

# Прикладная инструкция #002A для инвертора VF-S15

ПРИМЕНЕНИЕ И НАСТРОЙКА ИНВЕРТОРА  
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ НАСОСОМ

## СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. Выбор и подключение инвертора и вспомогательного оборудования .....	2
1) Подключение инвертора.....	3
2) Подача питания .....	4
3) Базовые настройки .....	5
4) Настройка наиболее важных функций защиты инвертора.....	6
РАЗДЕЛ 2. Управление с внешним ПИД-регулятором .....	7
1) Настройка аналогового входа .....	7
2) Трехпроводное управление .....	7
3) Внешний сигнал аварийного останова .....	7
РАЗДЕЛ 3. Использование встроенного ПИД-регулятора.....	9
1) Подключение датчика обратной связи.....	9
2) Настройка аналогового входа обратной связи.....	10
3) Параметры ПИД-регулятора .....	10
4) Ручная настройка ПИД-регулятора .....	11

**ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!**

Прикладная инструкция не заменяет, а лишь дополняет основную инструкцию на инвертор.

Пожалуйста, внимательно изучите основную инструкцию на инвертор перед началом работы.

Во избежание несчастных случаев и поломок оборудования подключение и настройку должен выполнять только квалифицированный персонал.

Не подключайте и не настраивайте инвертор, если вы не до конца уверены в правильности и необходимости предпринимаемых действий.

Даная инструкция предназначена для помощи в освоении инвертора для конкретного применения и не может учитывать все возможные варианты эксплуатации инвертора, специфику оборудования и требования заказчика.

Если у вас возникли затруднения или дополнительные вопросы, пожалуйста, обратитесь в службу технической поддержки поставщика оборудования TOSHIBA.

**Российская электронная группа – промышленные системы**

Москва, Кутузовский проезд, 16-4Б

Сервисная служба:

**(499) 145-47-51, 145-39-64, 145-07-08**

[info@regr-is.ru](mailto:info@regr-is.ru)

## РАЗДЕЛ 1. Выбор и подключение инвертора и вспомогательного оборудования

Выбирайте инвертор, исходя из номинального тока двигателя, перегрузочной способности инвертора, температуры окружающего воздуха и частоты ШИМ.

Стандартная перегрузочная способность инвертора VF-S15 по току 150%-1 мин., что удовлетворяет большинству применений инверторов.

Для насосно-вентиляторной нагрузки можно увеличить номинальный выходной ток инвертора, ограничив перегрузочную способность инвертора до 120%-1 мин., частоту ШИМ не более 4кГц и температуру в месте установки инвертора не более 40°C – дополнительно см. раздел 5.6 основной инструкции.

### Номинальный выходной ток инвертора:

VFS15-	Перегрузка 150%-1 мин. (стандартно)				Перегрузка 120%-1 мин. ( $RUL = 2$ )	
	Температура окружающего воздуха	Частота несущей ШИМ			Температура окружающего воздуха	Частота несущей ШИМ
		2,0~4,0 кГц	4,1~12,0 кГц	12,1~16,0 кГц		
4004 PL-W	≤50°C	1,5 А	1,5 А	1,5 А	≤40°C	2,1 А
	50 ~ 60°C	1,4 А	1,2 А	1,2 А		
4007 PL-W	≤50°C	2,3 А	2,1 А	2,1 А	≤40°C	3,0 А
	50 ~ 60°C	2,2 А	1,7 А	1,7 А		
4015 PL-W	≤50°C	4,1 А	3,7 А	3,3 А	≤40°C	5,4 А
	50 ~ 60°C	3,9 А	3,0 А	2,6 А		
4022 PL-W	≤50°C	5,5 А	5,0 А	4,5 А	≤40°C	6,9 А
	50 ~ 60°C	5,2 А	4,0 А	3,6 А		
4037 PL-W	≤50°C	9,5 А	8,6 А	7,5 А	≤40°C	11,1 А
	50 ~ 60°C	9,0 А	6,9 А	6,0 А		
4055 PL-W	≤50°C	14,3 А	13,0 А	13,0 А	≤40°C	17,0 А
	50 ~ 60°C	13,6 А	10,4 А	10,4 А		
4075 PL-W	≤50°C	17,0 А	17,0 А	14,8 А	≤40°C	23,0 А
	50 ~ 60°C	16,2 А	13,6 А	11,8 А		
4110 PL-W	≤50°C	27,7 А	25,0 А	25,0 А	≤40°C	31,0 А
	50 ~ 60°C	26,3 А	20,0 А	20,0 А		
4150 PL-W	≤50°C	33,0 А	30,0 А	26,0 А	≤40°C	38,0 А
	50 ~ 60°C	31,4 А	24,0 А	20,8 А		

Примечание: При работе с повышенными токами при 120% перегрузке обязательна установка сетевого дросселя.

