

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок  
и технологических комплексов»

**НАЛАДКА И ДИАГНОСТИКА  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

Лабораторный практикум  
для студентов специальности 1-53 01 05  
«Автоматизированные электроприводы»

*Учебное электронное издание*

**М и н с к 2 0 1 0**

УДК 62-83-52(076.5)

**А в т о р ы :**

*Е.П. Раткевич,*

*Д.С. Васильев*

**Р е ц е н з е н т ы :**

*Ю.Е. Лившиц,* доцент кафедры «Робототехнические системы» БНТУ, кандидат технических наук;

*Н.П. Коровкина,* доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов и электроника» БГТУ, кандидат технических наук

В лабораторном практикуме приведены методические материалы, необходимые для выполнения лабораторных работ, касающихся изучения устройства, принципа действия, технических характеристик и функциональных возможностей, а также получения практических навыков настройки, параметрирования, диагностирования ошибок и неисправностей трехфазных преобразователей частоты (ПЧ) на основе лабораторного стенда с трехфазным ПЧ фирмы TOSHIBA серии VF-S11.

Белорусский национальный технический университет  
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел.(017) 293-91-97 факс (017) 292-91-37  
Регистрационный № БНТУ/ФИТР46-10.2010

© БНТУ, 2010

© Раткевич Е.П., Васильев Д.С., 2010

© Васильев Д.С., компьютерный  
дизайн, 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1	
ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТРЕХФАЗНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ TOSHIBA VF-S11-4022PL .....	4
Методы частотного управления в современном электроприводе .....	4
Структура силовой части и системы управления в современных ПЧ .....	5
Технические характеристики и функциональные возможности ПЧ TOSHIBA серии VF-S11 .....	9
Подключение силовых и управляющих цепей к TOSHIBA VF-S11 .....	13
Подключение опциональных устройств к ПЧ TOSHIBA VF-S11 .....	16
Порядок выполнения лабораторной работы .....	17
Содержание отчета .....	17
Контрольные вопросы .....	18
Лабораторная работа № 2	
МЕТОДИКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ТРЕХФАЗНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ TOSHIBA VF-S11-4022PL .....	19
Управление современными преобразователями частоты .....	19
Интерфейсы связи RS-232, RS-422, RS-485 и протоколы промышленной сети MODBUS, PROFIBUS .....	20
Основные режимы состояния ПЧ TOSHIBA VF-S11 .....	21
Классификация рабочих параметров ПЧ TOSHIBA VF-S11 .....	23
Настройка базовых параметров ПЧ TOSHIBA VF-S11 .....	23
Настройка дополнительных параметров ПЧ TOSHIBA VF-S11 .....	24
Поиск и переустановка изменённых параметров .....	26
Просмотр изменений с помощью функции «История» .....	27
Параметры, значения которых нельзя изменить во время работы инвертора .....	27
Сброс текущих настроек и возвращение к заводским установкам .....	28
Выбор источника управления и задания частоты ПЧ TOSHIBA VF-S11 .....	29
Порядок выполнения лабораторной работы .....	33
Содержание отчета .....	33
Контрольные вопросы .....	34
Лабораторная работа № 3	
МОНИТОРИНГ РАБОЧЕГО СОСТОЯНИЯ, ДИАГНОСТИКА ОШИБОК И НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТРЕХФАЗНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ TOSHIBA VF-S11-4022PL .....	35
Защитные функции ПЧ TOSHIBA VF-S11 .....	35
Мониторинг параметров ПЧ во время его работы .....	35
Отображение детализированной информации о последней аварии .....	38
Определение характера неисправности ПЧ по коду ошибки .....	39
Отображение информации в момент сбоя ПЧ TOSHIBA VF-S11 .....	40
Причины сбоев ПЧ TOSHIBA VF-S11 и способы их устранения .....	43
Информация по сигналам тревоги ПЧ TOSHIBA VF-S11 .....	49
Запуск ПЧ TOSHIBA VF-S11 после аварийного останова .....	51
Определение причин других сбоев ПЧ TOSHIBA VF-S11 .....	51
Порядок выполнения лабораторной работы .....	51
Содержание отчета .....	53
Контрольные вопросы .....	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	54

## Лабораторная работа № 1

### ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТРЕХФАЗНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ TOSHIBA VF-S11-4022PL

**Цель работы:** изучить функциональные возможности и технические характеристики трехфазных преобразователей частоты фирмы TOSHIBA серии VF-S11; изучить схемы подключения к TOSHIBA VF-S11 силовых и управляющих цепей, а также возможности подключения к инвертору внешних опциональных устройств и их назначение.

#### Методы частотного управления в современном электроприводе

Основным элементом современных электроприводов переменного тока является преобразователь частоты (ПЧ) - устройство, предназначенное для преобразования переменного тока (напряжения) одной частоты в переменный ток (напряжение) другой частоты.

В общем случае можно выделить две основные задачи, решаемые регулируемым электроприводом: управление моментом и скоростью вращения электродвигателя.

Для нормального функционирования привода необходимо ограничивать момент и ток двигателя допустимыми значениями в переходных процессах пуска, торможения и приложения нагрузки. В то же время, технологические режимы многих производственных механизмов на разных этапах работы требуют движения рабочего органа с различной скоростью, что обеспечивается путем регулирования скорости электропривода.

Для решения задач регулирования скорости и момента в современном электроприводе применяют два основных метода частотного управления:

- скалярное управление;
- векторное управление.

При **скалярном управлении** амплитуду и частоту приложенного к двигателю напряжения изменяют по определенному закону таким образом, чтобы поддерживалось *постоянным отношение максимального момента двигателя к моменту сопротивления на валу*. Это отношение называется **перегрузочной способностью двигателя**. При постоянстве перегрузочной способности номинальные коэффициент мощности и к.п.д. двигателя на всем диапазоне регулирования частоты вращения практически не изменяются.

Для постоянного момента нагрузки поддерживается отношение  $U/f = \text{const}$ , и, по сути, обеспечивается постоянство максимального момента двигателя. Вместе с тем на малых частотах (при  $f < 0,1f_{\text{ном}}$ ), начиная с некоторого значения частоты, максимальный момент двигателя начинает падать. Для компенсации этого и для увеличения пускового момента используется повышение уровня напряжения питания.

Важным достоинством скалярного метода является возможность одновременного управления группой электродвигателей.

Скалярное управление достаточно для большинства случаев применения частотно регулируемого электропривода с диапазоном регулирования частоты вращения двигателя до 1:40.

Несмотря на то, что метод скалярного управления относительно прост в реализации, но обладает **двумя существенными недостатками**. Во-первых, при отсутствии датчика скорости на валу двигателя невозможно регулировать скорость вращения вала, так как она зависит от нагрузки. Наличие датчика скорости решает эту проблему, однако остается второй существенный недостаток — нельзя регулировать момент на валу двигателя. С одной стороны, и эту проблему можно решить установкой

датчика момента, однако такие датчики имеют очень высокую стоимость, зачастую превышающую стоимость всего электропривода. Более того, *при скалярном управлении нельзя регулировать одновременно и момент и скорость, поэтому приходится выбирать ту величину, которая является наиболее важной для данного технологического процесса.*

Таким образом, ПЧ со скалярным управлением применяется в составе приводов механизмов, для которых важно поддерживать либо скорость вращения вала двигателя (при этом используется датчик скорости), либо определенный технологический параметр (например, давление в трубопроводе, при этом используется соответствующий датчик).

**Векторное управление** позволяет существенно увеличить диапазон управления, точность регулирования, повысить быстродействие электропривода. Этот метод обеспечивает непосредственное управление вращающим моментом двигателя.

Вращающий момент определяется током статора, который создает возбуждающее магнитное поле. При непосредственном управлении моментом необходимо изменять кроме амплитуды и фазу статорного тока, то есть вектор тока. Этим и обусловлен термин «векторное управление». Для управления вектором тока, а, следовательно, положением магнитного потока статора относительно вращающегося ротора требуется знать точное положение ротора в любой момент времени. Задача решается либо с помощью выносного датчика положения ротора, либо определением положения ротора путем вычислений по другим параметрам двигателя. В качестве этих параметров используются токи и напряжения статорных обмоток.

На сегодняшний день сформировалось два основных класса систем векторного управления — **бездатчиковые системы векторного управления** (без датчика скорости на валу двигателя) и **системы векторного управления с обратной связью по скорости**. При небольших диапазонах изменения скорости (не более 1:100) и требованиях к точности ее поддержания не более  $\pm 0,5\%$  применяют бездатчиковое векторное управление. Если же скорость вращения вала изменяется в широких пределах (до 1:10000 и более), имеются требования к высокой точности поддержания скорости вращения (до  $\pm 0,02\%$  при частотах вращения менее 1 Гц) или есть необходимость позиционирования вала, а также при необходимости регулирования момента на валу двигателя на очень низких частотах вращения, применяют методы векторного управления с обратной связью по скорости.

*При использовании векторного управления достигаются следующие преимущества:*

- высокая точность регулирования скорости даже при отсутствии датчика скорости;
- плавное, без рывков, вращение двигателя в области малых частот;
- возможность обеспечения номинального момента на валу при нулевой скорости (при наличии датчика скорости);
- быстрая реакция на изменение нагрузки: при резких скачках нагрузки практически не происходит скачков скорости;
- обеспечение такого режима работы двигателя, при котором снижаются потери на нагрев и намагничивание, а, следовательно, повышается КПД двигателя.

*Наряду с очевидными преимуществами, методу векторного управления присущи и некоторые недостатки, такие, как большая вычислительная сложность и необходимость знания параметров двигателя. Кроме того, при векторном управлении колебания скорости на постоянной нагрузке больше, чем при скалярном управлении.*

## **Структура силовой части и системы управления в современных ПЧ**

Схема любого ПЧ состоит из силовой и управляющей частей. Силовая часть преобразователей обычно выполнена на тиристорах или транзисторах, которые работают в режиме электронных ключей. Управляющая часть выполняется на цифровых

микропроцессорах и обеспечивает управление силовыми электронными ключами, а также решение большого количества вспомогательных задач (контроль, диагностика, защита).

Наибольшее распространение получили ПЧ с промежуточным звеном постоянного тока, построенные по схеме **выпрямитель — автономный инвертор** (рис. 1.1).

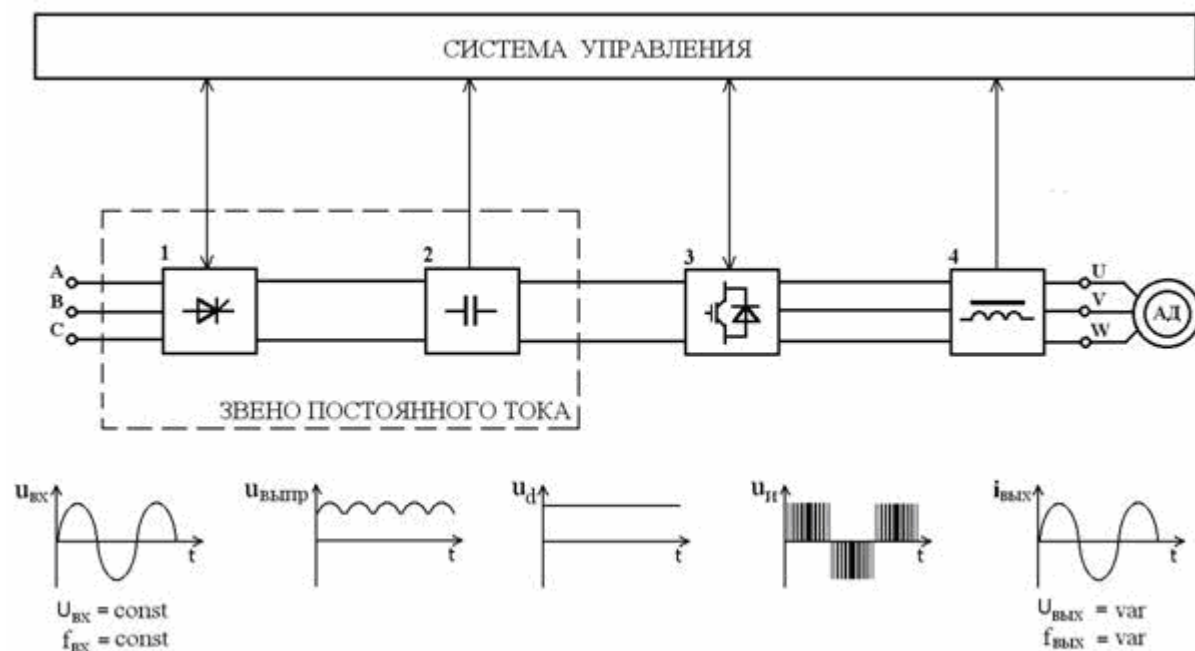


Рис. 1.1. Структурная схема силовой части ПЧ типа "выпрямитель - автономный инвертор"

Переменное напряжение питающей сети ( $u_{вх.}$ ) с постоянной амплитудой и частотой ( $U_{вх} = \text{const}$ ,  $f_{вх} = \text{const}$ ) поступает на управляемый или неуправляемый выпрямитель (1).

Для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения ( $u_{выпр.}$ ) используется фильтр (2). Выпрямитель и емкостный фильтр (2) образуют звено постоянного тока.

С выхода фильтра постоянное напряжение  $u_d$  поступает на вход автономного импульсного инвертора (3).

Автономный инвертор современных низковольтных преобразователей выполняется на основе силовых биполярных транзисторов с изолированным затвором IGBT. На рассматриваемом рисунке изображена схема ПЧ с автономным инвертором напряжения как получившая наибольшее распространение.

В инверторе осуществляется преобразование постоянного напряжения  $u_d$  в трехфазное (или однофазное) импульсное напряжение  $u_{и}$  изменяемой амплитуды и частоты. По сигналам системы управления каждая обмотка электрического двигателя подсоединяется через соответствующие силовые транзисторы инвертора к положительному и отрицательному полюсам звена постоянного тока. Длительность подключения каждой обмотки в пределах периода следования импульсов модулируется по синусоидальному закону. Наибольшая ширина импульсов обеспечивается в середине полупериода, а к началу и концу полупериода уменьшается. Таким образом, система управления обеспечивает **широтно-импульсную модуляцию (ШИМ)** напряжения, прикладываемого к обмоткам двигателя. Амплитуда и частота напряжения определяются параметрами модулирующей синусоидальной функции.

