	Примечание	Изменение при работе (0 – да, X – нет)
ГРУППА ПАРАМЕТРОВ F00: Параметры основных функций						
F00.02	Источник команды ПУСК	0-2	-	0	0: Пульт управления 1: Клеммы 2: Порт RS-485	x
F00.03	Конфигурация ПУСК/СТОП при управлении от клемм	0-3	-	1	0: Пуск/Стоп - Вперед/Назад 1: Вперед/Стоп - Назад/Стоп 2: Трехпроводное управление 1 3: Трехпроводное управление 2	x
F00.04	Источник основной частоты А	0-8	-	8	0: Кнопки пульта управления 1: Клемма А11 7: Порт RS-485 8: Цифровой потенциометр	x
F00.05	Источник вспомогательной частоты В	0-11	-	10	10: ПИД-регулятор	x
F00.06	Выбор источника частоты	0-6		0	0: Источник основной частоты А 1: Источник вспомогательной частоты В	x
F00.14	Время разгона 1	0~650,00	сек.	15,00		o
F00.15	Время торможения 1	0~650,00	сек.	15,00		o
F00.16	Максимальная частота задания	1~600,00	Гц	50,00		x
F00.18	Верхний предел выходной частоты		Гц	50,00	(F00.19) ~ (F00.16)	
F00.19	Нижний предел выходной частоты		Гц	0,00	0.00 ~ (F00.18)	
F00.21	Запрет реверса	0-1	-	0	0: Реверс разрешен 1: Реверс запрещен	
F00.23	Несущая частота ШИМ		кГц	4,0	1,0~ 16,0 (0,4 ~ 3,7 кВт) 1,0~ 10,0 (5,5 кВт)	o
				2,0	1,0~ 10,0 (7,5 кВт)	
ГРУППА ПАРАМЕТРОВ F01: Параметры электродвигателя						
F01.02	Номинальное напряжение двигателя		В	*	50~2000	x
F01.03	Номинальный ток двигателя		А	*	0,01~600,00	x
F01.04	Номинальная частота двигателя		Гц	*	0,01~600,00	x
F01.04	Номинальная скорость вращения		об/мин	*	1~60000	x



№ параметра	Название	Диапазон	Единицы	Заводское значение	Примечание	Изменение при работе (0 – да, X – нет)
ГРУППА ПАРАМЕТРОВ F02: Клеммы управления: входные сигналы						
F02.00	Функция дискретного входа X1	0-123	-	1	0: Отключено 1: ПУСК	x
F02.01	Функция дискретного входа X2	0-123	-	2	2: Вперед/назад 3: СТОП (трехпроводное управление)	x
F02.02	Функция дискретного входа X3	0-123	-	11	6: БОЛЬШЕ 7: МЕНЬШЕ	x
F02.03	Функция дискретного входа X4	0-123	-	12	9: Останов выбегом 10: Сброс аварийного состояния 11: Фиксированная частота 1 12: Фиксированная частота 2 15: Задание ПИД 1 23: Внешняя неисправность	x
F02.15	Тип сигналов дискретных входов X1-X4		-	0000	 <p>0: Активен при замыкании 1: Активен при размыкании</p>	x
F02.62	Тип аналогового входа AI1	0-2; 4	-	0	0: 0 ~ 10 В 1: 4 ~ 20 мА 2: 0 ~ 20 мА 4: 0 ~ 5 В	
ГРУППА ПАРАМЕТРОВ F03: Клеммы управления: выходные сигналы						
F03.00	Функция дискретного выхода Y1	1-73	-	1	0: Отключено 1: Работа	x
F03.02	Функция релейного выхода (EA-EC)	1-73	-	7	2: Достижение заданной частоты 5: Реверс 7: Неисправность 8: Готов 24: Пониженное напряжение	x
F03.06	Тип дискретного и релейного выходов		-	000	 <p>0: Замкнут в активном состоянии 1: Разомкнут в активном состоянии</p>	x
ГРУППА ПАРАМЕТРОВ F04: Управление пуском/остановом						
F04.00	Поиск скорости при пуске	0-1	-	0	0: Отключен 1: Включен	x
F04.03	Уровень инжекции постоянного тока при пуске	0-100	%	50,0	(100,0% = номинальный ток двигателя)	
F04.04	Время инжекции постоянного тока при пуске	0-30	сек.	0,00	(при 0,00 функция неактивна)	
F04.19	Способ останова	0-1	-	0	0: Плавный останов 1: Останов выбегом	x