### Выбор внешних опций для инвертора:

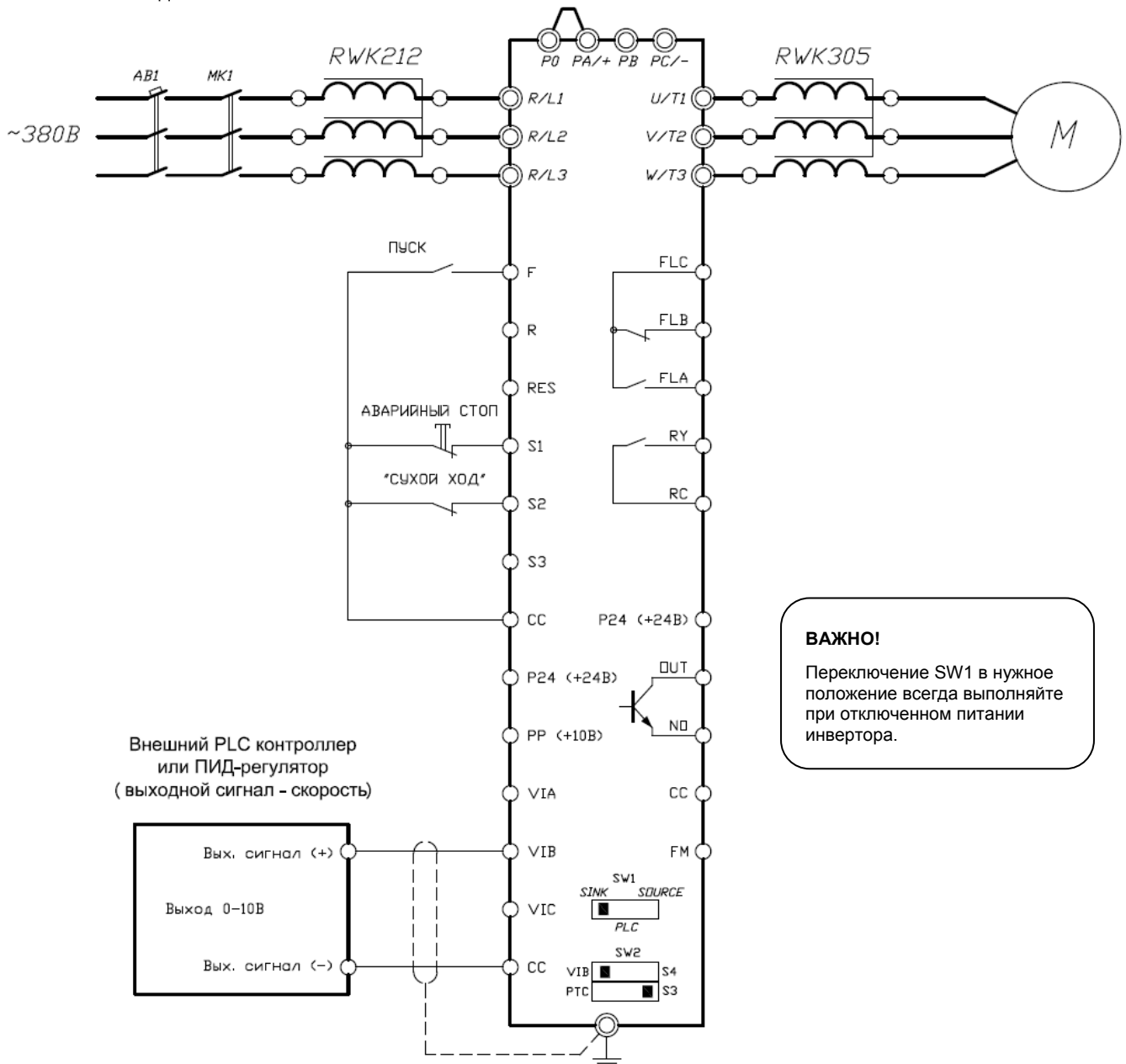
Мощность ЭД,	Входной ток инвертора, (Прим. 1)	Авт. выкл-ль (Прим. 1)	Магнитный контактор (Прим. 1)	Сетевой дроссель	Выходной ток инвертора, (Прим. 2)	Моторный дроссель (Прим. 3)	Синус-фильтр (Прим. 3)
кВт	А	А	А	-	А	-	-
0,4	2,1	5	20	RWK-212-4	1,5	RWK-305-10	FN5040-10
0,75	3,6	5	20		2,1 А		
1,5	6,4	10	20	3,0 А			
2,2	8,8	15	20	5,4 А			
4,0	13,7	20	20	RWK-212-16	6,9 А	RWK-305-17	FN5040-17
5,5	20,7	30	32		11,1 А		
7,5	26,6	40	32	RWK-212-29	17,0 А	RWK-305-32	FN5040-24
11	36,6	50	50		23,0 А		
15	47,7	60	60	RWK-212-60	31,0 А	RWK-305-45	FN5040-38
18,5	52,7	75	60		38,0 А		

#### ПРИМЕЧАНИЯ:

- 1) При напряжении сети 380В-50Гц и использовании стандартного 4-полюсного асинхронного электродвигателя TOSHIBA и без дросселя постоянного тока (опция).
- 2) Приведен выходной ток для перегрузочной способности 120%-1 мин.
- 3) При подборе моторного дросселя или синус-фильтра руководствуйтесь также значением номинального тока двигателя.