В схемах преобразователей с управляемым выпрямителем (1) изменение амплитуды напряжения  $u_n$  может достигаться регулированием величины постоянного напряжения  $u_d$ , а изменение частоты – режимом работы инвертора.

При необходимости на выходе автономного инвертора устанавливается фильтр (4) для сглаживания пульсаций тока.

Таким образом, на выходе ПЧ формируется трехфазное (или однофазное) переменное напряжение изменяемой частоты и амплитуды ( $U_{\text{вых}} = \text{var}$ ,  $f_{\text{вых}} = \text{var}$ ).

Основным элементом **системы управления** современных ПЧ является специализированный микроконтроллер или **цифровой сигнальный процессор (DSP)**. Построение системы управления на базе DSP обусловлено необходимостью произведения большого объема сложных вычислений в режиме реального времени для реализации современных алгоритмов управления. Особенно это критично для бездатчиковых систем векторного управления.

Система управления может быть одно или многопроцессорной. В настоящее время большинство преобразователей строятся **на двухпроцессорной основе** (рис. 1.2).

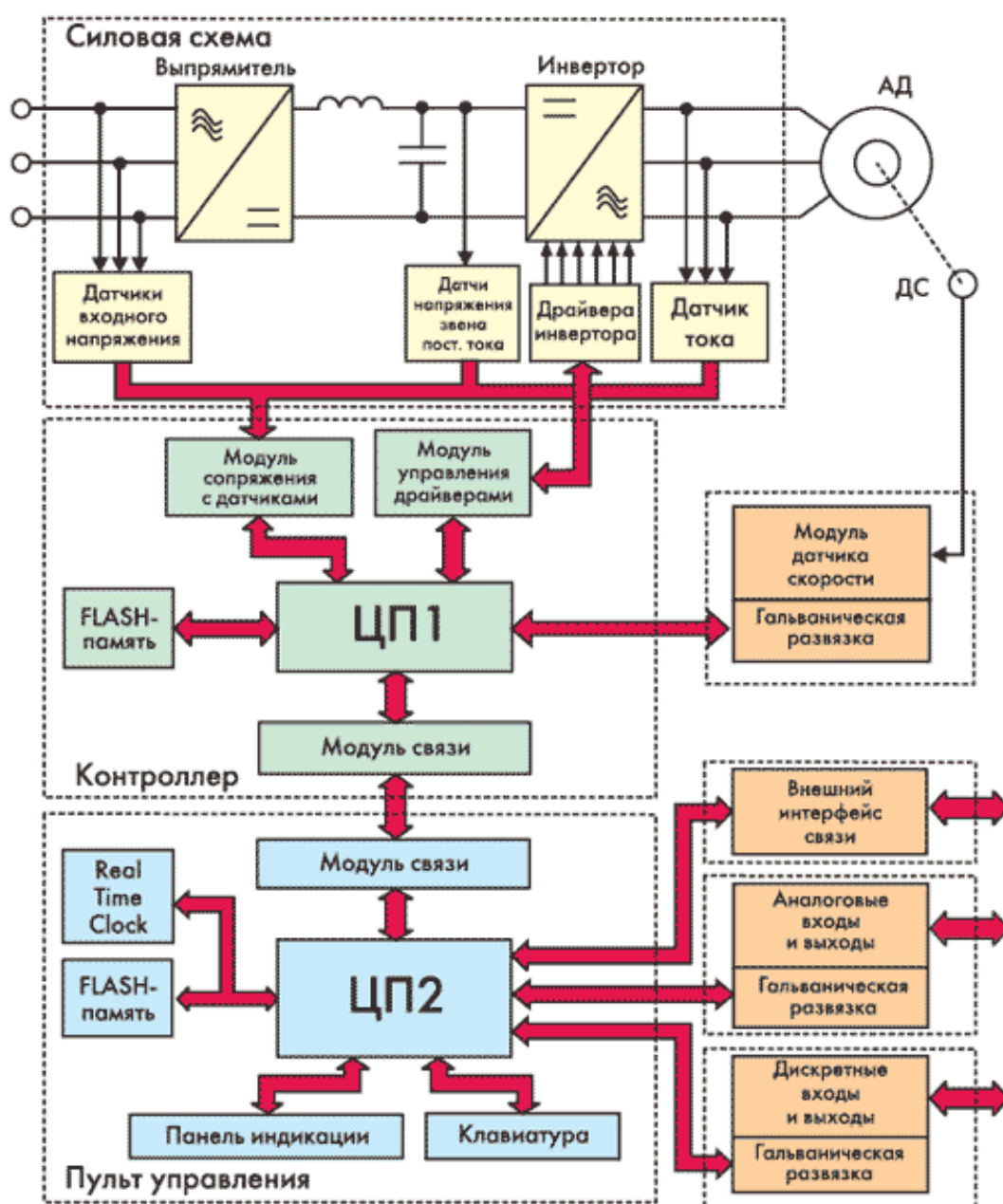


Рис.1.2. Структурная схема двухпроцессорной системы управления современного ПЧ

Первый процессор (ЦП1) выполняет основные функции преобразователей частоты (реализация алгоритмов управления инвертором, выпрямителем, опрос датчиков и т. д.), второй (ЦП2) обеспечивает работу пульта управления, связь с системой верхнего уровня и другие сервисные функции.

Достоинства двухпроцессорной системы по сравнению с однопроцессорной — снижение требований к ЦП1 и ЦП2 по встроенной периферии, быстродействию и объему памяти; возможность применения единого интерфейса для связи центрального контроллера с пультом управления и с системой автоматизации верхнего уровня; значительное упрощение разработки программного обеспечения для каждого из контроллеров.

*Управление преобразователем может осуществляться с помощью пульта, дискретных или аналоговых входов.*

Функции, выполняемые аналоговыми входами и выходами, программируются с пульта управления. Наиболее часто **аналоговые входы** служат для подключения датчиков обратной связи по технологическим параметрам.

В большинстве ПЧ имеется также вход для подключения потенциометра, используемого в качестве задатчика выходной частоты (для преобразователей частоты со скалярным управлением) или частоты вращения ротора электродвигателя (для преобразователей частоты с векторным управлением).

Возможно также наличие дополнительного входа для подключения датчика температуры двигателя (терморезистора).

**Аналоговые выходы** служат для индикации одного из параметров состояния преобразователя частоты (например, текущей выходной частоты или расчетного значения момента на валу двигателя).

**Дискретные входы и выходы** на платах расширения используются для подключения внешних управляющих сигналов, поступающих с электромагнитных реле, а также для формирования сигналов управления такими реле.

Обычно в преобразователях частоты имеется от четырех до восьми **дискретных входов**, выполняющих следующие функции: выбор одной из трех выходных частот (или скоростей вращения ротора), управление отключением и реверсом, аварийное отключение преобразователей частоты.

**Дискретные выходы** можно разделить на две категории: силовые («релейные») выходы для управления внешними электромагнитными реле и выходы для работы с внешними логическими схемами. Платы расширения обычно содержат два релейных выхода, имеющих пару нормально замкнутых и пару нормально разомкнутых контактов. Функции выходов можно запрограммировать с пульта управления; обычно это: готовность, перегрузка, авария, выход на заданную частоту.

Для построения систем с обратной связью по скорости в ПЧ предусматривают входы для подключения датчика скорости типа «энкодер». Модуль сопряжения с датчиком скорости может входить в стандартную поставку ПЧ или выполняться в виде платы расширения.

Преобразователи легко встраиваются в современные системы автоматизации. Для этого предлагаются решения с различными **интерфейсами связи**. Большинство ПЧ комплектуется стандартным интерфейсом RS-422 или RS-485. При этом взаимодействие осуществляется с использованием протоколов Modbus или Profibus.

Как правило, ПЧ в своем составе имеет **пульт управления**, который располагается на лицевой панели корпуса преобразователя. Пульт содержит несколько специализированных кнопок, в отдельных случаях может присутствовать цифровая клавиатура. Вывод информации осуществляется посредством одно- или двухстрочного специализированного ЖКИ или нескольких семисегментных индикаторов, а также светодиодов, отображающих режимы работы. На этапе ввода ПЧ в эксплуатацию пульт служит для конфигурирования преобразователя и настройки соответствующих



параметров; во время работы — для наблюдения за параметрами рабочего режима. В процессе обслуживания на индикаторе отображается информация о возникших неисправностях, что обеспечивает возможность постоянного контроля состояния электропривода.

Для хранения настроек системы, калибровочных параметров, журнала аварий и другой информации используется дополнительная энергонезависимая память. Часто она выполняется на основе микросхем Flash-памяти. Кроме того, многие микроконтроллеры и DSP имеют возможность сохранения данных во внутренней энергонезависимой памяти.

### Технические характеристики и функциональные возможности ПЧ TOSHIBA серии VF-S11

Все ПЧ TOSHIBA серии VF-S11 в зависимости от мощности и напряжения питания можно разделить на три группы:

- 1) от 0,2 до 2,2 кВт - 1 х 240В (однофазные)
- 2) от 0,2 до 15 кВт - 3 х 240В (трехфазные)
- 3) от 0,75 до 15 кВт - 3 х 380 - 500В (трехфазные)

Расшифровка маркировки ПЧ фирмы TOSHIBA серии VF-S11 приведена на рис. 1.3.

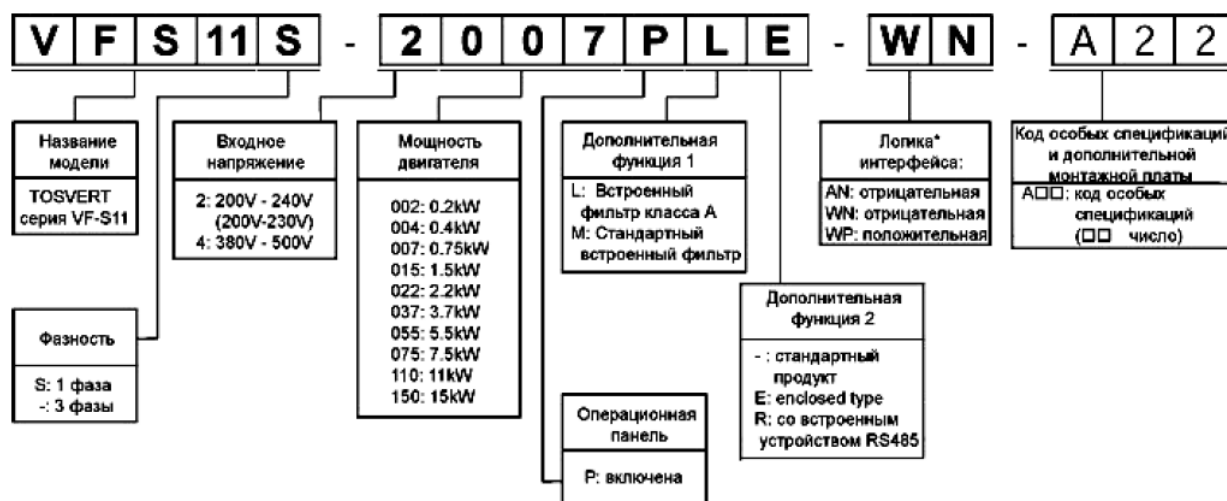


Рис. 1.3. Расшифровка маркировки ПЧ фирмы TOSHIBA серии VF-S11

На лабораторном стенде установлен трехфазный преобразователь частоты TOSHIBA VF - S11 - 4022PL – WN(A3) со следующими параметрами: 3PH – 380/500V - 2.2kW/3HP. В табл. 1.1 и на рис. 1.4 приведены основные параметры и внешний вид ПЧ TOSHIBA серии VF-S11 соответственно.

Таблица 1.1

Основные параметры трехфазных ПЧ TOSHIBA серии VF-S11

Название	Характеристики									
1	2									
Входное напряжение	3-фазы 400В									
Мощность двигателя (кВт)	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15	

1		2								
Номинальные параметры	Тип	VF-S11								
	Модель	4004 PL	4007 PL	4015 PL	<b>4022P L</b>	4037 PL	4055 PL	4075 PL	4011 PL	4015P L
	Мощность (кВА)	1.1	1.8	3.1	<b>4.2</b>	7.2	11	13	21	25
	Номинальный выходной ток (А)	1.5	2.3	4.1	<b>5.5</b>	9.5	14.3	17.0	27.7	33
	Номинальное выходное напряжение	3-фазы 380В - 500В								
	Ток перегрузки	150% - 60 секунд, 200% - 0.5 секунд								
Источник питания	Напряжение-частота	1-фазы 380В - 500В – 50/60Гц								
	Допустимые отклонения	Напряжение +10%, -15%, частота ±5%								
Метод защиты		IP20 закрытое исполнение								
Метод охлаждения		Принудительное воздушное								
Встроенный фильтр		EMI фильтр								

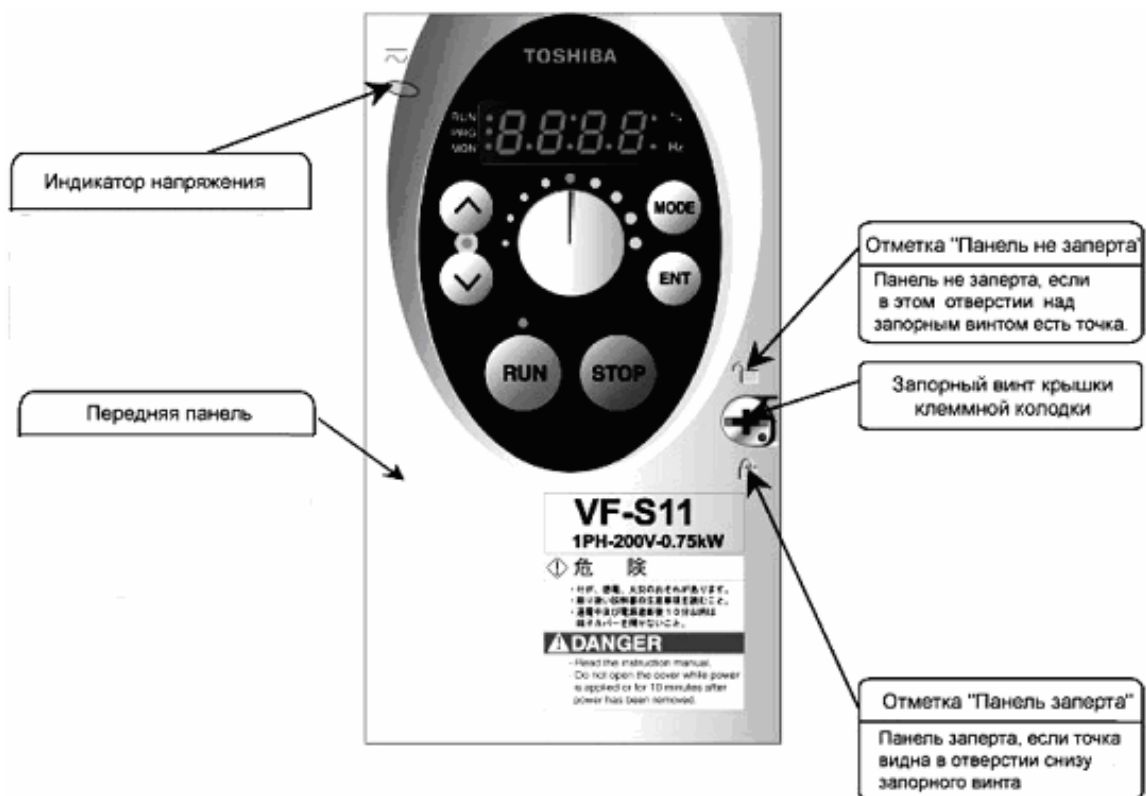


Рис. 1.4. Внешний вид ПЧ TOSHIBA серии VF-S11

Ниже в табл. 1.2 представлен наиболее полный перечень и описание технических характеристик и функциональных возможностей преобразователей частоты TOSHIBA серии VF-S11.