№ параметра	Название	Диапазон	Единицы	Заводское значение	Примечание	Изменение при работе (0 – да, X – нет)
F04.27	Повторный пуск при управлении с клемм	0-1	-	1	0: Возможен 1: Невозможен	x
ГРУППА ПАРАМЕТРОВ F08: Фиксированные скорости						
F08.00	Частота 1		Гц	0,00	0,00~максимальная частота	o
F08.01	Частота 2		Гц	5,00	0,00~максимальная частота	o
F08.02	Частота 3		Гц	10,0	0,00~максимальная частота	o
ГРУППА ПАРАМЕТРОВ F09: ПИД-регулятор						
F09.00	Источник задания ПИД	0;1;6	-	0	0: Цифровое задание (параметр F09.01) 1: Вход AI1 6: Порт RS-485	x
F09.01	Задание ПИД		-	0,0	0.0~Заданного диапазона обратной связи ПИД (F09.03)	o
F09.02	Источник обратной связи ПИД	1; 6	-	1	1: Вход AI1 6: Порт RS-485	x
F09.03	Верхний предел датчика обратной связи	0,1-6000,0	-	100,0		o
F09.04	Характеристика ПИД	0-1	-	0	0: Прямая 1: Обратная	x
F09.05	Пропорциональный коэффициент (P)	0,0-100,0	-	0,4		o
F09.06	Интегральный коэффициент (I)	0-30,0	сек	2,0		o
F09.07	Дифференциальный коэффициент (D)	0-30,0	мс	0,0		o
F09.16	Верхний предел частоты ПИД-регулятора		%	100,0	(F09.17) ~ 100.0	
F09.17	Нижний предел частоты ПИД-регулятора		%	0,0	0.0 ~ (F09.16)	
F09.22	Время задержки ПИД-регулятора	0-30,0	сек	0,00		o
F09.27	Спящий режим	0;1	-	0	0: Невозможен 1: Возможен	
F09.29	Время задержки перехода в спящий режим	0,00-6500,0	сек	0,00		
F09.31	Время задержки выхода из спящего режима	0,00-6500,0	сек	0,00		
F09.32	Задание ПИД 1		-	0,00	0,00~(F09.03) Диапазон обратной связи ПИД	o
F09.40	Коэффициент пробуждения	0-100	%	90,0	100,0% = (F09.01) Задание ПИД	
F09.45	Частота перехода в спящий режим		Гц	00,00	0,00~ (F00.18)	o



№ параметра	Название	Диапазон	Единицы	Заводское значение	Примечание	Изменение при работе (0 – да, X – нет)
ГРУППА ПАРАМЕТРОВ F12: Настройки клавиатуры и дисплея						
F12.14	Инициализация (сброс в заводские настройки)	0-2	-	0	0: Неактивно 1: Восстановление заводских настроек, за исключением параметров двигателя (группа F01) 2: Восстановление всех заводских настроек	
ГРУППА ПАРАМЕТРОВ F18: Мониторинг						
F18.00	Выходная частота		Гц	XXX	0,00 ~ (верхний предел частоты)	
F18.01	Опорная частота		Гц	XXX	0,00 ~ (максимальная частота)	
F18.06	Выходной ток		А	XXX	0,00 ~ 650,00	
F18.08	Выходное напряжение		В	XXX	0,0 ~ 690,0	
F18.09	Напряжение шины постоянного тока		В	XXX	0 ~ 1200	
F18.16	Задание ПИД		-	XXX	0,0 ~ (Максимальный диапазон ПИД-регулятора)	
F18.17	Обратная связь ПИД		-	XXX	0,0 ~ (Максимальный диапазон ПИД-регулятора)	
F18.20	Выходная мощность		кВт	XXX	-650,00 ~ 650,00	
ГРУППА ПАРАМЕТРОВ F19: Запись ошибок						
F19.00	Последняя ошибка (1)		-	0	0: нет ошибки E01: Короткое замыкание на выходе E02: Мгновенная перегрузка по току E04: Предельная перегрузка по току E05: Повышенное напряжение E06: Пониженное напряжение E07: Обрыв фазы на входе E08: Обрыв фазы на выходе E09: Перегрузка ПЧ E10: Перегрев ПЧ E11: Конфликт введенных параметров E13: Тепловая перегрузка двигателя E14: Внешняя неисправность E15: Ошибка памяти EEPROM E16: Ошибка связи E18: Ошибка реле предзаряда E19: Ошибка измерителя тока E20: Защита от срыва E21: Потеря обратной связи ПИД-регулятора E24: Ошибка идентификации параметра E26: Потеря нагрузки E57: Высокое давление в трубопроводе E58: Низкое давление в трубопроводе E76: Короткое замыкание на землю	
F19.01	Выходная частота (1)		Гц		0,00 ~ максимальная выходная частота	
F19.02	Выходной ток (1)		А		0,00 ~ 650,00	
F19.03	Напряжение шины постоянного тока (1)		В		0 ~ 1200	