### 1) Подключение инвертора

Типовая схема подключения:



**ВАЖНО!**  
Переключение SW1 в нужное положение всегда выполняйте при отключенном питании инвертора.

В зависимости от вашего контроллера, выберите подходящий тип логики:

Тип логики для дискретных входов	Положение переключателя SW1
Стоковая (общий CC (минус))	SINK
Истоковая (общий P24 (плюс))	SOURCE

В зависимости от типа сигнала задания скорости, выберите подходящий аналоговый вход:

Сигнал задания скорости	Аналоговый вход	Переключатель SW2	Настройка параметров
0-10В	VIA	-	$F10d = 1, F109 = 0$
0-10В	VIB	в положении VIB	$F10d = 2, F107 = 0, F109 = 0$
4-20мА (0-5мА, 0-20мА)	VIC	-	$F10d = 8$

## 2) Подача питания

Для подачи питания на инвертор используйте магнитный контактор, соответствующий входному току инвертора (см. основную инструкцию, глава 10). Не используйте входной контактор для частых пусков инвертора, так как это может вывести из строя цепи ограничения заряда силовых конденсаторов инвертора.

Для пуска двигателя всегда используйте сигналы управления (дискретные сигналы), избегайте излишне частую коммутацию силовых цепей.

### **ВНИМАНИЕ!**

Не допускается подача сетевого напряжения 380В на выходные терминалы инвертора. Несоблюдение данного требования влечет за собой выход инвертора из строя, не подпадающий под гарантийные обязательства.

### Сетевой дроссель

Установка сетевого дросселя многократно повышает надежность работы оборудования и снижает вероятность выхода инвертора из строя из-за проблем с питанием: дисбаланс напряжений, мгновенное исчезновение напряжения, мощные импульсные наводки по цепям питания, в том числе и со стороны других потребителей (мощные устройства плавного пуска, сварочное оборудование и т.п.).

Для защиты инвертора от нестабильности питающей сети, бросков входного тока при значительной мощности источника питания, а также для снижения амплитуды входного тока инвертора и уровня генерируемых им гармоник (повышается коэффициент мощности инвертора) рекомендуется установка сетевого дросселя **RWK-212** в соответствии с входным током инвертора.

### Моторный дроссель

Моторный дроссель **RWK305** позволяет снизить скорость нарастания фронтов импульсов выходного напряжения инвертора. За счет этого осуществляется защита изоляции двигателя от перенапряжений, связанных с волновыми процессами в длинном кабеле (читайте дополнительно статью о проблеме длинного кабеля). Уровень перенапряжений зависит, в основном, от частоты ШИМ, внутреннего сопротивления двигателя и параметров кабеля, и может достигать 1000В и более.

Чтобы снизить вероятность повреждения изоляции обмоток двигателя, рекомендуется устанавливать дроссель при длине кабеля от инвертора до двигателя более 20-30 метров.

Установка дросселя также необходима для защиты инвертора при подключении нагрузки с относительно низким импедансом (многополюсный двигатель или несколько двигателей параллельно) и/или очень коротким кабелем.

При подключении нескольких двигателей параллельно необходимо учитывать суммарную длину кабелей на выходе инвертора.

С увеличением длины кабеля необходимо снижать частоту несущей ШИМ инвертора. Зависимость снижения частоты несущей от длины кабеля смотрите в инструкции на **RWK305**.

### Синус фильтр

При длине кабеля от инвертора до двигателя более 100 метров вместо дросселя **RWK305** необходимо применение синус-фильтра **FN5040**. Синус фильтр **FN5040** обеспечивает практически синусоидальное выходное межфазное напряжение (коэффициент нелинейных искажений не более 5%).

В случае применения синус-фильтра **FN5040** длина кабеля может составлять до 300-400 метров.

Для правильной работы синус-фильтра важно учитывать частоту несущей ШИМ инвертора (от 4 до 16 кГц).

Смотрите дополнительно инструкцию на синус-фильтр **FN5040**.

Если длина кабеля до двигателя превышает 400 метров и/или используется кабель завышенного сечения, обратитесь за консультацией в техническую поддержку поставщика оборудования TOSHIBA.

### **ВНИМАНИЕ!**

После проверки правильности подключения инвертора убедитесь, что переключатели SW1 (тип логики) и SW2 (тип входа VIB) на плате терминалов инвертора установлены в положение, соответствующее вашей схеме управления. Подайте питание на инвертор и приступайте к базовым настройкам.

### 3) Базовые настройки

При первом включении (а так же при установке параметра  $SEt=0$ ) на индикаторе отображается установочное меню для выбора региональных настроек.

Установка	Основные регионы	Частота <i>UL, uL, F170, F204, F213, F219, F330, F367, F814</i> (Гц)	Напряжение базовой частоты 1 и 2		Выбор режима управления V/F <i>Pt</i>	Коррекция входного напряжения (ограничение выходного напряжения) <i>F307</i>	Ном. скорость двигателя <i>F417</i> (мин <sup>-1</sup> )
			Класс				
			240 В	500 В			
<i>EU</i>	Европа	50,0	230	400	0	2	1410
<i>ASIA</i>	Азия	50,0	230	400	0	2	1410
<i>USA</i>	США	60,0	230	460	0	2	1710
<i>JP</i>	Япония	60,0	200	400	2	3	1710

Базовые настройки являются минимально необходимыми для начала работы с инвертором.

На этом этапе очень важно правильно определить параметры возбуждения и защиты двигателя, режим управления двигателем, соответствующий нагрузке, а также указать инвертору источники сигналов запуска и задания скорости, в соответствии со схемой управления.

Если у инвертора сохранились заводские настройки параметров, следуйте указаниям в таблице ниже.