Технические характеристики и функциональные возможности  
ПЧ TOSHIBA серии VF-S11

Наименование		Технические характеристики
1		2
Основные функции управления	<i>Система управления</i>	Широтно-импульсное модулирование синусоидального тока
	<i>Номинальное выходное напряжение</i>	Регулируется в пределах от 50 до 600В (не выше, чем входное напряжение питания). Функция корректировки напряжения питания.
	<i>Диапазон выходной частоты</i>	От 0.5 до 500Гц, значение по умолчанию – от 0.5 до 80Гц
	<i>Минимальные интервалы при настройке частоты</i>	Установка с панели управления – 0.1 Гц, 0,2 Гц с аналогового входа (при максимальной частоте 100Гц)
	<i>Погрешность частоты</i>	Цифровая настройка: $\pm 0.01\%$ от максимальной частоты (-10 - +60°C) Аналоговая настройка: $\pm 0.5\%$ от максимальной частоты (25°C + 10°C)
	<i>Характеристики напряжения/частоты</i>	Скалярное управление по закону $U/f = \text{const}$ , векторное управление, автоматический подъем момента, автоматическое энергосбережение и динамическое управление энергосбережением, автонастройка на двигатель. Базовая частота (25-500Гц) и подъем момента (0 - 30%) устанавливаются для двух различных настроек 1 или 2, настройка частоты старта (0.5 – 10Гц)
	<i>Сигнал задания частоты</i>	Встроенный потенциометр, внешний потенциометр (подключаемый потенциометр с сопротивлением от 1 до 10кОм), напряжение 0-10 В (входное сопротивление 30 кОм), ток 4-20мА, (входное сопротивление – 250Ом).
	<i>Скачкообразное изменение частоты</i>	Вы можете задать три частоты обхода механического резонанса системы. Настройка частоты скачков и диапазона.
	<i>Нижние и верхние границы частоты</i>	Верхняя граница частоты: 0 – Максимальная частота. Нижняя граница частоты: 0 -верхняя граница.
	<i>Несущая частота ШИМ</i>	Настраивается в диапазоне от 2.0 до 16.0кГц (по умолчанию: 12кГц).
Рабочие спецификации	<i>ПИД - регулирование</i>	Настройка пропорционального коэффициента, коэффициента передачи интегрального регулятора, дифференциального коэффициента усиления и времени задержки. Проверка наличия сигнала обратной связи.
	<i>Время разгона/торможения</i>	0.1-3200 сек., можно выбирать между 3 шаблонами разгона/торможения и между 2 функциями S-образного разгона/торможения. Автоматический выбор разгона/торможения.
	<i>Торможение постоянным током</i>	Стартовая частота торможения: от 0 до максимальной частоты, ток торможения – от 0 до 100%, время торможения – от 0 до 20 сек. Функция фиксации вала двигателя.
	<i>Динамическое торможение</i>	Торможение с помощью встроенной цепи динамического торможения, с использованием внешнего тормозного резистора.
	<i>Функции входных терминалов (по выбору)</i>	Возможен выбор из 65 функций входных сигналов, таких, как сигнал прямого/реверсного вращения, сигнал движения рывками, сигналы ожидания, работы на предустановленной скорости, и т.д., присваиваемых 8 входным терминалам.

1	2
<i>Функции выходных терминалов (по выбору)</i>	Возможен выбор из 58 функций выходных сигналов, таких, как сигналы нижней и верхней границ частоты, обнаружения низкой скорости, сигнал разгона до определённой скорости, сигнал аварии и т.д., присваиваемых выходу с открытым коллектором и 2 релейным выходам FL и RY
<i>Прямое/реверсное вращение</i>	Кнопки RUN и STOP на панели управления используются соответственно для операций пуска и останова двигателя. Выбор направления вращения может быть задан с панели управления, с входного терминала или с дополнительного устройства управления.
<i>Толчковое движение</i>	Толчковый режим, если он задан, может включаться с панели управления или с терминала.
<i>Работа на предустановленных скоростях</i>	Базовая частота + 15 скоростей, выбираемых изменением комбинации 4-х контактов входного терминала
<i>Повтор операции после аварийного останова</i>	Если включена функция защиты, функция повтора перезапускает инвертор после проверки силовой цепи. Возможна настройка с помощью параметра количества повторных попыток запуска (макс. 10 раз),
<i>Различные запреты</i>	Вы можете защитить параметры и запретить их изменения или изменения частоты с панели, а также вообще запретить использование панели для управления, аварийного останова или перезапуска.
<i>Работа за счет регенеративной энергии</i>	В случае кратковременного отключения электроэнергии, инвертор может продолжать работать на регенеративной энергии вращающегося по инерции двигателя
<i>Управление автоперезапуском</i>	После кратковременного отключения электроэнергии инвертор определяет скорость вращения двигателя и выдаёт соответствующую частоту, чтобы подхватить вращающийся двигатель.
<i>Распределяющая функция</i>	Когда два и более инвертора работают на один механизм, эта функция позволяет равномерно распределить нагрузку между ними.
<i>Сигнал обнаружения неисправностей</i>	Релейный контакт на переключение: ~250В-2А
<b>Защитные функции</b>	<i>Функции защиты</i> Защита от перегрузки по току, к.з., перенапряжения, пониженного напряжения питания, обрыва «земли», обрыва фазы питания, обрыва фазы на выходе, защита от перегрузки двигателя при старте, перегрузки по моменту при старте, перегрева, по совокупному времени работы, по жизненному циклу, по перегрузке тормозного резистора, различная предупредительная сигнализация.
	<i>Функция «Сброс»</i> Функция сброса с помощью замыкания контакта 1а, выключением питания или кнопкой с панели управления. Функция сохранения или стирания информации о предыдущих сбоях.
	<i>Характеристики электронной тормоза защиты</i> Переключение двигатель 1/ двигатель 2, останов по перегрузке двигателя, настройка уровней предотвращения останова 1 и 2.

	1	2
<b>Функции индикации</b>	<i>Сигналы тревоги</i>	Предотвращение останова, перенапряжение, перегрузка, пониженное напряжение питания, ошибка настройки, процесс повтора, нижняя/верхняя границы частотного диапазона
	<i>Сообщения об аварии</i>	Перегрузка по току, перенапряжение, перегрев, замыкание, неправильное заземление, перегрузка инвертора, перегрузка по току при старте, неисправность ЦПУ, EEPROM, RAM, ROM, каналов связи.
	<i>Функция отображения рабочего состояния</i>	Рабочая частота, прямое/реверсное вращение, выходной ток, напряжение в цепи постоянного тока, выходное напряжение, момент, ток момента, коэффициент нагрузки инвертора, входная мощность, выходная мощность, информация о входных клеммах, информация о выходных клеммах, версия ЦПУ, версия памяти, суммарная входная и выходная мощности, номинальный ток, причины последних 4-х сбоев.
	<i>Функция отображения последних сбоев</i>	Сохраняет данные о последних четырёх сбоях: количество сбоев, рабочая частота, направление вращения, ток нагрузки, входное и выходное напряжение, информация о входных и выходных клеммах, совокупное время работы на момент каждого из сбоев.
	<i>Дисплей светодиодный 4-х значный, 7-ми сегментный</i>	Частота: выходная частота инвертора Сигнал аварии: Останов – «С», перенапряжение – «Р», перегрузка «L», перегрев «Н». Статус: Состояние инвертора (частота, причина срабатывания защиты, входное/выходное напряжение, выходной ток и т.д.) и значения параметров.
	<i>Светодиодные индикаторы</i>	Индикаторы, которые горят или мигают, показывая состояние инвертора, такие как индикатор RUN, MON, VEC, ECN, подсветка потенциометра, UP/DOWN или PRG.

### Подключение силовых и управляющих цепей к TOSHIBA VF-S11

Подключение управляющих и силовых цепей к клеммнику Toshiba VF-S11 показано на рис. 1.5 и 1.6, описание функций клемм силовых и управляющих цепей приведено в табл. 1.3 и 1.4 соответственно.

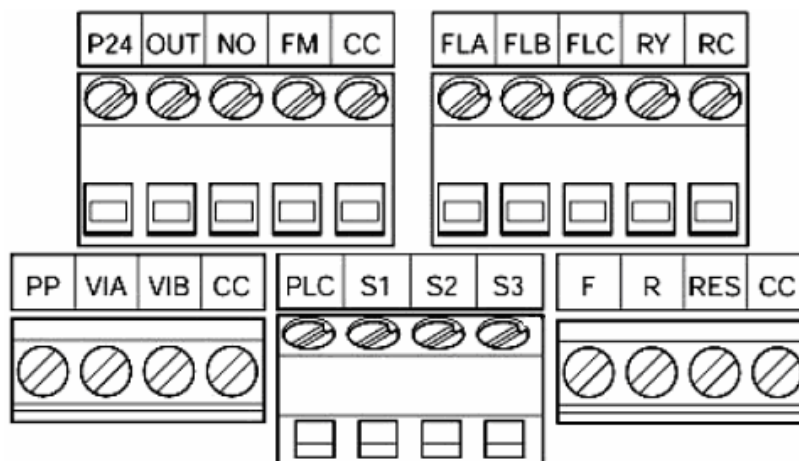


Рис. 1.5. Клеммник TOSHIBA VF-S11 для подключения цепей управления

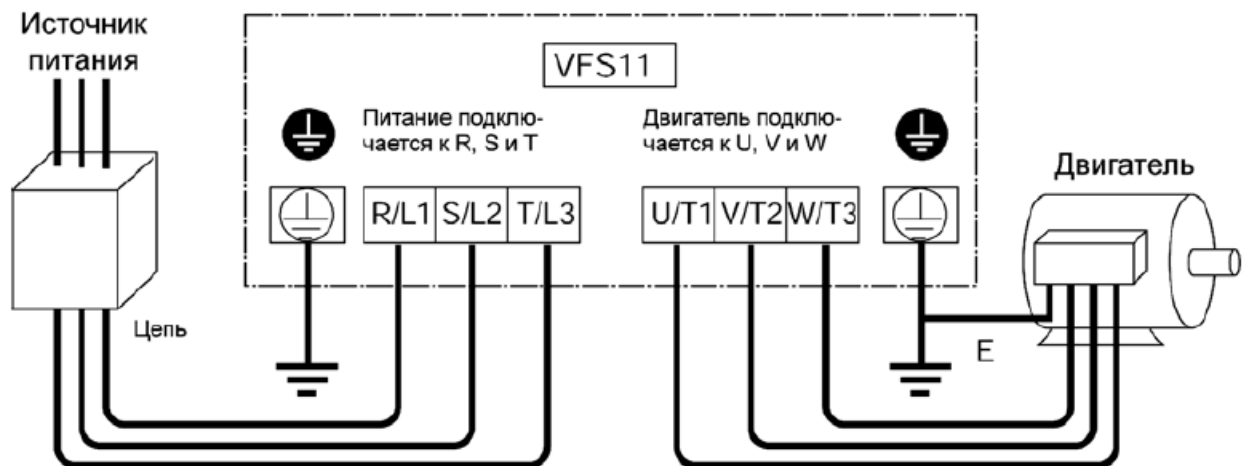


Рис. 1.6. Подключение силовых цепей к TOSHIBA VF-S11

Таблица 1.3

Перечень клемм для подключения силовых цепей и опциональных устройств к TOSHIBA VF-S11

Символ	Функция клеммы
	Зажим заземления для заземления корпуса инвертора
R/L1, S/L2, T/L3	200В класс: одна фаза, 200-240В – 50/60Гц три фазы, 200-240В – 50/60 Гц 400В класс: три фазы, 380-500В -50-60Гц однофазный от 200В до 240В - 50/60Hz, трехфазный 200В-240В - 50/60Hz
U/T1, V/T2, W/T3	Клеммы для подключения двигателя (3 фазы)
PA/+, PB	Клеммы для подключения тормозных резисторов.
PC/-	Клемма отрицательного потенциала внутренней силовой цепи постоянного тока. Внешнее постоянное напряжение от внешнего источника может подаваться между этой клеммой и клеммой PA (положительный потенциал)
PO, PA	Клеммы для подключения реактора постоянного тока. Поставляются с завода закороченными перемычкой. Перед установкой реактора необходимо удалить перемычку.