№ параметра	Название	Диапазон	Единицы	Заводское значение	Примечание	Изменение при работе (0 – да, X – нет)
F19.04	Статус ПЧ (1)		-	0	0: Останов 1: Разгон вперед 2: Разгон назад 3: Замедление вперед 4: Замедление назад 5: Работа на постоянной скорости вперед 6: Работа на постоянной скорости назад	
F19.05	Время работы (1)		ч			
F19.06	Предпоследняя ошибка (2)			0	Аналогично F19.00	
F19.07	Выходная частота (2)		Гц	0,00	0,00~максимальная выходная частота	
F19.08	Выходной ток (2)		А	0	0,00~650,00	
F19.09	Напряжение шины постоянного тока (2)		В	0	0~1200	
F19.10	Статус ПЧ (2)			0	Аналогично F19.04	
F19.11	Время работы (2)		ч			
F19.12	Наиболее давняя ошибка (3)			0	Аналогично F19.00	
F19.13	Выходная частота (3)		Гц		0,00~максимальная выходная частота	
F19.14	Выходной ток (3)		А		0,00~650,00	
F19.15	Напряжение шины постоянного тока (3)		В		0~1200	
F19.16	Статус ПЧ (3)				Аналогично F19.04	
F19.17	Время работы (3)		ч			

5.2. Описание параметров

F00.02	Источник команды Пуск
Диапазон значений: 0 ~ 2	Зав. значение: 0

F00.02= 0 Пуск/останов кнопками ПУСК и СТОП пульта управления.

F00.02= 1 Пуск/останов с внешних клемм управления. Дополнительно необходимо выбрать нужный режим двух или трехпроводного управления в параметре F00.03.

F00.02=2 Пуск/останов с порта RS-485 по протоколу Modbus.



Описание протокола **Modbus** размещено на сайте www.vesper.ru в разделе «Документация / Программное обеспечение»

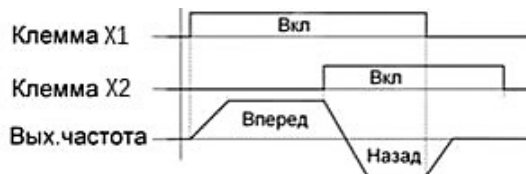
F00.03	Конфигурация ПУСК/СТОП при управлении от клемм
Диапазон значений: 0 ~ 3	Зав. значение: 1

F00.03= 0 Пуск/Стоп - Вперед/Назад

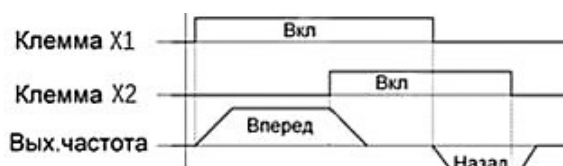
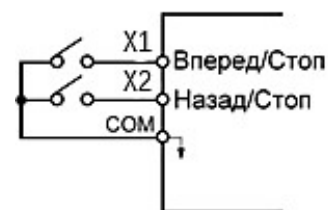
- F00.03= 1** Вперед/Стоп - Назад/Стоп
F00.03= 2 Трехпроводное управление 1
F00.03= 2 Трехпроводное управление 2

При трехпроводном управлении установить F02.02=3 (функция клеммы X3 – СТОП).

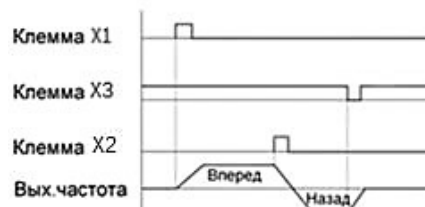
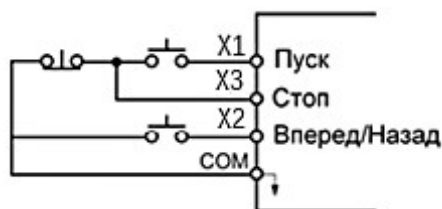
F00.03= 0