Параметр	Значение	Описание
<i>SEt</i>	<i>EU</i> (4)	Выбор региональных настроек. Эта настройка выполняется один раз для настройки инвертора на частоту 50Гц и напряжение 400В (см. таблицу выше). После сохранения параметра происходит перезапуск инвертора. (См. раздел 3.1 основной инструкции)
<i>ENPd</i>	0	Управление пуском по внешним дискретным сигналам. Если необходимо первоначально пускать двигатель с пульта инвертора, оставьте заводскую настройку ( <i>ENPd=1</i> ).
<i>FNPd</i>	0	Этот параметр определяет источник задания скорости. При <i>FNPd=0</i> (заводская настройка) скорость задается с помощью установочного диска на панели управления инвертора, что иногда полезно на начальном этапе настройки системы.
<i>FH</i>	50	Заводская настройка <i>FH=50</i> Гц. Избегайте работу насоса на частотах свыше 50Гц, так как это вызывает значительную перегрузку двигателя и инвертора.
<i>ACC</i>	-	Задайте небольшое (не более 5~10 сек.) время разгона и торможения, чтобы оно не затормаживало реакцию ПИД-регулятора, но, в то же время, обеспечивало плавную работу двигателя без перегрузки инвертора в соответствующих переходных режимах.
<i>dEC</i>	-	
<i>uL</i>	50	Базовая частота двигателя <b>ВАЖНО!</b> Должна соответствовать номинальной частоте питания двигателя.
<i>uLv</i>	380	Напряжение на базовой частоте <b>ВАЖНО!</b> Должно соответствовать номинальному напряжению питания двигателя. Вместе в базовой частотой ( <i>uL</i> ) определяет режим возбуждения двигателя и его выходной момент. <i>Примечание:</i> Заводская настройка частоты зависит от параметров установочного меню.(См. раздел 11.5 основной инструкции)
<i>tHr</i>	-	Уставка электронной термозащиты двигателя. Задайте номинальный ток двигателя в процентах от номинального тока инвертора (или в Амперах, если <i>F701=1</i> ).
<i>Pt</i>	1	Режим управления двигателем. Для центробежного насоса выберите «Переменный момент»
<i>F300</i>	-	Частота несущей ШИМ. При установке выходного дросселя <b>RWK305</b> или синус-фильтра <b>FN5040</b> следуйте указаниям для этих фильтров.
<i>F316</i>	-	Функция автоматического снижения частоты несущей ШИМ инвертора. При необходимости отключите (см. указания для выходных фильтров).

Чтобы вернуть параметрам заводские настройки, задайте параметр  $tUP=3$  и после этого настраивайте инвертор, как указано в таблице. По окончании настройки сохраните изменения, задав параметр  $tUP=7$ . При необходимости их можно будет восстановить параметром  $tUP=8$

Выполнив базовые настройки, вы уже можете начать работу с приводом и испытать его в деле.

Задайте небольшую частоту вращения (3~5Гц) с помощью потенциометра на пульте инвертора (при  $FNPd=0$  по умолчанию) и запустите двигатель.

Проверьте направление вращения двигателя и при необходимости изменить направление вращения поменяйте местами два фазных провода на **выходе** инвертора.

Убедитесь, что ошибки отсутствуют и двигатель нормально вращается в нужном направлении.

#### 4) Настройка наиболее важных функций защиты инвертора

##### Сохранение аварии после сброса питания инвертора

Согласно заводским настройкам инвертор сбрасывает аварию, если отключить и снова подать питание. Настройте  $F602=1$ , чтобы инвертор сохранял состояние аварийного останова даже после сброса питания.

См. дополнительно раздел 6.29.3 основной инструкции.

##### Реакция на сигнал аварийного останова

Согласно заводским настройкам при подаче сигнала аварийного останова двигатель останавливается выбегом. Чтобы инвертор останавливал двигатель торможением или постоянным током, настройте параметр соответствующим образом параметр  $F603$ .

См. дополнительно раздел 6.29.4 основной инструкции.

##### Реакция на обрыв фазы двигателя

Согласно заводским настройкам инвертор определение обрыва фазы двигателя отключено. Для настройки контроля цепей двигателя настройте соответствующим образом параметр  $F605$ .

См. дополнительно раздел 6.29.5 основной инструкции.

##### Обнаружение холостого хода двигателя

Согласно заводским настройкам инвертор не определяет пониженную нагрузку на валу двигателя. Для настройки контроля нагрузки двигателя настройте соответствующим образом параметры:

Параметр	Значение	Описание
$F610$	0	Обнаружение недогрузки двигателя 0: Только предупреждение 1: Аварийный останов
$F611$	0	Уровень тока обнаружения недогрузки двигателя (0~100%)
$F612$	0	Время задержки обнаружения недогрузки двигателя (0~255 сек)

Данная функция позволяет по уровню тока двигателя определять обрыв муфты или ременной передачи, а также режим «сухого хода» насоса.

Для определения уровня тока срабатывания защиты желательно экспериментально измерить средствами самого инвертора (см. раздел 8 основной инструкции) ток холостого хода вашего двигателя, так как при слишком низком настроенном уровне тока срабатывания (ниже холостого тока) защитная функция не сработает, а при слишком высоком уровне будут ложные аварийные отключения инвертора.

См. дополнительно раздел 6.29.7 основной инструкции.

##### Обнаружение короткого замыкания на выходе инвертора

Согласно заводским настройкам инвертор определяет короткое замыкание на выходе с помощью одиночного стандартного импульса при каждом запуске инвертора.

См. дополнительно раздел 6.29.8 основной инструкции.