Таблица 1.4

Перечень клемм для подключения управляющих цепей к инвертору TOSHIBA VF-S11

Клемма	Вход/выход	Функция	Характеристики
1	2	3	4
F	вход	Входной терминал Замыкание между F и CC даёт прямое вращение, размыкание даёт замедление и остановку	Вход 24 В - 5 мА или менее
R	вход		

1	2	3		4
RES	вход		Замыкание между RES и СС приводит к перезапуску, если инвертор находится в состоянии аварийного останова. Учтите, что если инвертор работает в нормальном режиме, функция сброса при замыкании RES и СС не сработает.	
S1	вход		Замыкание между S1 и СС задаёт работу с предустановленной скоростью 1	
S2	вход		Замыкание между S2 и СС задаёт работу с предустановленной скоростью 2	
S3	вход		Замыкание между S3 и СС задаёт работу с предустановленной скоростью 3	
PLC	Вход (общий)	Вход для подачи внешнего питания		Вход 24 В
СС	Общий	Эквипотенциальная клемма (общий) для управляющих цепей (три клеммы)		
P	выход	Источник питания для аналогового входа		10 В (допустимый ток 10 мА)
VIA	вход	Многофункциональный программируемый аналоговый вход. Стандартная установка по умолчанию: сигнал 0 - 10В для задания частоты 0 – 50 Гц. Функцию входа можно изменить на входной токовый терминал 4-20мА (0-20мА).		10 В (внутр. сопр. 30кОм)  4 - 20мА (внутр. сопр. 250 Ом)
VIB	вход	Многофункциональный программируемый аналоговый вход. Стандартная установка по умолчанию: аналоговый вход 0 - 10В для задания частоты 0 - 50Гц.		10 В (внутр. сопр. 30 кОм)
FM	выход	Многофункциональный программируемый аналоговый выход. Стандартная установка по умолчанию: выходной сигнал напряжения, пропорциональный выходной частоте.		Амперметр со шкалой на 1 мА или вольтметр со шкалой на 7,5В, 1мА амперметр со шкалой на 0-20мА (4-20мА)
P24	выход	Источник питания 24В		24 В - 100мА
OUT NO	выходы	Стандартная установка по умолчанию: сигнал достижения заданной выходной частоты. Можно использовать эти выходы как многофункциональные программируемые выходные терминалы, в частности, для формирования серии импульсов.		24 В - 50мА. Для вывода импульсного сигнала выходной ток от 10мА. Частотный диапазон импульсов: 38 - 1600Гц

1	2	3	4
FLA, FLB, FLC	выходы	Многофункциональные программируемые релейные выходы. Стандартная установка по умолчанию: отображение состояния защитной функции инвертора. При активизации защитной функции замыкается цепь FLA-FLC и размыкается FLB-FLC.	Нагрузка на контакты: ~250 В-2А, 30 В-1А
RC RY	выходы	Многофункциональные программируемые релейные выходы. Стандартная установка по умолчанию: сигнал достижения минимальной выходной частоты. Многофункциональные выходные терминалы, за которыми можно закрепить две различные функции.	Нагрузка на контакты: ~250 В-2А, 30 В-1А

### Подключение опциональных устройств к ПЧ TOSHIBA VF-S11

Для улучшения формы выходного напряжения между преобразователем и двигателем ставят дроссель, а для уменьшения электромагнитных помех - EMC-фильтр. Дополнительно вместе с инвертором TOSHIBA серии VF-S11 можно использовать следующие внешние устройства (рис. 1.7):

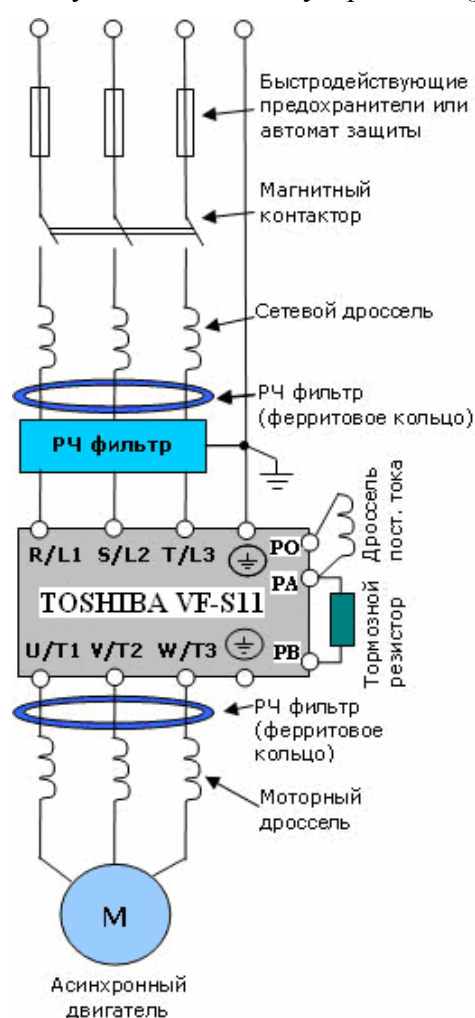


Рис. 1.7. Опциональные устройства ПЧ Toshiba VF-S11

#### Дроссель переменного тока на входе ПЧ

Входной (сетевой) дроссель улучшает коэффициент мощности и рекомендуется, если мощность источника питания (распределительного трансформатора) более 500кВА и превышает по мощности в 6 и более раз мощность ПЧ, или длина кабеля между источником питания и преобразователем частоты менее 10 м.

#### Дроссель звена постоянного тока

Дроссель постоянного тока может понадобиться при необходимости фильтрации гармоник в потребляемом от сети токе, увеличении коэффициента мощности, защите от кратковременной асимметрии фаз источника питающего напряжения и других случаях.

#### Моторный дроссель

Дроссель переменного тока на выходе ПЧ предназначен для снижения высших гармоник в токе двигателя и снижению емкостных токов в длинном моторном кабеле, а так же для ограничения пиковых перенапряжений на двигателе.

#### РЧ-фильтр

Электромагнитный фильтр подавляет радиочастотные гармоники помех, передающихся от ПЧ в питающую сеть и необходим для обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС).



## Порядок выполнения лабораторной работы

1. Ознакомиться с методами частотного управления в современном электроприводе переменного тока.
2. Изучить устройство силовой части ПЧ типа «выпрямитель — автономный инвертор» и структуру его двухпроцессорной системы управления (рис. 1.1 и 1.2).
3. Ознакомиться с описанием технических характеристик и функциональных возможностей ПЧ TOSHIBA серии VF-S11 (табл. 1.2).
4. Изучить схемы подключения силовых и управляющих цепей к TOSHIBA VF-S11 (рис. 1.5 и 1.8), а также назначение соответствующих клемм (табл. 1.3 и 1.4).
5. Проверить правильность подключения силовых и управляющих цепей к ПЧ TOSHIBA типа VF - S11 - 4022PL на лабораторном стенде согласно рис. 1.8.
6. Изучить возможности подключения внешних опциональных устройств к TOSHIBA серии VF-S11 и их назначение (рис. 1.7).

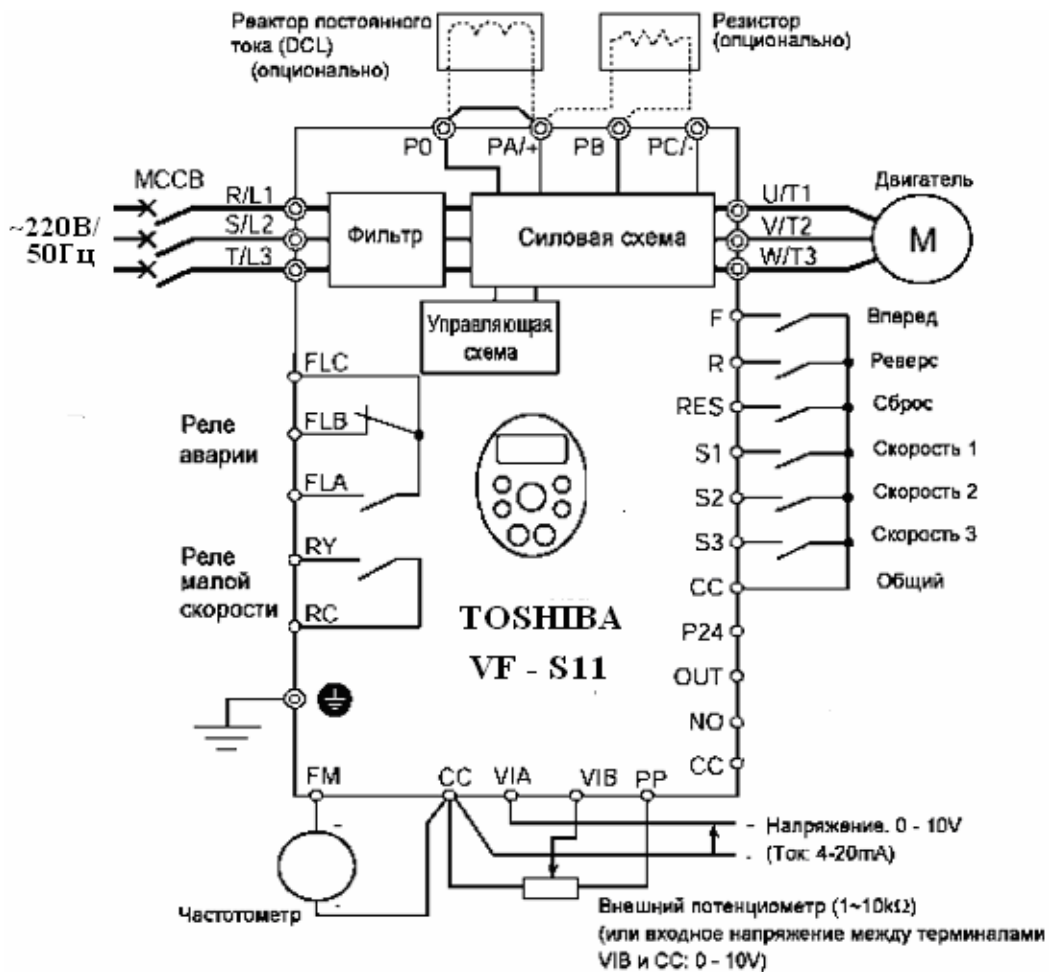


Рис. 1.8. Общая схема подключения силовых, управляющих цепей и опциональных устройств к ПЧ TOSHIBA серии VF-S11

## Содержание отчета

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Технические характеристики ПЧ, установленного на лабораторном стенде, с полной расшифровкой маркировки его модели.
4. Перечень основных функциональных возможностей TOSHIBA VF-S11.

5. Схема подключения силовых и управляющих цепей к TOSHIBA VF-S11 с указанием на этой схеме соответствующих клемм согласно подключениям и обозначениям на лабораторном стенде.

6. Схема подключения внешних опциональных устройств к ПЧ TOSHIBA VF-S11 и их назначение.

### **Контрольные вопросы**

1. Скалярное частотное управление. Преимущества и недостатки.
2. Векторное частотное управление. Преимущества и недостатки.
3. Разновидности систем векторного частотного управления. Области их применения.
4. Описание работы силовой схемы ПЧ типа «выпрямитель - автономный инвертор».
5. Основные функциональные блоки системы управления современного ПЧ.
6. Назначение аналоговых и дискретных входов/выходов на примере Toshiba VF-S11.
7. Защитные функции, реализуемые ПЧ Toshiba VF-S11.
8. Диагностические функции ПЧ Toshiba VF-S11.
9. Назначение внешних опциональных устройств для подключения к Toshiba VF-S11.

## МЕТОДИКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ТРЕХФАЗНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ TOSHIBA VF-S11-4022PL

**Цель работы:** изучить программное меню трехфазного преобразователя частоты TOSHIBA VF-S11-4022PL, научиться задавать и редактировать его базовые и дополнительные параметры, пользоваться функцией «История», сбрасывать текущие настройки ПЧ к заводским установкам, а также выбирать источник управления и задания рабочей частоты инвертора TOSHIBA VF-S11.

### Управление современными преобразователями частоты

Управление преобразователями частоты (ПЧ) осуществляется посредством набора параметров, позволяющих осуществлять выбор, активизацию или, наоборот, запрет той или иной функции, задание значения параметра, а также контролировать текущее значение параметра. Параметры можно изменять и устанавливать кнопками мембранной клавиатуры пульта управления преобразователя для настройки нужных свойств преобразователя, таких как время разгона, минимальные и максимальные частоты и т.д. Номера выбранных параметров и установленные значения параметров указываются на четырехзначном цифровом дисплее.

Следует отметить, что задание оптимальных режимов работы частотно-управляемого привода для обеспечения максимальной эффективности функционирования технологического процесса — вопрос весьма непростой и требует от наладчика данного устройства хорошего знания и учета особенностей как самого процесса, так и оборудования используемого привода.

Вот почему в преобразователях некоторых известных фирм, в том числе и в ПЧ TOSHIBA серии VF-S11, из всего набора параметров выделяют группу специально подобранных **базовых параметров**, настройка которых позволяет для большинства простейших случаев применения быстро осуществить ввод привода в эксплуатацию.

Другая группа параметров, **дополнительных** (экспертных), служит для точной настройки преобразователя. При этом доступ ко второй группе для посторонних может быть заблокирован.

Имеется также группа **пользовательских параметров** и еще одна группа **параметров «истории»**.

Описанный способ управления удобен на этапе ввода и в процессе эксплуатации для оперативного изменения настроек преобразователя. Для использования же частотно-управляемого привода в составе АСУ ТП необходимо обеспечивать взаимодействие преобразователя с другими участниками системы управления. Для этого в составе преобразователей имеется развитая система ввода-вывода данных, включающая в себя **дискретные и аналоговые входы и выходы**, а также последовательные **интерфейсы связи**. Большинство ПЧ комплектуется стандартным интерфейсом связи RS-422 или RS-485. При этом взаимодействие между участниками системы управления осуществляется с использованием протоколов Modbus или Profibus.

В зависимости от серии ПЧ фирмы Toshiba имеют разное количество **программируемых дискретных входов**, способных инициировать до 24 различных функций управления. Все эти функции можно условно разделить на несколько групп.

*В первую группу* можно отнести функции управления движением двигателя, такими как пуск, останов, реверс, способ торможения.

*Вторую группу* образуют функции управления выходной частотой преобразователя, такое управление может быть осуществлено путем выбора значения фиксированной частоты, определенной для конкретного входа или задаваемой двоичным кодом состояния трех входов (восемь значений). В эту же группу входят функции

плавного уменьшения или увеличения выходной частоты при активном состоянии соответствующего дискретного входа.

И, наконец, *третья группа* объединяет остальные функции, несущие служебную нагрузку (разрешение дистанционного управления, сброс ошибки и т.п.). Для питания входных цепей может быть использован либо внутренний источник питания с выходным напряжением 15 В постоянного тока, либо внешний источник с напряжением от 7,5 до 33,0 В постоянного тока.

**Дискретные входы** могут быть активизированы различными способами, в том числе механическими кнопками панели управления установкой, дискретными выходами различных управляющих устройств, таких как программируемые логические контроллеры (ПЛК) или устройства удаленного ввода-вывода.