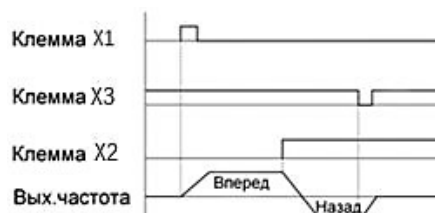
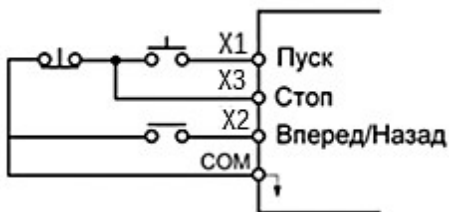
F00.03= 1



F00.03= 2



F00.03= 3



F00.04	Источник основной частоты А	
Диапазон значений: 0 ~ 8		Зав. значение: 8

F00.04= 0 Кнопки пульта управления

Задание частоты осуществляется кнопками «Л» «V». Частота изменяется без дополнительного нажатия кнопки «ВВОД». Необходимо также установить параметр **F12.45=00010**.

F00.04= 1 Клемма AI1

Задание частоты осуществляется напряжением 0...10 В (переключатель AI1 в верхнем положении « V ») или током 4...20 мА (переключатель AI1 в нижнем положении « I »). Необходимо также установить параметр **F02.62** в необходимое значение.

F00.04= 7 Задание частоты осуществляется по протоколу Modbus.

F00.04= 8 Цифровой потенциометр

Задание частоты осуществляется цифровым потенциометром на пульте управления. Функция активна при установке **F12.45=00000** (заводское значение).



F00.05	Источник вспомогательной частоты В	
Диапазон значений: 0 ~ 11		Зав. значение: 10

F00.05= 10 Вход ПИД-регулятора

F00.06	Выбор источника частоты	
Диапазон значений: 0 ~ 6		Зав. значение: 0

F00.06= 0 Источник основной частоты А

Вход А11 используется для прямого задания частоты

F00.06= 1 Источник вспомогательной частоты В

Вход А11 используется как источник обратной связи для ПИД-регулятора

F00.14	Время разгона 1	
Диапазон значений: 0,01 ~ 650,00		Зав. значение: 15,00
F00.15	Время торможения 1	
Диапазон значений: 0,01 ~ 650,00		Зав. значение: 15,00

Устанавливается соответственно время увеличения (F00.14) и уменьшения (F00.15) выходной частоты от минимального значения до максимального и наоборот.

F00.16	Максимальная частота задания	
Диапазон значений: 1,00 ~ 600,00		Зав. значение: 50,00

Устанавливается верхний предел задаваемой частоты.

F00.18	Верхний предел выходной частоты	
Диапазон значений: (F00.19) ~ (F00.16)		Зав. значение: 50,00
F00.19	Нижний предел выходной частоты	
Диапазон значений: 0.00 ~ (F00.18)		Зав. значение: 0,00

Устанавливается соответственно верхний (F00.18) и нижний (F00.19) предел выходной частоты.

F00.23	Несущая частота ШИМ	
Диапазон значений: 1,0 ~ 16,0 кГц (0,4~3,7 кВт)		Зав. значение: 4,0
Диапазон значений: 1,0 ~ 10,0 кГц (5,5 кВт)		Зав. значение: 4,0

Увеличение несущей частоты ШИМ снижает акустический шум при работе двигателя.

При больших нагрузках установка несущей частоты выше заводского значения может привести к избыточному нагреву преобразователя частоты.

F02.00	Функции клеммы X1	Зав. значение: 1
F02.01	Функции клеммы X2	Зав. значение: 2
F02.02	Функции клеммы X3	Зав. значение: 11
F02.03	Функции клеммы X4	Зав. значение: 12