##### Реакция на обрыв сигнала на входе VIC

Чтобы при исчезновении аналогового сигнала инвертор выдавал сигнал аварии (срабатывает реле FL, а на дисплее появляется сообщение «E - 18», с помощью параметра  $F633$  задайте минимальный уровень обнаружения этой ошибки в процентах от полного диапазона аналогового входа.

По умолчанию данная функция отключена ( $F633=0$  (%))

## РАЗДЕЛ 2. Управление с внешним ПИД-регулятором

Такой режим работы используется, когда инвертор получает аналоговый сигнал, пропорциональный скорости (частоте) вращения двигателя, от внешнего ПИД-регулятора или контроллера системы АСУТП.

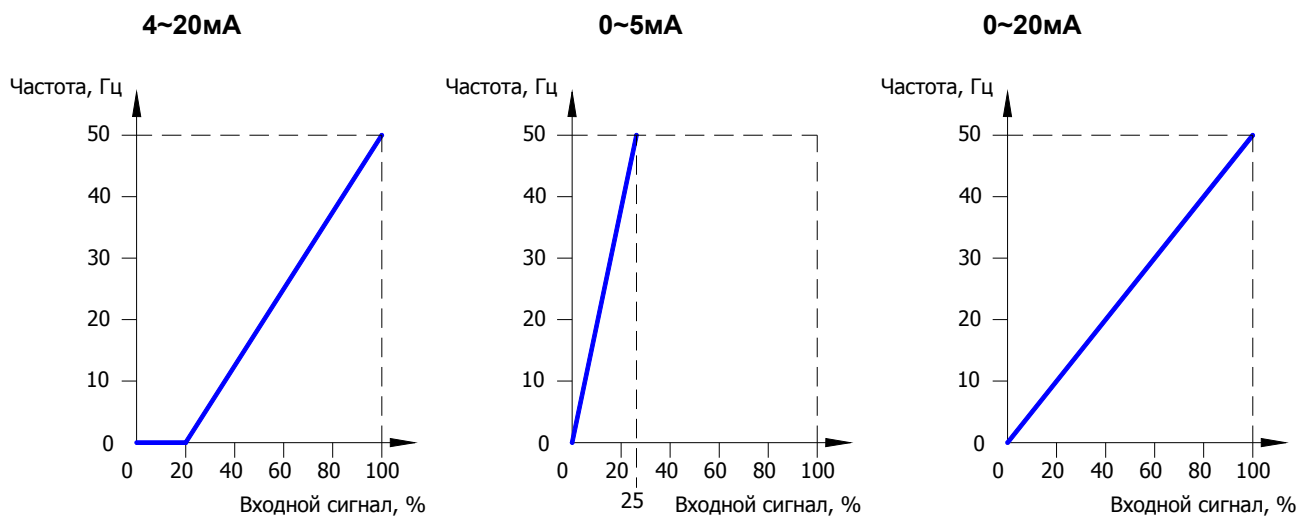
### 1) Настройка аналогового входа

#### Пример настройки аналогового входа VIC

При настройке параметра  $F20d=8$  выходная частота двигателя определяется сигналом на входе VIC в соответствии с настройкой параметров этого аналогового входа (параметры  $F216 \sim F219$ ).

Присоедините источник аналогового сигнала и подайте питание на инвертор.

Настройте параметры аналогового входа в соответствии с диапазоном входного сигнала:



$F216=20$  (%)  
 $F217=0$  (Гц)  
 $F218=100$  (%)  
 $F219=50$  (Гц)

$F216=0$  (%)  
 $F217=0$  (Гц)  
 $F218=25$  (%)  
 $F219=50$  (Гц)

$F216=0$  (%)  
 $F217=0$  (Гц)  
 $F218=100$  (%)  
 $F219=50$  (Гц)

### 2) Трехпроводное управление

При трехпроводном управлении пуск и останов двигателя осуществляются двумя различными импульсными сигналами.

Обе кнопки должны быть без фиксации во включенном положении.

При подключении кнопки «Пуск» к терминалу (F) его функция остается неизменной (заводская настройка параметра  $F111=2$  (функция F-вперед)).

Настройте терминал, к которому подключается кнопка «Стоп», на функцию удержания команды (функция # 50 (HD)).

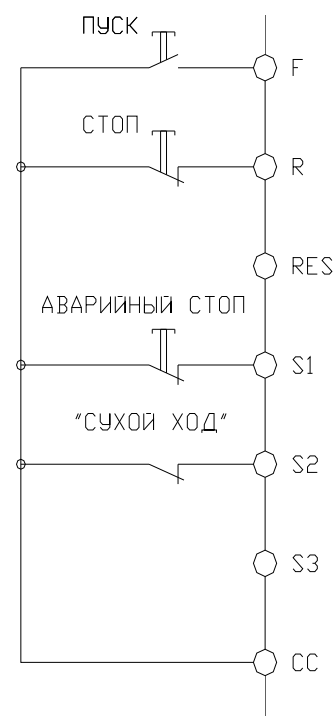
Например, если это вход (R), настройте параметр  $F112=50$ .  
 Смотрите дополнительно раздел 7.2 основной инструкции.

### 3) Внешний сигнал аварийного останова

При необходимости настройте один из входов на функцию # 21 (EXTN).  
 Например, для входа (S1) настройте параметр  $F114=21$ .

При размыкании контакта аварийного останова на дисплее появится аварийное сообщение «E», инвертор блокируется и ожидает пересброса.