### **Интерфейсы связи RS-232, RS-422, RS-485 и протоколы промышленной сети MODBUS, PROFIBUS**

**Интерфейс RS-232** – широкоиспользуемый стандартный интерфейс обеспечивает работу стандартного оборудования передачи данных между модемами, терминалами и компьютерами. Электрически система основана на импульсах 12В, кодирующих последовательности "0" и "1". Механически этот стандарт определяет 9- и 25-контактные разъемы. Основные сигналы передаются по линиям "передача/прием" данных, остальные сигнальные линии передают статусную информацию коммутируемых устройств. Скорость передачи выбирается из диапазона от 50 до 38400 бод.

**Интерфейс RS-422** - симметричный интерфейс RS-422 использует дифференциальные сигнальные линии. На приемном конце используются две информационные линии и линия заземления. В основе кодирования передаваемых/принимаемых данных лежит принцип изменения напряжения на сигнальных линиях. Реализованный принцип кодирования делает этот стандарт устойчивым к внешним возмущениям. Использование этого стандарта позволяет значительно удлинять физические линии передачи данных и увеличивать скорость. С помощью интерфейса RS-422 можно строить и шинные структуры.

**Интерфейс RS-485** - этот тип интерфейса соответствует спецификации симметричной передачи данных, описанной в американском стандарте IEC RS-485. Этот интерфейс пригоден для высокоскоростной передачи данных. Максимальная длина варьируется от 1,2 км на скорости до 90 кбод и до 200 м - на скорости до 500 кбод.

**Протокол MODBUS** - этот протокол разработан фирмой Gould Inc. для построения промышленных распределенных систем управления. Специальный физический интерфейс для него не определен. Эта возможность предоставлена самому пользователю: RS-232, RS-422, RS-485. Протокол MODBUS работает по принципу MASTER-SLAVE, или "ведущий-ведомый". Конфигурация на основе этого протокола предполагает наличие одного MASTER-узла и до 247 SLAVE-узлов. Только MASTER инициирует циклы обмена данными. Существует два типа запросов:

- запрос/ответ (адресуется только один из SLAVE-узлов);
- широковещательная передача (MASTER через выставление адреса 0 обращается ко всем остальным узлам сети одновременно).

Каждый запрос со стороны ведущего узла включает код команды (чтение, запись и т.д.), адрес абонента (адрес 0 используется для широковещательной передачи), размер поля данных, собственно данные или буфер под данные и контрольный код.

Протокол MODBUS можно назвать наиболее распространенным в мире. Для работы со своими изделиями его используют десятки фирм, он привлекает простотой логики и независимостью от типа интерфейса.

**Протокол PROFIBUS** (Process Field Bus) появился на свет благодаря усилиям группы немецких компаний: Bosch, Siemens и Klockner-Moller. В его задачи входит:

- организация связи с устройствами, гарантирующими быстрый ответ;
- создание простой и экономичной системы передачи данных, основанной на стандартах.

В PROFIBUS используется гибридный метод доступа в структуре MASTER/SLAVE и децентрализованная процедура передачи маркера. Сеть может состоять из 122 узлов, из которых 32 могут быть MASTER-узлами. Адрес 0 зарезервирован для режима широкого вещания ("broadcast").

Принцип работы сети PROFIBUS следующий. В среде MASTER-узлов по возрастающим номерам узлов передается маркер, который предоставляет право ведения циклов чтения/записи на шине. Все циклы строго регламентированы по времени, организована продуманная система тайм-аутов.

Протоколом определены следующие ациклические команды:

- SDN (послать данные без подтверждения);
- SDA (послать данные с подтверждением);
- SRD (послать и запросить данные);
- CSRD (циклическая посылка и запрос данных).

Задачи в области промышленной связи часто требуют разных решений. В одном случае необходим обмен комплексными (сложными, длинными) сообщениями со средней скоростью. В другом - требуется быстрый обмен короткими сообщениями с использованием упрощенного протокола обмена, например, с датчиками или исполнительными механизмами. В третьем случае необходима работа в опасных участках производства, например, в газопереработке. Все эти задачи протоколу PROFIBUS под силу. Говоря о PROFIBUS, необходимо иметь в виду, что под этим общим названием понимается совокупность трех различных, но совместимых протоколов: PROFIBUS-FMS, PROFIBUS-DP и PROFIBUS-PA.

**PROFIBUS-FMS** - этот протокол общего назначения разработан для связи контроллеров и интеллектуальных устройств. Основное его назначение - передача больших объемов данных.

**PROFIBUS-DP** – протокол для задач управления в так называемом реальном времени, где на первое место встает такой параметр, как продолжительность цикла шины, а не программного цикла. Он дает увеличение производительности шины. Так, например, для передачи 512 бит данных, распределенных по 32 станциям, требуется всего 6 мс.

**PROFIBUS-PA** - этот протокол используется в устройствах, работающих в опасных производствах. PA-устройства необходимо подключать через специальные повторители.

## Основные режимы состояния ПЧ TOSHIBA VF-S11

Стандартный режим отображения: стандартный режим инвертора. Данный режим автоматически устанавливается при включении инвертора. Данный режим предназначен для отображения выходной частоты и для установки выбранного значения частоты. В этом режиме также отображается информация о сигналах тревоги при сбоях. Если в работе инвертора произошел сбой, на дисплее попеременно будут отображаться сигнал тревоги и частота инвертора, при которой произошел этот сбой.

*Примеры отображения информации о сбоях на экране инвертора:*

**С:** Когда выходной ток превышает максимально допустимое значение или равен ему.

**Р:** Когда выходное напряжение превышает максимально допустимое значение или равно ему.

**L:** Когда нагрузка достигает или превышает 50% пороговой величины перегрузки.

**Н:** Когда температура внутри инвертора поднимается до граничного уровня, свидетельствующего о перегреве.

Режим мониторинга статуса: режим для мониторинга общего состояния инвертора. Позволяет контролировать установленные частоты, выходной ток, напряжение, информацию о сигналах на входных/выходных терминалах.

Режим установки параметров: режим установки параметров инвертора.

Нажатие кнопки MODE на пульте управления лицевой панели TOSHIBA VF-S11 (рис. 2.1) переключает режимы состояния инвертора как показано ниже на рис. 2.2.

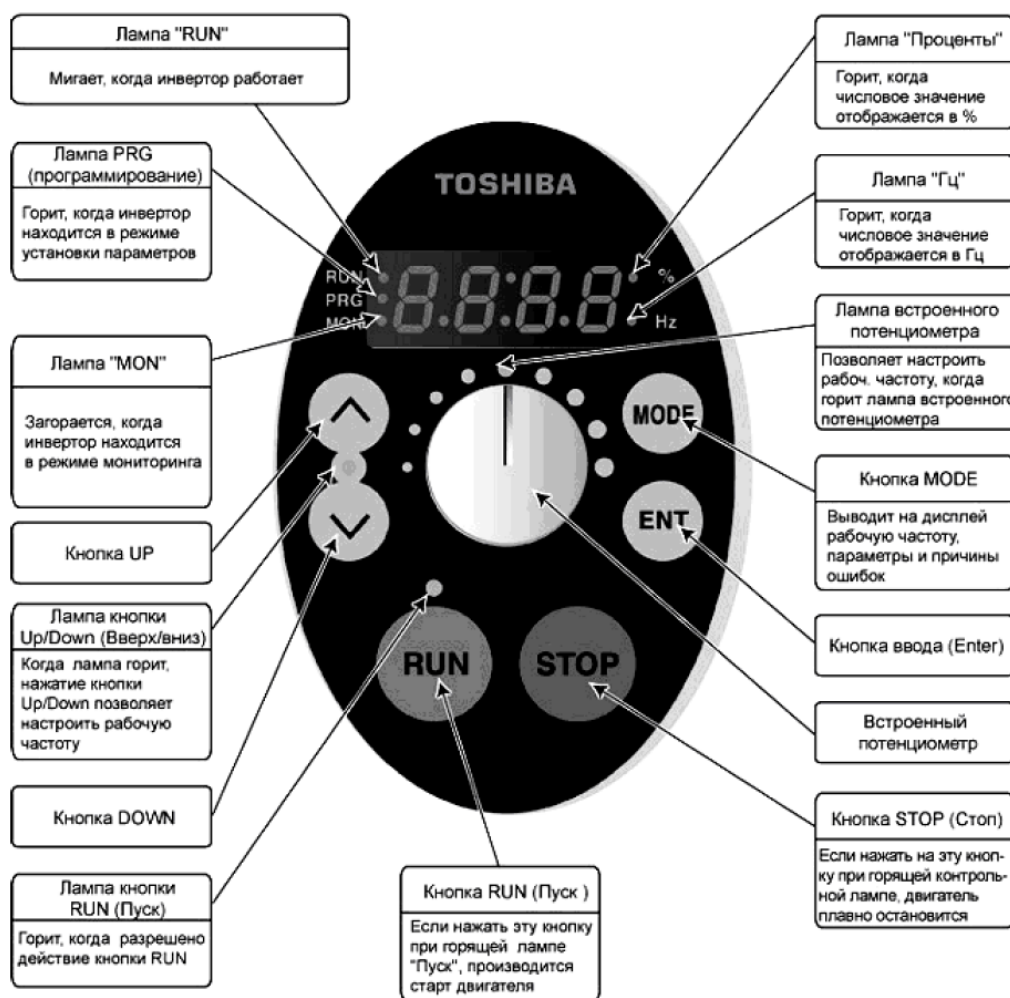


Рис. 2.1. Средства индикации и управления ПЧ на передней панели TOSHIBA VF-S11



Рис. 2.2. Переключение режимов состояния инвертора TOSHIBA VF-S11

## Классификация рабочих параметров ПЧ TOSHIBA VF-S11

Параметры ПЧ можно разделить на четыре основных группы.

Базовые параметры: параметры, которые должны быть запрограммированы до первого запуска инвертора.

Дополнительные параметры: параметры, необходимые для использования различных дополнительных функциональных возможностей инвертора.

Пользовательские параметры: функция автоматического редактирования показывает параметры, значения которых отличны от заводских. Вы можете просмотреть их и исправить в случае необходимости (параметр - **Gr.U**).

Параметры «Истории»: отображение в обратном хронологическом порядке пяти последних изменённых параметров (параметр - **AUH**).

*Если на дисплее мигает один из следующих сигналов ошибки, это значит, что невозможно установить желаемое значение параметра:*

**H1:** Была произведена попытка присвоить параметру значение, превышающее максимально допустимое, или в результате смены других параметров, значение данного параметра превышает максимально допустимое.

**L0:** Была произведена попытка присвоить параметру значение, ниже минимально допустимого или в результате смены других параметров значение данного параметра вышло за границы минимально допустимого диапазона.

## Настройка базовых параметров ПЧ TOSHIBA VF-S11

Все базовые параметры настраиваются одной и той же последовательностью действий (рис. 2.3).

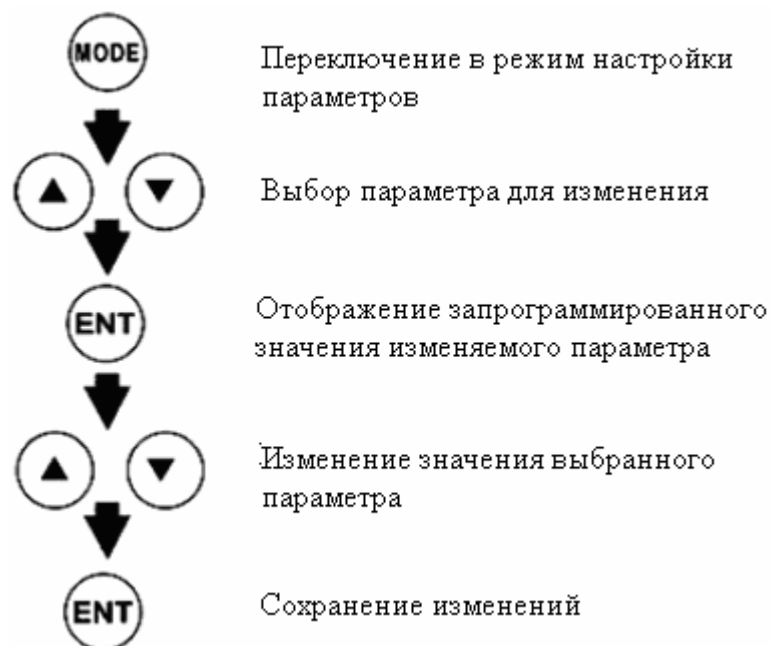







Рис. 2.3. Последовательность действий при настройке базовых параметров ПЧ Toshiba VF-S11

**Пример 2.1.** Изменение максимальной выходной частоты ПЧ Toshiba VF-S11 с 80Гц на 50Гц (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Изменение значения параметра максимальной выходной частоты Toshiba VF-S11

Кнопка	На дисплее	Действие
	0.0	На дисплее отображена рабочая частота, привод остановлен (Если параметр <i>F710</i> настройки стандартного отображения на мониторе задан равным 0 (рабочая частота))
	AUH	На дисплее - первый базовый параметр “История (AUH)”
	FH	Нажимая кнопки ▲ или ▼, выберите FH
	80.0	Нажатие кнопки ENTER выдаёт максимальную частоту
	50.0	Нажмите кнопку ▼, чтобы понизить максимальную частоту до 50Гц
	50.0 ⇌ FH	Нажмите кнопку ENTER для сохранения изменений. На дисплее попеременно высвечиваются FH и максимальная частота

### Настройка дополнительных параметров ПЧ TOSHIBA VF-S11

У ПЧ TOSHIBA серии VF-S11 имеется ряд дополнительных параметров, позволяющих полностью использовать все его функциональные возможности. Дополнительные параметры обозначаются буквой *F* и тремя цифрами. Последовательность действий для выбора раздела дополнительных параметров *F---* в меню ПЧ Toshiba VF-S11 приведена на рис. 2.4.