Значение F02.00~F02.03	Описание функций															
0	Клемма отключена															
1	Команда ПУСК при управлении с клемм (F00.02=1)															
2	Выбор направления вращения при управлении с клемм (F00.02=1)															
3	Команда СТОП при трехпроводном управлении с клемм (F00.03=2; 3)															
6	Действует при F00.04=0 и F12.45=00010															
7		Команда БОЛЬШЕ														
9	Команда МЕНЬШЕ															
10	Останов выбегом															
11; 12	<p>Сброс аварийного состояния ПЧ Позволяет перевести ПЧ в рабочее состояние. Для повторного запуска ПЧ необходимо снять команду ПУСК, подать команду сброс или нажать кнопку СТОП/СБРОС пульта управления, или отключить и снова включить питание ПЧ.</p> <p>11: Фиксированная частота 1 12: Фиксированная частота 2</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th>Выбор фиксированной частоты</th> <th>F02.02= 11 (клемма X3) «Фиксир. частота 1»</th> <th>F02.02= 12 (клемма X4) «Фиксир. частота 2»</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F00.04 (частота 0)</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>F08.00 (частота 1)</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>F08.01 (частота 2)</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>F08.02 (частота 3)</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p> «1» - клемма замкнута, «0» - клемма разомкнута.</p>	Выбор фиксированной частоты	F02.02= 11 (клемма X3) «Фиксир. частота 1»	F02.02= 12 (клемма X4) «Фиксир. частота 2»	F00.04 (частота 0)	0	0	F08.00 (частота 1)	1	0	F08.01 (частота 2)	0	1	F08.02 (частота 3)	1	1
Выбор фиксированной частоты	F02.02= 11 (клемма X3) «Фиксир. частота 1»	F02.02= 12 (клемма X4) «Фиксир. частота 2»														
F00.04 (частота 0)	0	0														
F08.00 (частота 1)	1	0														
F08.01 (частота 2)	0	1														
F08.02 (частота 3)	1	1														
15	Задание ПИД 1 Выбор величины задания ПИД-регулятора (параметр F09.32).															
23	Внешняя неисправность. Двигатель останавливается выбегом, на дисплее «E14», мигает индикатор СТОП. Состояние сохраняется и при снятии команды. Для возобновления работы необходимо снять команды ПУСК и «Внешняя неисправность», выполнить сброс с внешней клеммы или нажатием кнопки СТОП/СБРОС пульта управления и повторно подать команду ПУСК.															

F02.15	Тип сигналов дискретных входов X1-X4
Зав. значение: 00000	

Задается прямая или инверсная логика работы дискретных входов.



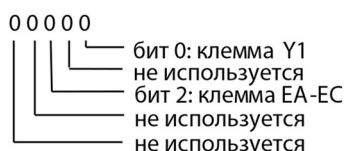
F03.00	Функция дискретного выхода Y1	Зав. значение: 1
F03.02	Функция релейного выхода (EA-EC)	Зав. значение: 7

Значение параметров F03.00; F03.02	Описание функций
0	Отключено

1	Работа (при наличии команды ПУСК)
2	<p>Достижение заданной частоты</p>
5	Реверс (при обратном вращении)
7	Неисправность (при неисправности или при аварийной ситуации).
8	Готов (при готовности ПЧ к работе)
24	Пониженное напряжение (при фиксации пониженного напряжения питания «E06»)

F03.06	Тип дискретного и релейного выходов
Зав. значение: 00000	

Задается прямая или инверсная логика работы выходов.



F04.00	Поиск скорости при пуске	Зав. значение: 0
Диапазон значений: 0; 1		

F04.00 = 0 Поиск скорости отключен

Разгон двигателя начинается с минимальной частоты.

F04.00 = 1 Поиск скорости включен

Режим применяется при пуске самопроизвольно вращающегося двигателя. ПЧ осуществляет определение скорости двигателя и его подхват с последующим разгоном.

F04.03	Уровень инжекции постоянного тока при пуске	Зав. значение: 50,0
Диапазон значений: 0,0 ... 100,0%		

Устанавливается в процентах от номинального тока преобразователя частоты.

F04.03	Время инжекции постоянного тока при пуске	Зав. значение: 0,00
Диапазон значений: 0,00 ... 30,00%		

Торможение постоянным током перед пуском может быть использовано, например, для остановки вращающегося двигателя (или когда направление вращения двигателя неизвестно). Если **F04.03 = 0,00**, торможение постоянным током отключено, и разгон двигателя начинается с минимальной частоты.

F04.19	Способ останова
---------------	------------------------

Диапазон значений: 0; 1	Зав. значение: 0
-------------------------	------------------

F04.19 = 0 Плавный останов.

Время торможения до останова определяется параметром F00.15.

F04.19 = 1 Останов выбегом.

По команде Стоп двигатель останавливается инерционно.

F04.27	Повторный пуск при управлении с клемм	
Диапазон значений: 0; 1		Зав. значение: 1

F04.27 = 0 возможен.

Пуск производится автоматически при подаче питания при условии сохранения на клемме сигнала Пуск.

F04.27 = 1 невозможен.

Пуск при подаче питания не производится, необходимо снять и заново подать на клемму сигнал Пуск.

F08.00	Частота 1	Зав. значение: 0,00
F08.01	Частота 2	Зав. значение: 5,00
F08.02	Частота 3	Зав. значение: 10,00

Значения предварительно задаваемых фиксированных частот, выбор которых может быть осуществлен сигналами на дискретных входах.