Сброс аварии возможен кнопкой STOP на пульте инвертора, либо подачей сигнала сброса на вход (RES) инвертора (заводская настройка).





### 1) Контакт датчика «сухого хода»

Для использования сигнала датчика сухого хода возможно использование сигнала ST – «Готовность». В таком случае отключите сигнал ST как постоянно активную функцию (для этого настройте параметр  $F110=0$  – постоянная функция отсутствует) и задайте одному из входов функцию # 6 (ST).

Например, для входа (S2) настройте параметр  $F115=5$ .

Теперь при срабатывании датчика (разрыв цепи) инвертор остановит двигатель выбегом, а на дисплее появится сообщение « $FFF$ ». Команда пуска будет игнорироваться до восстановления нормального состояния (контакт датчика сухого хода замкнут).

*Примечание:* при трехпроводном управлении сброс сигнала «Готовность» (ST) отменяет команду пуска, то есть двигатель не запустится автоматически при восстановлении нормального сигнала датчика сухого хода.

Для перезапуска двигателя требуется снова подать команду «Пуск».

### 2) Минимальная скорость

В некоторых случаях производители насосов рекомендуют избегать режимов работы на низкой частоте вращения из-за конструктивных особенностей подшипниковых узлов или уплотнений. Чаще всего это относится к скважинным насосам, когда рекомендуется задать минимальную скорость на уровне порядка 30Гц и обеспечить минимальное время ускорения до этой скорости.

Параметр	Значение	Описание
$LL$	30	Минимальная частота
$F256$	-	Время работы на минимальной скорости (сек). По истечении этого времени инвертор автоматически останавливает двигатель, а на дисплее появится мигающее сообщение « $LSP$ ». Как только задание скорости превысит уровень $LL$ , инвертор снова запустит двигатель (см. раздел 6.13 инструкции).

Чтобы до определенной (минимальной) скорости двигатель ускорялся за минимальное время, а свыше этой скорости работал в нормальном режиме ускорения-торможения (см. также раздел 6.27.1 инструкции), настройте следующие параметры:

Параметр	Значение	Описание
$ACC$	3	Время ускорения 1
$DEC$	3	Время торможения 1
$F500$	10	Время ускорения 2
$F501$	10	Время торможения 2
$F505$	30	Частота переключения темпов ускорения/торможения 1 и 2

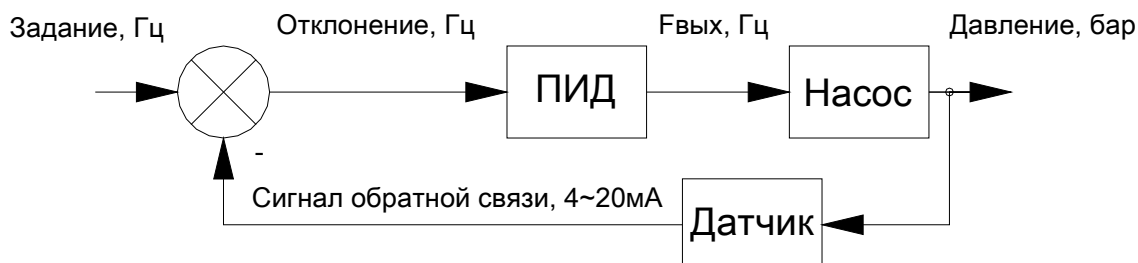
### 3) Управление пуском двигателя с помощью сигнала задания

Настройкой параметров  $F241$  и  $F242$  можно обеспечить запуск и останов двигателя при изменении сигнала задания скорости (см. также раздел 6.11.2 инструкции). Например, двигатель будет запускаться при задании скорости более 12 Гц и останавливаться при задании скорости менее 8 Гц, если:

Параметр	Значение	Описание
$F241$	10	Частота запуска двигателя
$F242$	2	Гистерезис частоты запуска двигателя

### РАЗДЕЛ 3. Использование встроенного ПИД-регулятора

В таком режиме работы, когда для управления технологическим процессом используется встроенный ПИД-регулятор, инвертор получает аналоговый сигнал, пропорциональный регулируемому технологическому параметру, от датчика, и изменяет скорость (частоту) вращения двигателя так, чтобы значение технологического параметра соответствовало уровню, заданному пользователем.