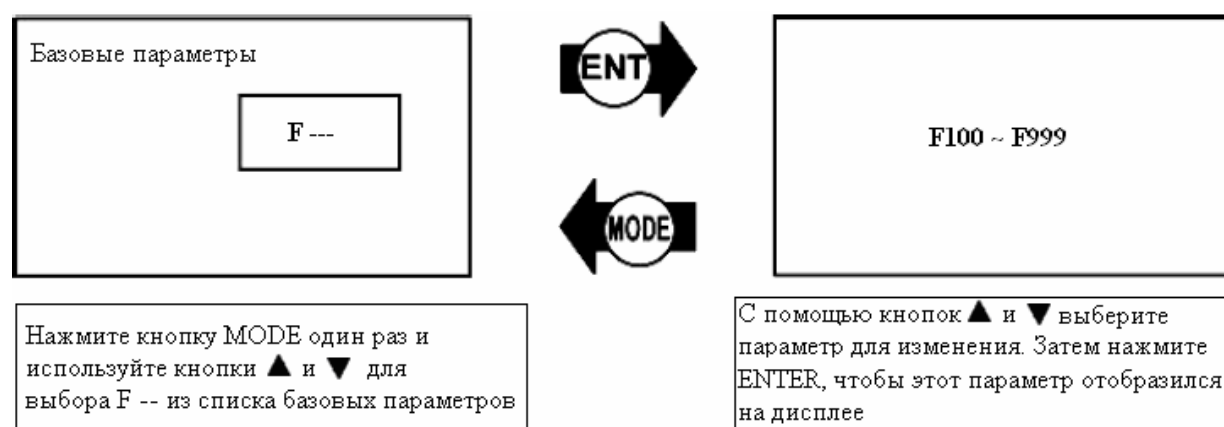
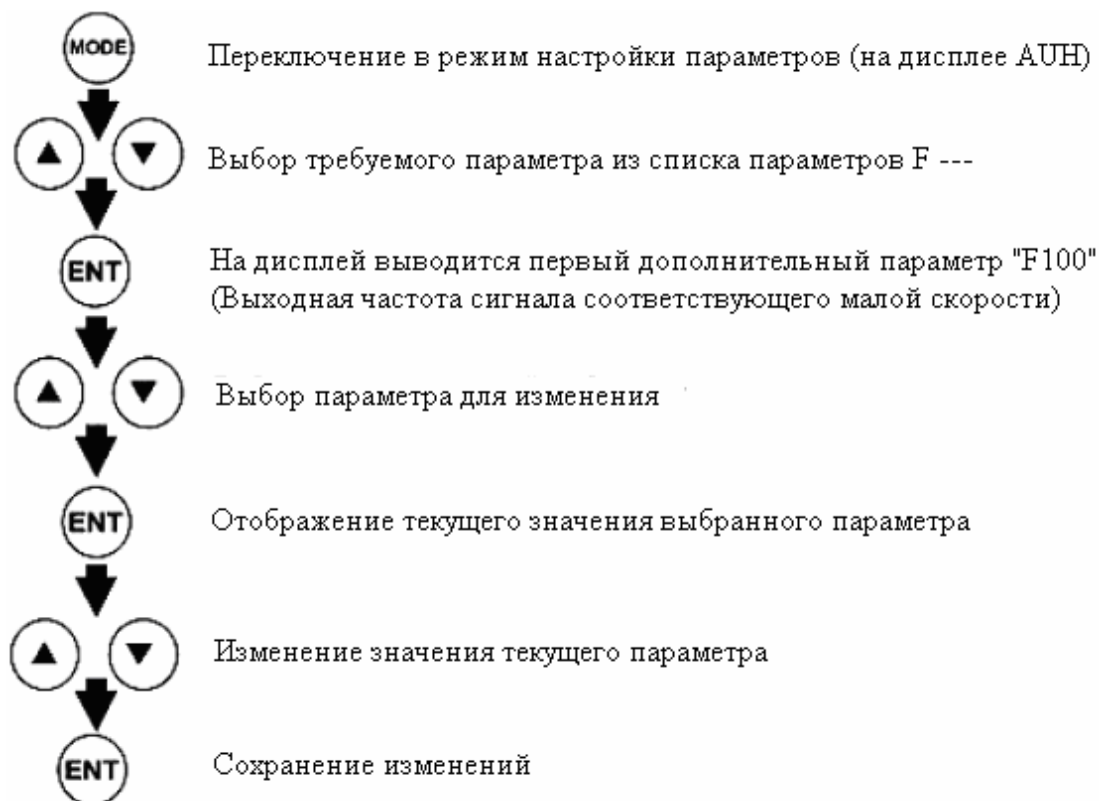


Рис. 2.4. Выбор раздела дополнительных параметров в меню Toshiba VF-S11

Последовательность действий при установке дополнительных параметров приведена на рис. 2.5.





Нажатие кнопки MODE вместо ENT возвращает к предыдущему шагу.

Рис. 2.5. Последовательность действий при установке дополнительных параметров

**Пример 2.2.** Выбор динамического торможения в качестве способа торможения асинхронного электродвигателя (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Задание динамического способа торможения для асинхронного электродвигателя

Кнопка	На дисплее	Действие
	0.0	На дисплее – рабочая частота (привод остановлен). (Если параметр <i>F710</i> настройки стандартного отображения на мониторе установлен равным 0 [рабочая частота])
MODE	AUH	На дисплее - первый базовый параметр “История (AUH)”
▲ ▼	F ---	Нажимая кнопки ▲ или ▼, выберите группу параметров F---
ENT	F100	Нажатие кнопки ENTER выдаёт первый дополнительный параметр <i>F100</i>
▲ ▼	F304	Нажмите кнопку ▲ и выберите параметр <i>F304</i> (динамическое торможение)
ENT	0	Нажатие кнопки ENTER выдаёт текущее значение параметра
▲ ▼	1	С помощью кнопки ▲ измените значение параметра с 0 на 1
ENT	1 ⇔ F304	Нажмите кнопку ENTER для сохранения изменений. На дисплее попеременно высвечиваются <i>F304</i> и новое значение параметра.

Нажмите несколько раз кнопку MODE чтобы вернуться к параметру *AUH* на дисплее.

### Поиск и переустановка изменённых параметров

Функция группы параметров пользователя *Gr.U* автоматически отыскивает те параметры, настройки которых отличаются от установленных заводских настроек, и показывает их как параметры группы *Gr.U*. В табл. 2.3 приведена последовательность действий при поиске и переустановке измененных параметров.

Таблица 2.3

Последовательность действий при поиске и переустановке измененных параметров

Кнопка	На дисплее	Действие
	<i>0.0</i>	На дисплее – рабочая частота (привод остановлен). (Если параметр <i>F710</i> настройки стандартного отображения на мониторе установлен равным 0 [рабочая частота])
	<i>AUH</i>	На дисплее - первый базовый параметр “История” ( <i>AUH</i> )
	<i>Gr.U</i>	Выберите функцию <i>Gr.U</i> с помощью кнопок ▲ и ▼
	<i>U - - -</i>	Нажмите ENTER, чтобы активизировать функцию автоматического редактирования пользовательских параметров.
 или 	<i>U—F</i> ( <i>U—r</i> ) <i>ACC</i>	Происходит поиск параметров, значения которых отличны от установленных при производстве. Чтобы изменить отображённый параметр, нажмите ENTER или ▲ (Кнопка ▼ позволяет осуществлять поиск в обратном порядке)
	<i>8.0</i>	Нажмите ENTER, чтобы отобразить значение параметра
	<i>5.0</i>	Используя кнопки ▲ и ▼, измените значение параметра
	<i>5.0 ⇔ ACC</i>	Нажмите ENTER для подтверждения изменений. На дисплее будут попеременно отображаться название параметра и его новое значение. После сохранения изменения на дисплее отобразится <i>U - - -</i> .
	<i>U—F</i> ( <i>U ⇔ r</i> )	Точно также, используя кнопки ▲ и ▼, выберите следующий параметр, который Вы хотите изменить, измените его значение и подтвердите изменения.
	<i>Gr.U</i>	После завершения работы на дисплее снова появится <i>Gr.U</i>
 	<i>Gr.U</i> <i>F 0.0</i> <i>0.0</i>	Чтобы прервать операцию поиска параметра, нажмите кнопку MODE. Чтобы вернуться к индикации режима установки параметров, нажмите MODE один раз во время поиска. Аналогично, нажимая кнопку MODE, Вы можете вернуться к режиму монитора по умолчанию (на дисплее – значение рабочей частоты)

Чтобы вернуться к началу, нажмите несколько раз кнопку MODE и повторите все шаги ещё раз, начиная с индикации параметра *AUH*.

## Просмотр изменений с помощью функции «История»

Функция «История» автоматически отыскивает пять последних измененных параметров и отображает их в обратном порядке (начиная с того, который изменялся последним). Эта функция может также быть использована для установки или изменения параметров. Если никакой информации об изменённых параметрах не сохранено, инвертор автоматически перейдёт к следующему параметру «*AU 1*». Сообщения **HEAD** или **END** появятся соответственно в начале и конце списка измененных параметров. В табл. 2.4 приведена последовательность действий при использовании функции «История».

Таблица 2.4

Использование функции «История»

Кнопка	На дисплее	Действие
	<i>0.0</i>	На дисплее – рабочая частота (привод остановлен). (Если параметр <i>F710</i> настройки стандартного отображения на мониторе установлен равным 0 [рабочая частота])
	<i>AUH</i>	На дисплее - первый базовый параметр “История” ( <i>AUH</i> )
	<i>ACC</i>	Нажмите ENTER, чтобы найти и отобразить последний изменённый параметр.
	<i>8.0</i>	Нажмите ENTER, чтобы отобразить значение этого параметра
	<i>5.0</i>	Нажимая кнопки ▲ или ▼, измените значение параметра
	<i>5.0</i> ⇌ <i>ACC</i>	Нажмите ENTER, чтобы подтвердить свой выбор. На дисплее будут попеременно отображаться название параметра и его новое значение, которое запоминается
	***	Точно также, используя кнопки ▲ и ▼, выберите следующий параметр, который вы хотите изменить, измените его значение и подтвердите изменения.
	<i>Head</i> <i>End</i>	<b>Head</b> : Первая запись <b>End</b> : Последняя запись
 		Чтобы прервать операцию поиска параметра, нажмите кнопку MODE. Чтобы вернуться к режиму установки, нажмите MODE один раз во время поиска. Аналогично, нажимая кнопку MODE, вы можете вернуться к режиму монитора по умолчанию (на дисплее – значение рабочей частоты)

### Параметры, значения которых нельзя изменить во время работы инвертора

По соображениям безопасности некоторые параметры ПЧ не могут быть перепрограммированы во время работы инвертора. Необходимо остановить работу ПЧ, прежде чем изменять значение этих параметров. Ниже приведен перечень базовых и дополнительных параметров трехфазного ПЧ TOSHIBA VF-S11, значения которых не разрешено изменять в процессе работы устройства. В табл. 2.5 ниже приведен перечень базовых и дополнительных параметров Toshiba VF-S11.

Перечень базовых и дополнительных параметров TOSHIBA VF-S11






<b>Базовые параметры</b>	
<i>AU1</i>	Автоматический разгон/торможение
<i>AU2</i>	Автоматический подъём момента
<i>AU4</i>	Автоматическая установка функций
<i>СПOd</i>	Выбор режима команд
<i>FP0d</i>	Выбор режима установки частоты
<i>tYP</i>	Значение (установка) по умолчанию
<i>FH</i>	Максимальная частота
<i>uL</i>	Базовая частота 1
<i>uLu</i>	Напряжение базовой частоты 1
<i>Pt</i>	Выбор режима управления (U/f)
<b>Дополнительные параметры</b>	
<i>F105</i>	Выбор приоритета
<i>F109-F118</i>	Параметры выбора входных терминалов
<i>F130-F139</i>	Параметры выбора выходных терминалов
<i>F170</i>	Базовая частота 2
<i>F171</i>	Напряжение базовой частоты 2
<i>F261</i>	Функция остановки движения рывками
<i>F301-F311</i>	Параметры защиты
<i>F342</i>	Выбор режима торможения
<i>F400</i>	Автоподстройка
<i>F415-F419</i>	Параметры характеристик двигателя
<i>F480</i>	Коэффициент усиления возбуждения
<i>F485</i>	Предотвращение останова в зоне ослабления поля 1
<i>F492</i>	Предотвращение останова в зоне ослабления поля 2
<i>F603</i>	Выбор аварийной остановки
<i>F605</i>	Выбор режима обнаружения обрыва выходной фазы
<i>F608</i>	Выбор режима обнаружения обрыва входной фазы
<i>F613</i>	Выбор обнаружения короткого замыкания на выходе при старте
<i>F626</i>	Уровень защиты от останова из-за перенапряжения
<i>F627</i>	Выбор останова/сигнала предупреждения при недостаточном напряжении
<i>F669</i>	Выбор функции выхода логический / импульсный (для клемм OUT-NO)

Остальные параметры могут быть изменены во время работы. Однако если параметр *F700* (запрещение изменений параметров) установлен на 1 (запрещено), то ни один из параметров настройки работы ПЧ TOSHIBA VF-S11 не может быть изменён.

### **Сброс текущих настроек и возвращение к заводским установкам**

Присвоив параметру сброса текущих настроек и возвращения к заводским установкам *tYP* значение 3, можно вернуть все параметры к тем значениям, которые были установлены при заводской сборке и настройке данного ПЧ. После возвращения к заводским настройкам все измененные значения параметров будут окончательно удалены. В табл. 2.6. приведена последовательность действий для осуществления сброса текущих настроек трехфазного ПЧ Toshiba VF-S11 к заводским настройкам.

Последовательность действий при сбросе текущих настроек

Кнопка	На дисплее	Действие
	<i>0.0</i>	На дисплее – рабочая частота (привод остановлен). (Если параметр <i>F710</i> настройки стандартного отображения на мониторе установлен равным 0 [рабочая частота])
	<i>AUH</i>	На дисплее - первый базовый параметр “История ( <i>AUH</i> )”
	<i>tYP</i>	Выберите <i>tYP</i> с помощью кнопок ▲ и ▼
	<i>3 - 0</i>	Нажмите ENTER, чтобы просмотреть программируемые параметры. <i>tYP</i> будет всегда показывать 0 справа и его предыдущее значение слева.
	<i>3 - 3</i>	Используя кнопки ▲ и ▼, измените значение параметра на 3, если хотите вернуть заводские установки.
	<i>In It</i>	Нажмите кнопку ENTER. На дисплее отобразится « <i>In It</i> », в то время как значения параметров будут изменены на заводские.
	<i>0.0</i>	На дисплее – снова параметры установки.

Нажмите несколько раз кнопку MODE, чтобы вернуться к началу, и повторите все шаги заново.