Подробнее в описании параметров F02.00 ~ F02.03.

F09.00	Источник задания ПИД	
Диапазон значений: 0; 1; 6		Зав. значение: 0

F09.00 = 0 Цифровое задание (параметр F09.01).

F09.00 = 1 Вход AI1.

F09.00 = 6 Порт RS-485.

F09.01	Задание ПИД	
Диапазон значений: 0,0 ~ (F09.03)		Зав. значение: 0.0

Устанавливается необходимая величина задания для ПИД-регулятора.

F09.02	Выбор источника обратной связи ПИД	
Диапазон значений: 1; 6		Зав. значение: 1

F09.02 = 1 Вход AI1.

F09.02 = 6 Порт RS-485.

F09.03	Верхний предел датчика обратной связи	
Диапазон значений: 0,0 ... 6000,0		Зав. значение: 100,0



Устанавливается верхний предел измерения применяемого датчика обратной связи.

F09.04	Характеристика ПИД	
Диапазон значений: 0; 1	Зав. значение: 0	

F09.04 = 0 Прямая (отрицательная ОС).

F09.04 = 1 Обратная (положительная ОС).

F09.05	Пропорциональный коэффициент (P)	
Диапазон значений: 0,0 ~ 100,0	Зав. значение: 0,4	
F09.06	Интегральный коэффициент (I)	
Диапазон значений: 0,0 ~ 30,0 с	Зав. значение: 2,0	
F09.07	Дифференциальный коэффициент (D)	
Диапазон значений: 0,00 ~ 30,00 с	Зав. значение: 0,00	
F09.16	Верхний предел частоты ПИД-регулятора	
Диапазон значений: (F09.17) ~ 100,0 %	Зав. значение: 100,0	
F09.17	Нижний предел частоты ПИД-регулятора	
Диапазон значений: 0,0 ~ (F09.16) %	Зав. значение: 0,0	
F09.22	Время задержки ПИД-регулятора	
Диапазон значений: 0,0 ~ 30,0 с	Зав. значение: 0,0	

Используется для задержки изменения расчетного значения ПИД-регулятора с целью предотвращения колебаний и повышения стабильности системы.

F09.27	Спящий режим	
Диапазон значений: 0; 1	Зав. значение: 0	

F09.27 = 0 невозможен.

F09.27 = 1 возможен.

F09.29	Время задержки перехода в спящий режим	
Диапазон значений: 0,00 ~ 6500,0 с	Зав. значение: 0,00	

Если выходная частота ПЧ равна или меньше значения **F09.45** в течение времени, установленного в **F09.29**, ПЧ переходит в спящий режим и двигатель останавливается.

F09.31	Время задержки выхода из спящего режима	
Диапазон значений: 0,00 ~ 6500,0 с	Зав. значение: 0,00	

Если сигнал обратной связи меньше значения $(F09.01) \cdot (F09.40)$ в течение времени, установленного в **F09.31**, ПЧ выходит из спящего режима и двигатель начинает вращение.

F09.32	Задание ПИД 1	
Диапазон значений: 0,0 ~ (F09.03)	Зав. значение: 0,0	

Устанавливается необходимая величина задания для ПИД-регулятора, которая может быть активирована с помощью дискретного сигнала.

Подробнее в описании параметров F02.00 ~ F02.03.

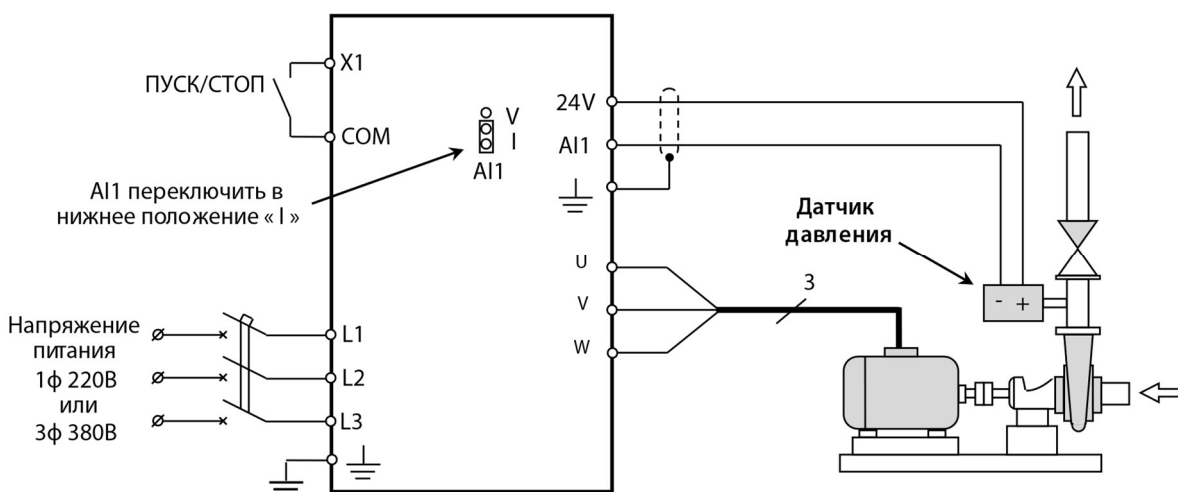
F09.40	Коэффициент пробуждения	
Диапазон значений: 0,00 ~ 100,0%		Зав. значение: 90,0