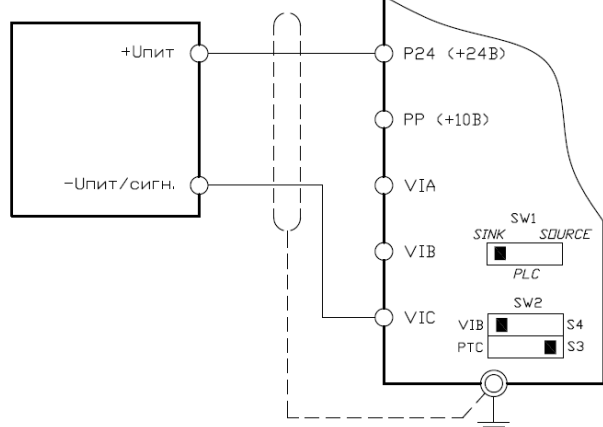


#### 1) Подключение датчика обратной связи

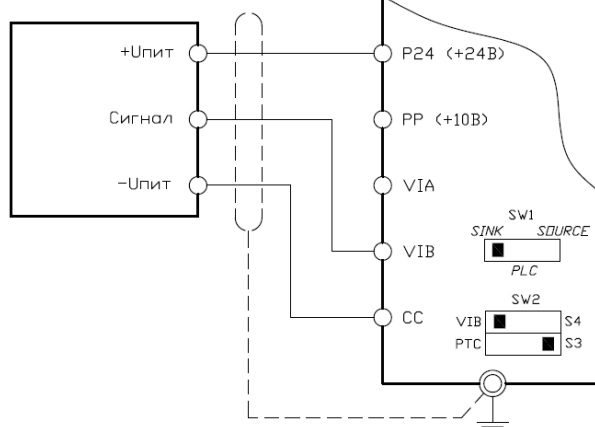
Сигналом обратной связи для встроенного ПИД-регулятора может являться токовый сигнал на аналоговом входе VIC (*F 3 5 9 = 3*) или сигналы напряжения на входах VIA (*F 3 5 9 = 1*) или VIB (*F 3 5 9 = 2*). Подключите датчик поддерживаемого технологического параметра к выбранному аналоговому входу.

Типовая схема подключения:

Датчик обратной связи  
Вых. сигнал 4~20мА



Датчик обратной связи  
Вых. сигнал 0~10В



Диапазон измеряемой величины датчика должен соответствовать максимально возможным значениям в системе. Например, если максимальное давление, создаваемое насосом составляет 12 бар, выберите датчик с диапазоном 0-16 бар, даже если вы планируете поддерживать давление на уровне 8 бар. В переходных режимах при сильных возмущениях в системе возможны кратковременные превышения давления, которые могут вызвать блокировку преобразователя датчика из-за перегрузки. В таком случае выходной сигнал датчика может сброситься до нуля и это вызовет выход насоса на полную скорость.

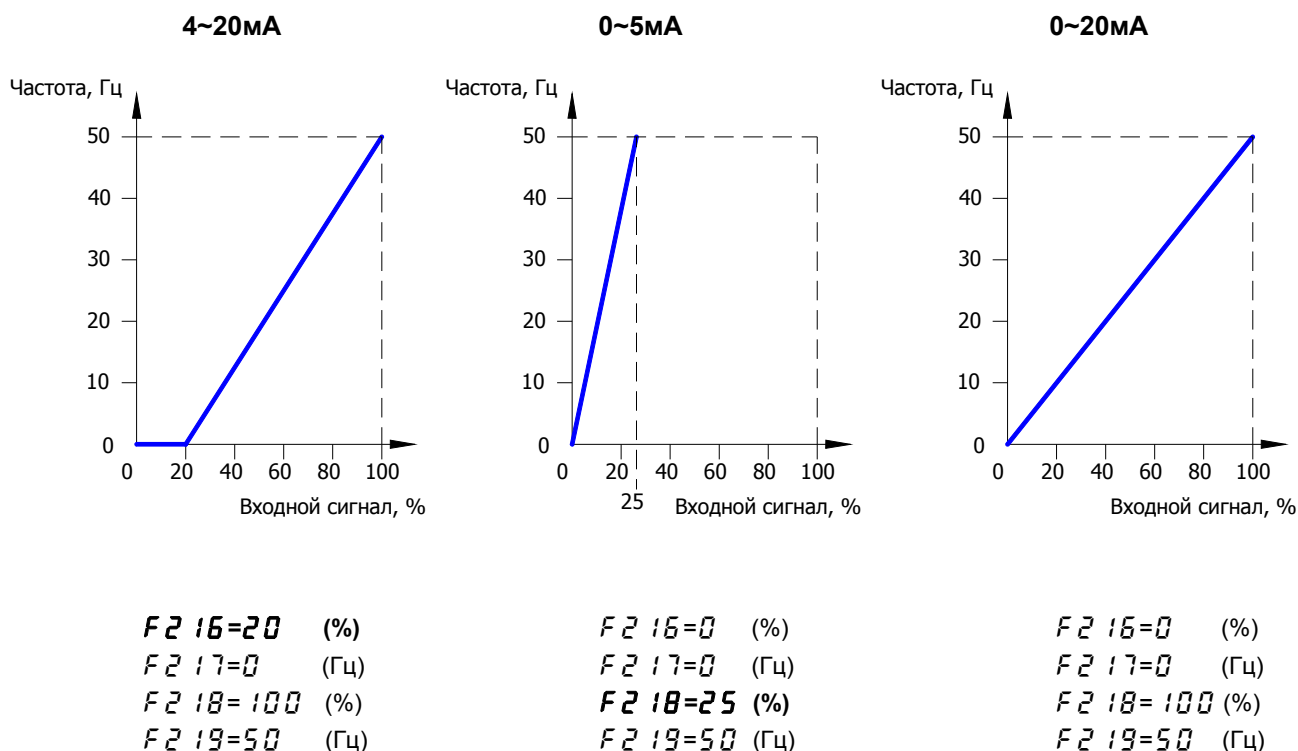
**ВНИМАНИЕ!**

Перед подключением датчика правильно настройте тип используемого входа. Затем отключите питание инвертора и присоедините датчик по схеме, соответствующей типу его выходного аналогового сигнала. После этого подайте питание на инвертор.