Определяет снижение сигнала обратной связи от заданного значения **F09.01** для выхода ПЧ из спящего режима.

F09.45	Частота перехода в спящий режим	
Диапазон значений: 0,00 ~ (F00.18)		Зав. значение: 00,00

Определяет выходную частоту ПЧ, при которой он переходит в спящий режим.

Пример настройки ПЧ для поддержания давления



После подключения преобразователя по приведенной выше схеме необходимо запрограммировать следующие параметры:

F00.02= 1 (Пуск от клемм);

F00.06= 1 (Источник вспомогательной частоты В);

F02.62= 1 (Вход AI1: 4 ~ 20 мА), переключатель AI1 установить в нижнее положение «I»;

F09.01 (Установка необходимой величины давления, бар);

F09.03 (Установка максимального давления по паспорту датчика, бар);

Мониторинг величины давления (обратной связи) осуществляется параметром **F18.17**.

Для получения стабильной работы системы может потребоваться корректировка параметров пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющей ПИД-регулятора (параметры **F09.05**, **F09.06** и **F09.07** соответственно), а также параметра **F09.22**.

Настройка «спящего» режима:

F09.27= 1 (спящий режим включен);

Вход в спящий режим происходит при снижении выходной частоты до значения параметра **F09.45** с учетом времени задержки **F09.29**.

Выход из спящего режима происходит при снижении давления до значения **(F09.40)*(F09.01)** с учетом времени задержки **F09.31**.

Настройка режима автоматического перезапуска ПЧ после просадок напряжения:

F04.27= 0 (повторный пуск разрешен);

F07.14= 2 или более (количество попыток перезапуска);

F07.16= 2.00 с (интервал попыток перезапуска).

Настройка работы с двумя заданиями давления (режим «день/ночь»):

F02.03= 15 (задание ПИД1 для клеммы X4);

F09.32 (Установка второго значения необходимого давления, бар);

Переход на второе значения давления **F09.32** осуществляется замыканием клемм X4-COM, при размыкании этих клемм давление определяется параметром **F09.01**. Переключение можно осуществлять дискретным сигналом с внешнего таймера.

Ограничение верхнего и нижнего значения выходной частоты может быть задано параметрами **F09.16** и **F09.17** соответственно.

Настройка тепловой защиты двигателя:

В параметре **F01.03** установите значение номинального тока двигателя.

5.3. Инициализация (сброс) параметров

F12.14	Инициализация (сброс в заводские настройки)	
Диапазон значений: 0 ~ 2		Зав. значение: 0

F12.14 = 0 Неактивно.

F12.14 = 1 Восстановление заводских настроек, за исключением параметров двигателя

(группа F01).

F12.14 = 2 Восстановление всех заводских настроек.

5.4. Мониторинг параметров ПЧ

Основные параметры ПЧ, доступные для мониторинга, приведены в таблице ниже.

Полный список параметров приведен в расширенной версии «Руководства по эксплуатации (ВАЮУ.435X21.012-07 РЭ)».



Параметр	Физическая величина	Ед. изм.	Пределы измерений
F18.00	Выходная частота	Гц	0,00~ (верхний предел частоты)
F18.01	Опорная частота	Гц	0,00~ (максимальная частота)
F18.06	Выходной ток	А	0,00~650,00
F18.08	Выходное напряжение	В	0,0~690,0
F18.09	Напряжение шины постоянного тока	В	0~1200
F18.16	Задание ПИД	-	0,0~ (Максимальный диапазон ПИД-регулятора)
F18.17	Обратная связь ПИД	-	0,0~ (Максимальный диапазон ПИД-регулятора)
F18.20	Выходная мощность	кВт	-650,00~650,00

6. АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ

В случае возникновения аварийной ситуации на дисплее ПЧ появляется соответствующий код аварийного сообщения, активируется дискретный выход сигнала «Неисправность» и двигатель останавливается.

Для повторного пуска необходимо следующее:

1. Снять команду ПУСК.
2. Прочитать на дисплее код аварийного сообщения, по нему установить характер неисправности (см. таблицу ниже).
3. Выяснить возможные причины и принять меры по их устранению. При затруднении с решением проблемы обратитесь к расширенному «Руководства по эксплуатации» или свяжитесь с представителем сервисного центра.
4. Сбросить аварийное состояние преобразователя частоты одним из способов:
 - нажатием кнопки СБРОС пульта;
 - подачей команды СБРОС на дискретный вход, запрограммированный на данную функцию;
 - отключением питания ПЧ до погасания индикаторов пульта и повторной подачей питания.
5. Подать команду ПУСК для продолжения работы.
6. Если описанная процедура не решит проблему, обратитесь в сервисный центр изготовителя.

Код	Описание	Примечание
E01	Короткое замыкание на выходе	
E02	Мгновенная перегрузка по току	150% (программная защита)
E04	Предельная перегрузка по току	200% (аппаратная защита)
E05	Повышенное напряжение	
E06	Пониженное напряжение	
E07	Обрыв фазы на входе	
E08	Обрыв фазы на выходе	
E09	Перегрузка ПЧ	150% 60 секунд
E10	Перегрев ПЧ	
E11	Конфликт введенных параметров	
E13	Тепловая перегрузка двигателя	150% 60 секунд
E14	Внешняя неисправность	
E15	Ошибка памяти EEPROM	
E16	Ошибка связи	
E18	Ошибка реле предзаряда	
E19	Ошибка измерителя тока	
E20	Защита от срыва	
E21	Потеря обратной связи ПИД-регулятора	
E24	Ошибка идентификации параметра	
E26	Потеря нагрузки	
E57	Высокое давление	
E58	Низкое давление	



E76	Короткое замыкание на «землю»	
-----	-------------------------------	--

Данные о последних трех аварийных сообщениях сохраняются в параметрах **F19.00 ~ F19.17**.

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, ПРОВЕРКА И УТИЛИЗАЦИЯ

При эксплуатации привода ежедневно контролируйте следующие пункты:

- отсутствие вибрации и посторонних шумов электродвигателя (механизма);
- отсутствие повышенного нагрева электродвигателя и преобразователя;
- температура окружающей среды;
- значение выходного тока не должно быть выше, чем обычно;
- охлаждающий вентилятор преобразователя должен работать без посторонних шумов.

Техническое обслуживание и проверка ПЧ рассматривается в расширенном «Руководстве по эксплуатации (ВАЮУ.435Х21.012-07 РЭ)». Перед обслуживанием ПЧ отключите питание и подождите минимум 10 минут, пока конденсаторы звена постоянного тока не разрядятся.

Вышедшее из употребления оборудование подлежит сдаче на утилизацию в специализированные пункты сбора и хранения ОЭЭО.

8. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

Транспортировать и хранить преобразователь частоты необходимо в оригинальной упаковке. Эта упаковка специально разработана для предотвращения повреждения преобразователя во время транспортировки.

Условия хранения и транспортирования должны соответствовать ГОСТ 23216-78.

9. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

В соответствии с Сервисной политикой ООО «Компания Веспер» предприятие-изготовитель осуществляет бесплатный ремонт преобразователя частоты в течении заявленного гарантийного срока при условии соблюдения пользователем всех предупреждений и предостережений, условий и режимов эксплуатации, а также правил и приёмов безопасной эксплуатации, изложенных в данном Руководстве.

Гарантия не распространяется на изделие с нарушенными пломбами (гарантийными наклейками) и (или) в конструкцию которого пользователем внесены изменения.

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право вносить изменения в конструкцию изделия и его технические характеристики.

10. КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект стандартной поставки входят:

- преобразователь частоты E5-MINI;
- паспорт;
- руководство по эксплуатации ВАЮУ.435Х21.012-08 РЭ;
- упаковочная коробка.

Дополнительно, по отдельному заказу, могут быть поставлены следующие устройства:

- панель управления с функцией копирования ПУ-Е5;
- адаптер крепления на din-рейку (кроме E5-MINI-007H, E5-MINI-010H).

Ред. январь 2026 г.