## 2) Настройка аналогового входа обратной связи.

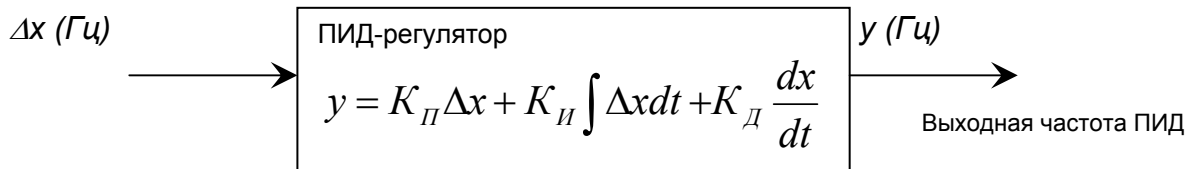
### Пример настройки аналогового входа VIC

Настройте параметры аналогового входа VIC (параметры  $F216 \sim F219$ ) в соответствии с диапазоном входного сигнала:



## 3) Параметры ПИД-регулятора

Основное соотношение, используемое в процессе ПИД-регулирования:



где  $\Delta x$  – отклонение величины обратной связи от задания.

Настраиваемые параметры (см. также раздел 6.16 основной инструкции):

Параметр	Значение	Описание
$F389$	-	Определите источник задания (уставки) для ПИД-регулятора. Сигнал задания определяет уровень, на котором технологического параметра должен поддерживаться.
$FP1d$	-	Значение задания при $F389=3$
$F359$	0	Время задержки включения ПИД-регулятора
$F360$	1	При $F360=1$ разрешается работа встроенного ПИД-регулятора
$F362$	0.3	Коэффициент пропорциональности, $Kp$
$F363$	0.2	Коэффициент интегрирования, $Ku$ (1/сек)
$F366$	0.0	Коэффициент дифференцирования, $Kd$ (сек)
$F369$	от 0 до 3	Выбор аналогового входа сигнала обратной связи

#### 4) Ручная настройка ПИД-регулятора

В большинстве случаев для регулирования давления насоса достаточно ручной настройки ПИ-регулятора. Не используйте дифференцирующее звено (по умолчанию Д-звено отключено –  $F355=0.0$ ) без особой необходимости и не убедившись, что требуемых параметров регулирования не удастся достичь с помощью ПИ-регулятора. Настройка одновременно всех трех компонент регулятора более сложна, так как значение коэффициента дифференцирования связано с настройками пропорционального и интегрального звеньев, а неуместные значения  $K_D$  могут вызвать значительную дестабилизацию процесса регулирования.

1. Запустите двигатель (ПИД-регулятор включен).
2. Задайте уставку (поддерживаемое значение технологического параметра) на необходимом уровне выбранным вами способом (согласно настройке параметра  $F10d$ ).
3. Проверьте наличие сигнала обратной связи. Для этого войдите в режим монитора состояния инвертора (см. главу 8 основной инструкции), дважды нажав кнопку «MODE» на пульте инвертора. Кнопками (▲▼) выберите режим индикации « $d\ x.x$ », где  $x.x$  – величина, пропорциональная сигналу датчика обратной связи, согласно настройке выбранного в  $F359$  аналогового входа.  
При отсутствии сигнала (на дисплее  $d\ 0.0$ ) проверьте подключение и питание датчика, настройки параметров аналогового входа VIA, а также состояние задвижек и вентилей в системе.
4. Начав с заводской настройки параметра  $F352=0.3$  (коэффициент пропорциональности), увеличивайте его до тех пор, пока сигнал обратной связи не начнет колебаться (следите за показаниями местных измерительных приборов, установленных около датчика, или используйте сервисную программу **PCM001Z**). Если необходимо, остановите и запустите привод или произведите ступенчатое изменение задания уставки (например, подавая сигнал предустановленной скорости, отличающейся от вашей уставки), чтобы вызвать автоколебания сигнала обратной связи.  
Затем уменьшайте значение коэффициента пропорциональности ПИД-регулятора до стабилизации сигнала обратной связи.  
Теперь уменьшите значение коэффициента пропорциональности еще на 40-60 %.
5. Переходите к настройке коэффициента интегрирования (параметр  $F353$ ). Увеличивайте значение этого параметра до тех пор, пока сигнал обратной связи не начнет колебаться снова.  
Если необходимо, остановите и запустите привод или произведите ступенчатое изменение задания уставки (например, подавая сигнал предустановленной скорости, отличающейся от вашей уставки), чтобы вызвать автоколебания сигнала обратной связи.  
Затем уменьшайте значение коэффициента интегрирования ПИД-регулятора до стабилизации сигнала обратной связи.  
Теперь уменьшите значение коэффициента интегрирования еще на 15-50 %.
6. Параметр  $F355$  (коэффициент дифференцирования) применяется только для быстродействующих систем. Как правило, в большинстве случаев для поддержания давления на насосной станции достаточно ПИ-регулятора. Дифференцирующее звено ПИД-регулятора настраивается только после оптимальной настройки пропорциональной и интегральной составляющих. Типовое значение коэффициента дифференцирования составляет 25% от постоянной времени интегрирующего звена ПИД-регулятора ( $K_D=0,25/K_i$ , так как  $T_i=1/K_i$ ).

Убедитесь, что настроенные значения параметров ПИД-регулятора отвечают требованиям к качеству регулирования процесса (точность, время переходного процесса, перерегулирование и колебательность), а система остается в устойчивом состоянии при допустимых возмущениях.

При необходимости дополнительно скорректируйте настройки ПИД-регулятора.