### Выбор источника управления и задания частоты ПЧ TOSHIBA VF-S11

Источник управления и задания рабочей частоты ПЧ TOSHIBA VF-S11 задается настройкой двух следующих параметров:

**СПОd** : Выбор источника управления/команд ПЧ

**FP0d** : Выбор источника задания частоты

Эти параметры используются для того, чтобы запрограммировать, какое устройство (панель управления или входной терминал) будет иметь приоритет при подаче команды пуска и останова или при задании частоты (встроенный потенциометр, VIA, VIB, панель управления, последовательный порт связи, сигнал увеличения/уменьшения частоты с внешнего входа, VIA+VIB). В табл. 2.7. приведен перечень значений параметров **СПОd** и **FP0d**.

Таблица 2.7

Перечень значений параметров **СПОd** и **FP0d**

Название	Функция	Диапазон настройки	Значение по умолчанию
<b>СПОd</b>	Выбор источника управления/команд	0: Входные терминалы 1: Панель управления	1
<b>FP0d</b>	Выбор источника задания частоты	0: Встроенный потенциометр 1: VIA 2: VIB 3: Панель управления 4: Последовательный порт связи 5: Внешние сигналы Увеличения / Уменьшения частоты	0

**СПОd** = 0. Запуск и останов двигателя с помощью входных терминалов.

**СПОd** = 1. Запуск и останов двигателя с помощью кнопок на панели управления.

**FP0d** = 0: Встроенный потенциометр: Рабочая частота задаётся с помощью встроенного в инвертор потенциометра. Поворачивая ручку потенциометра по часовой стрелке, Вы увеличите частоту.

**FP0d** = 1: Входной терминал VIA: управление частотой задаётся с помощью сигнала с внешнего устройства (терминал VIA: 0 – 10В или 4 - 20 мА).

**FP0d** = 2: Входной терминал VIB: Внешний сигнал (терминал VIB: 0 – 10В) используется для задания частоты сигналом напряжения 0 – 10В.

**FP0d** = 3: Панель управления: рабочая частота задается с помощью кнопок ▲ и ▼ на панели управления инвертора или дополнительной панели управления.

**FP0d** = 4: Порт связи: Частота задаются с помощью команд, поступающих с внешнего управляющего устройства по последовательной связи.






**FP0d** = 5: Сигнал Увеличения/Уменьшения частоты: Для задания команды увеличения/уменьшения частоты используются дискретные входные терминалы.

**FP0d** = 6: VIA+VIB (Корректирующий): В качестве команды задания частоты используется сумма значений, подаваемых на терминалы VIA и VIB.

**Пример 2.3.** Выбор входных терминалов клеммника ПЧ Toshiba VF-S11 в качестве источника управления работой инвертора (табл. 2.8).

Таблица 2.8

Выбор клеммника Toshiba VF-S11 в качестве источника команд управления

Кнопка	Изображение на дисплее	Операция
	0.0	Показывает рабочую частоту (работа привода остановлена). (Когда функция выбора выводимого на экран параметра <b>F710</b> = 0 [Рабочая частота])
	AUH	На дисплее отображен первый базовый параметр <b>AUH</b> (“История”)
	СПОd	С помощью одной из кнопок ▲ или ▼ выберите параметр <b>СПОd</b>
	1	Нажмите кнопку ENTER чтобы на дисплее отобразилось текущее значение параметра (значение по умолчанию: 1)
	0	Поменяйте значение на 0 (входные терминалы) с помощью кнопки ▼
	0 - СПОd	Нажмите ENTER чтобы сохранить изменения. На дисплее попеременно отображается параметр <b>СПОd</b> и его значение.

Пуск и останов ПЧ Toshiba VF-S11 можно осуществить следующими способами:

(1) Пуск и останов ПЧ с помощью кнопок панели управления (СПОd = 1)

Используйте кнопки RUN (ПУСК) и STOP на панели управления для запуска и останова двигателя.

**RUN:** Двигатель запускается.

**STOP:** Двигатель останавливается.

(2) Пуск и останов ПЧ с помощью внешних сигналов, подаваемых на входные терминалы (СПОd = 0)

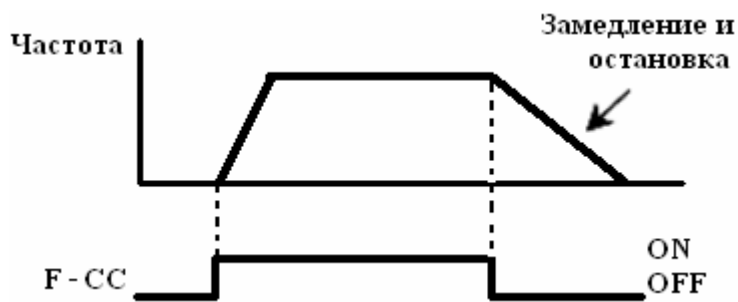


Рис. 2.6. Плавный пуск и плавное торможение асинхронного электродвигателя

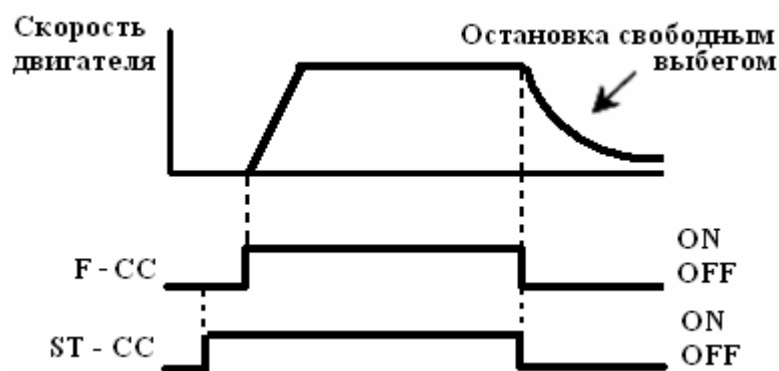


Рис. 2.7. Плавный пуск и останов свободным выбегом асинхронного электродвигателя

Используйте внешние сигналы, подаваемые на входные терминалы (клеммы) инвертора, для запуска и останова двигателя.

Замкните клеммы F и CC для плавного разгона двигателя. Разомкните клеммы F и CC для плавного торможения двигателя (рис. 2.6).

По умолчанию инвертор настроен на останов с плавным торможением. Для остановки свободным выбегом закрепите функцию «1 (ST)» за свободным входом с помощью функции программирования терминалов. Установите параметр  $F103 = 0$ . Для остановки свободным выбегом разомкните клеммы ST-CC в тот момент, когда двигатель нужно будет остановить по схеме, приведенной справа (рис. 2.7). На дисплее в этот момент будет отображено **OFF**.

**Пример 2.4.** Выбор панели управления в качестве источника задания частоты ПЧ Toshiba VF-S11 (табл. 2.9).

Таблица 2.9

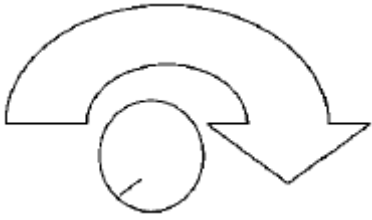
Выбор лицевой панели Toshiba VF-S11 в качестве источника задания частоты

Кнопка	Изображение на дисплее	Операция
	0.0	Показывает рабочую частоту (работа привода остановлена). (Когда функция выбора выводимого на экран параметра $F710=0$ [Рабочая частота])
MODE	AUH	На дисплее отображен первый базовый параметр AUH ("История")
▲ ▼	FPOd	С помощью одной из кнопок ▲ или ▼ выберите параметр FPOd
ENT	0	Нажмите кнопку ENTER чтобы на дисплее отобразилось текущее значение параметра (значение по умолчанию – 0)
▲ ▼	3	Поменяйте значение на 3 (панель управления) с помощью кнопки ▲
ENT	3 - FPOd	Нажмите ENTER чтобы сохранить изменения. На дисплее попеременно появляется параметр FPOd и его значение.

Нажатие кнопки MODE дважды возвращает стандартный режим отображения рабочих параметров (на дисплее – рабочая частота).

Задание частоты ПЧ Toshiba VF-S11 можно осуществить следующими тремя способами:

(1) Задание частоты с помощью потенциометра на панели ПЧ ( $FPOd = 0$ )

 <p>Рис. 2.8. Задание рабочей частоты с помощью встроенного потенциометра</p>	<p>Установите требуемое значение рабочей частоты инвертора, вращая потенциометр. Вращайте ручку потенциометра по часовой стрелке для увеличения значения частоты.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(2) Задание частоты с помощью панели управления ( $FPOd = 3$ )




Установите частоту с помощью панели управления.

- ▲ увеличивает частоту;
- ▼ уменьшает частоту.

**Пример 2.5.** Задание/изменение рабочей частоты с помощью панели управления ПЧ Toshiba VF-S11 (табл. 2.10).

Таблица 2.10

Задание частоты инвертора с помощью передней панели управления

Кнопка	На дисплее	Операция
	0.0	На дисплее отображена рабочая частота (когда параметр <b>F710</b> задан равным 0 (рабочая частота))
	50.0	Установите рабочую частоту
	50.0 -FC	Нажмите кнопку ENTER, чтобы сохранить установки. На дисплее попеременно высвечиваются символ <b>FC</b> и значение частоты.
	50/0	Нажимая на кнопки ▲ или ▼, вы можете менять частоту даже во время работы двигателя.

(3) Задание частоты с помощью аналоговых входов ( $FPOd = 1$  или  $2$ )

В ПЧ Toshiba VF-S11 предусмотрена возможность задания и изменения рабочей частоты с помощью внешнего потенциометра (рис. 2.9), а также сигналов входного напряжения (рис. 2.10) или входного тока (рис. 2.11).

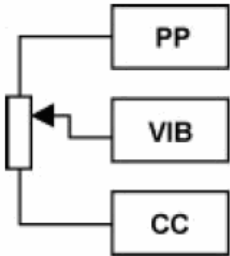
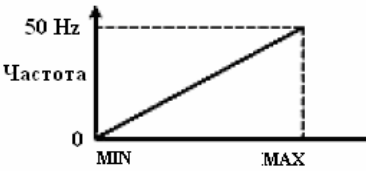
 <p>Установка частоты с помощью потенциометра</p>	<p>Установите частоту с помощью потенциометра (1-10кОм, 0.25 Вт)</p> 
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Рис. 2.9. Задание частоты с помощью внешнего потенциометра



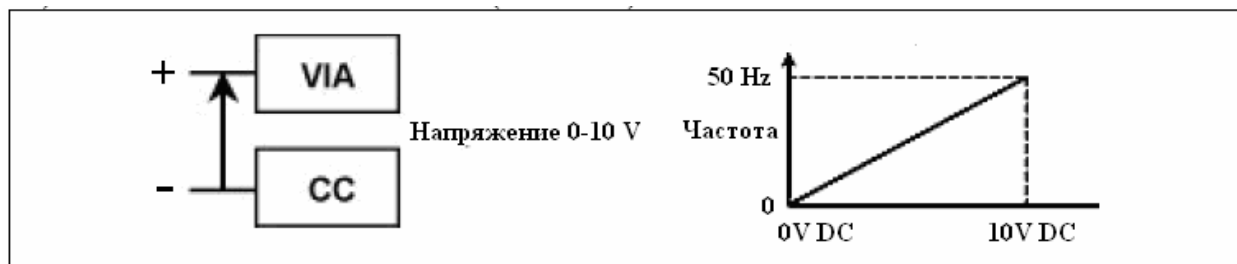


Рис. 2.10. Задание частоты с помощью сигналов входного напряжения (0 – 10 В)

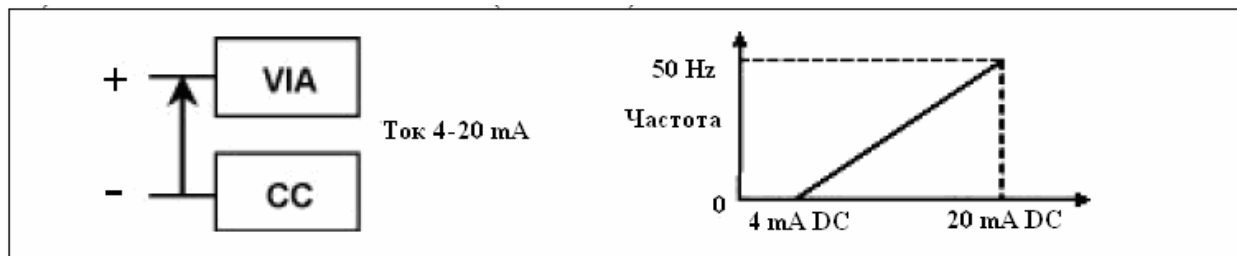


Рис. 2.11. Задание частоты с помощью сигналов входного тока (4 – 20 мА)

### Порядок выполнения лабораторной работы

1. Ознакомиться с основными режимами состояния ПЧ TOSHIBA VF-S11.
2. Изучить средства программирования и индикации на передней панели ПЧ TOSHIBA VF-S11.
3. Ознакомиться с группами рабочих параметров TOSHIBA VF-S11.
4. Изучить способы задания источника управления/команд и рабочей частоты TOSHIBA VF-S11 (параметров *СПОd* и *ФПОd* в табл. 2.7).
5. Согласно примеру 2.3 задать источником управления ПЧ TOSHIBA VF - S11 - 4022PL на лабораторном стенде его лицевую панель.
6. Согласно примеру 2.4 выбрать панель управления ПЧ на лабораторном стенде в качестве источника задания рабочей частоты.
7. Аналогично примеру 2.1 понизить текущее значение максимальной выходной частоты до 30 Гц.
8. Аналогично примеру 2.2 выбрать в качестве способа торможения электродвигателя плавное торможение.
9. Разогнать электродвигатель с помощью панели управления ПЧ TOSHIBA VF - S11 - 4022PL, плавно увеличивая его рабочую частоту от 0 Гц до максимального значения, а затем затормозить его, постепенно снижая рабочую частоту до нулевого значения.
10. Вывести на дисплей ПЧ сведения о последних изменениях его рабочих параметров, выполненных в ходе лабораторной работы, с помощью функции «История». Полученные результаты оформить в отчете в виде таблицы, аналогично табл. 2.4.
11. Осуществить сброс текущих настроек рабочих параметров.

### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Описание основных режимов состояния ПЧ TOSHIBA VF-S11.
3. Средства индикации и управления работой ПЧ на передней панели TOSHIBA VF-S11 (рис. 2.2)
4. Перечень базовых и дополнительных параметров ПЧ TOSHIBA VF-S11 в виде табл. 2.11.

Перечень базовых и дополнительных параметров ПЧ TOSHIBA VF-S11

Тип параметра	Обозначение	Назначение
Базовый	AU1	Автоматический разгон/торможение
....	....	....

5. Источники управления и задания рабочей частоты (табл. 2.5). Расшифровка значений параметров *СПОd* и *FPОd*.

6. Способы задания рабочей частоты с помощью аналоговых входов ПЧ.

7. Результаты вывода данных о последних изменениях рабочих параметров TOSHIBA VF - S11 - 4022PL с помощью функции «История». Оформить в виде таблицы, аналогично табл. 2.4 данной лабораторной работы.

### Контрольные вопросы

1. Разновидности средств управления, программирования и индикации состояний трехфазного ПЧ TOSHIBA VF-S11.

2. Коммуникационные возможности ПЧ TOSHIBA VF-S11 (интерфейсы связи и протоколы промышленных сетей).

3. Основные режимы состояния TOSHIBA VF-S11.

4. Группы рабочих параметров ПЧ TOSHIBA VF-S11.

5. Назначение функции «История».

6. Источники задания рабочей частоты TOSHIBA VF-S11.

### Лабораторная работа № 3

## МОНИТОРИНГ РАБОЧЕГО СОСТОЯНИЯ, ДИАГНОСТИКА ОШИБОК И НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТРЕХФАЗНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ TOSHIBA VF-S11-4022PL

**Цель работы:** изучить разновидности сигналов тревоги, выводимых на экран преобразователя частоты TOSHIBA VF-S11; научиться осуществлять мониторинг параметров инвертора во время его работы, выводить на экран информацию о последней аварии, определять причину сбоя в работе инвертора по коду неисправности, а также запускать его после аварийного останова.

### Защитные функции ПЧ TOSHIBA VF-S11

Преобразователи частоты (ПЧ) обеспечивают защиту самого преобразователя и электродвигателя. Набор функций защиты определяется конкретной моделью ПЧ. В преобразователях TOSHIBA серии VF-S11 реализованы следующие виды защит:

#### Функции защиты двигателя:

- токовая защита мгновенного действия;
- токовая защита двигателя от перегрузки по току;
- защита двигателя от перегрева.

#### Функции самозащиты:

- от замыкания выходных фаз;
- от замыкания выходных фаз на землю;
- от перенапряжения;
- от недонапряжения;
- от перегрева выходных каскадов.

#### К дополнительным функциям защиты ПЧ можно отнести следующие:

- от пропадания фазы на входе;
- от ошибок передачи данных;
- от пропадания фаз на выходе.

В случае срабатывания одной из этих защит, неправильного подключения к ПЧ силовых или управляющих цепей, а также некорректного задания рабочих параметров TOSHIBA VF-S11 прекращает свою работу, загорается индикатор ошибки/неисправности и на дисплей выводится ее код.

### Мониторинг параметров ПЧ во время его работы

В этом режиме можно контролировать рабочее состояние ПЧ. Для того чтобы на дисплее отобразилось состояние в процессе нормальной работы, необходимо дважды нажать кнопку MODE. Последовательность действий при мониторинге параметров ПЧ TOSHIBA VF-S11 во время его работы приведена в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Вывод параметров ПЧ на дисплей во время его работы

Отображаемый показатель	Кнопка	На дисплее	Коммуникационный №	Описание
1	2	3	4	5
		50.0		На дисплее отображена рабочая частота (когда параметр <i>F710</i> задан равным 0 (рабочая частота))

1	2	3	4	5
Режим настройки параметров		<i>AUH</i>		На дисплее - первый базовый параметр « <i>AUH</i> » “История”
Направление вращения		<i>Fr - F</i>	FE01	На дисплее – направление вращения ( <i>F</i> - прямое, <i>r</i> - реверсное)
Команда рабочей частоты		<i>F50.0</i>	FE02	На дисплее – значение задания рабочей частоты
Ток нагрузки		<i>C 80</i>	FE03	На дисплее – значение выходного тока (тока в нагрузке) инвертора. (%/A)
Входное напряжение		<i>Y 100</i>	FE04	На дисплее напряжение постоянного тока (%/B)
Выходное напряжение		<i>P 100</i>	FE05	На дисплее - выходное напряжение инвертора (%/B)
Момент		<i>q 60</i>	FE18	На дисплее – момент (%)
Моментообразующий ток		<i>c 90</i>	FE20	На дисплее – значение моментообразующего тока (%/A)
Коэффициент загрузки инвертора		<i>L 70</i>	FE27	На дисплее – коэффициент загрузки инвертора в %
Входная мощность		<i>H 80</i>	FE29	На дисплее – входная мощность инвертора в кВт
Выходная мощность		<i>H 75</i>	FE30	На дисплее – выходная мощность инвертора в кВт
Входной терминал		<i>.....</i>	FE06	<p>На дисплее – состояние (вкл/выкл) каждого из входных терминалов для приёма управляющих сигналов (F, RES, S1, S2, S3, VIA и VIB) в битах.</p>
Выходной терминал		<i>0 . . . 1 1</i>	FE07	<p>На дисплее – состояние (вкл/выкл) каждого из выходных терминалов для передачи управляющих сигналов (RY, OUT and FL) в битах.</p>
Версия ЦПУ		<i>v 10 1</i>	FE08	На дисплее – версия ЦПУ
Версия памяти		<i>v E 0 1</i>	FE09	На дисплее – версия установленной памяти

1	2	3	4	5
ПИД-обратная связь		d 50	FE22	На дисплее – сигнал обратной связи ПИД - регулятора. (по умолчанию – Гц)
Команда частоты (при ПИД-регулировании)		b 70		На дисплее – сигнал команды частоты, подаваемый при ПИД-регулировании (по умолчанию – Гц)
Суммарная входная мощность		h 85		На дисплее – совокупное значение мощности, потребленной инвертором (кВтчас) (0.01=1кВтчас, 1.00=100 кВтчас)
Суммарная выходная мощность		H 75		На дисплее – совокупное значение мощности, потребленной нагрузкой (кВтчас) (0.01=1 кВтчас, 1.00=100 кВтчас)
Номинальный ток		R 16.5		На дисплее – номинальный ток инвертора (А)
Аварийный останов 1		0C3 ⇌ 1	FE10	На дисплее – причина последнего аварийного останова (попеременно с интервалом 0,5 сек – номер останова и код аварии)
Аварийный останов 2		0H ⇌ 2	FE11	На дисплее – причина предыдущего аварийного останова (попеременно с интервалом 0,5 сек – номер останова и код аварии)
Аварийный останов 3		0P3 ⇌ 3	FE12	На дисплее – причина предыдущего аварийного останова аварийный останов (попеременно с интервалом 0,5 сек – номер останова и код аварии)
Аварийный останов 4			FE13	На дисплее – причина предыдущего аварийного останова аварийный останов (попеременно с интервалом 0,5 сек – номер останова и код аварии)
Предупреждение о завершении срока эксплуатации отдельных элементов			FE79	На дисплее – сообщение о состоянии отдельных элементов - охлаждающего вентилятора, конденсаторов силовой цепи и печатной платы, либо предупреждение о приближении завершения расчетного срока эксплуатации, отображаемое в битах. ON: 1 OFF: 0  Совокупное время работы Охлаждающий вентилятор Конденсатор печатной цепи Конденсатор силовой цепи
Совокупное время работы			FE14	На дисплее – совокупное время работы (одному часу соответствует 0.01)
Режим отображения по умолчанию				На дисплее – рабочая частота (во время работы)

Примечания к таблице:

1. С помощью параметра **F701** можно выбрать единицы измерения выводимых на экран параметров (% , А или В).

2. Отображаемое постоянное напряжение в  $\sqrt{2}$  раз больше выпрямляемого входного переменного напряжения.

3. Суммарное накопленное значение потребленной входной и выходной мощности будет сброшено до нуля, если удерживать нажатой кнопку ENT в течение 3 секунд или более, когда питание ПЧ выключено.

4. Информация о последних аварийных остановках отображается в следующей последовательности – по срокам давности: 1 (информация о самой последней остановке) → 2 → 3 → 4 (информация о самом давнем из четырех аварийном останове). Детали о причине останова 1, 2, 3, 4 будут выведены на индикатор при по нажатию кнопки "ENT" Если в прошлом аварийных остановок не было, на дисплее отобразится сообщение «**nErr**».

5. Предупреждение о приближении завершения срока эксплуатации выдается на основе расчетного значения, вычисленного с учётом среднегодовой температуры окружающей среды, времени работы и тока нагрузки, заданного параметром **F634**. Рекомендуется использовать данный показатель исключительно как ориентир, поскольку он основан на приблизительных оценках.

### Отображение детализированной информации о последней аварии

Нажав кнопку ENT при выбранном соответствующем режиме мониторинга («отображение информации о последних сбоях»), можно получить подробную информацию о четырёх последних аварийных остановках, как показано в табл. 3.2 ниже. В отличие от функции "Отображение детализированной информации в момент сбоя" в данном случае информация сохраняется и может быть выведена на дисплей даже после выключения или перезагрузки ПЧ.

Таблица 3.2

Получение информации о последних аварийных остановках ПЧ

Отображаемый показатель	Кнопка	На дисплее	Описание
1	2	3	4
Аварийный останов 1		0C1↔1	На дисплее – последний аварийный останов 1
Повторные сбои		n 2	Статистика: сколько раз наблюдался уже этот сбой (единицы измерения – разы)
Рабочая частота		. 60.0	На дисплее – значение рабочей частоты в момент сбоя
Направление вращения		F r - F	На дисплее – направление вращения в момент сбоя (F- прямое, r- обратное)
Команда рабочей частоты		F 80.0	На дисплее – значение задания рабочей частоты в момент сбоя
Ток нагрузки		C 15.0	На дисплее – выходной ток (ток в нагрузке) инвертора в момент сбоя (%/А)

1	2	3	4
Входное напряжение		У 120	На дисплее напряжение постоянного тока в момент сбоя (%/В)
Выходное напряжение		Р 100	На дисплее - выходное напряжение инвертора в момент сбоя (%/В)
Входной терминал		.....111	На дисплее – состояние (вкл/выкл) каждого из входных терминалов для приёма управляющих сигналов (F, R, RES, S1, S2, S3, VIA и VIB) в битах. 
Выходной терминал		0 . 1 1	На дисплее – состояние (вкл/выкл) каждого из выходных терминалов для передачи управляющих сигналов (RY, OUT и FL) в битах. 
Совокупное время работы		t 8.56	На дисплее – совокупное время работы на момент сбоя (0.01=1 час, 1.00=100 часов)

### Определение характера неисправности ПЧ по коду ошибки

Если происходит сбой в работе инвертора и его аварийный останов, на дисплее отображается код ошибки, по которой можно определить предположительную причину сбоя. В режиме мониторинга состояния вся информация об ошибках сохраняется.

В табл. 3.3 ниже приведен перечень возможных ошибок TOSHIBA VF-S11 и их коды.

Таблица 3.3

Коды ошибок и неисправностей ПЧ

Код ошибки	Коммуникационный №	Описание
1	2	3
<i>nErr</i>	0000	Нет ошибки
<i>OC 1</i>	0001	Перегрузка по току при разгоне
<i>OC 2</i>	0002	Перегрузка по току при торможении
<i>OC 3</i>	0003	Перегрузка по току во время работы
<i>OCL</i>	0004	Перегрузка инвертора по току при старте
<i>EPH 1</i>	0008	Обрыв входной фазы
<i>EPH 0</i>	0009	Обрыв выходной фазы
<i>OP 1</i>	000A	Перенапряжение при разгоне
<i>OP 2</i>	000B	Перенапряжение при торможении
<i>OP 3</i>	000C	Перенапряжение во время работы с постоянной скоростью


1	2	3
<i>OL 1</i>	000D	Останов из-за перегрузки инвертора
<i>OL2</i>	000E	Останов из-за перегрузки двигателя
<i>OLr</i>	000F	Останов из-за перегрузки резистора динамического торможения
<i>OH</i>	0010	Перегрев или неисправность термодатчика
<i>E</i>	0011	Аварийный останов по внешнему сигналу
<i>EEP1</i>	0012	Ошибка E <sup>2</sup> PROM 1 (ошибка записи)
<i>EEP2</i>	0013	Ошибка E <sup>2</sup> PROM 2 (ошибка сброса данных) или внезапное выключение электричества во время настройки <i>tYP</i>
<i>EEP3</i>	0014	Ошибка E <sup>2</sup> PROM 3 (ошибка чтения)
<i>Err2</i>	0015	Ошибка RAM инвертора
<i>Err3</i>	0016	Ошибка ROM инвертора
<i>Err4</i>	0017	Сбой ЦПУ
<i>Err5</i>	0018	Ошибка связи
<i>Err7</i>	001A	Ошибка датчика тока
<i>Err8</i>	001B	Ошибка платы расширения (опциональной платы)
<i>UC</i>	001D	Останов из-за недогрузки
<i>UP 1</i>	001E	Останов из-за пониженного напряжения
<i>Ot</i>	0020	Останов из-за перегрузки по моменту
<i>EF2</i>	0022	Обрыв «земли»
<i>OC1P</i>	0025	Сверхток в силовых элементах инвертора при разгоне
<i>OC2P</i>	0026	Сверхток в силовых элементах инвертора при торможении
<i>OC3P</i>	0027	Сверхток в силовых элементах инвертора при работе на постоянной скорости
<i>EtUP</i>	0029	Неправильно выбрана модель инвертора
<i>E – 20</i>	0034	Ошибка управления U/f

### Отображение информации в момент сбоя ПЧ TOSHIBA VF-S11

При сбое на дисплее отображается информация, как показано в табл. 3.4 ниже. Эта информация доступна до тех пор, пока не будет выполнено выключение или перезагрузка инвертора.

Таблица 3.4

Вызов информации об аварии в момент сбоя ПЧ

Отображаемый показатель	Кнопка	На дисплее	Коммуникационный №	Описание
1	2	3	4	5
Причина сбоя		<i>OP2</i>	/	При возникновении сбоя выводится код ошибки. Например, OP2 - перенапряжение при торможении. Двигатель в этом случае останавливается по инерции (торможение выбегом)
Режим настройки параметров		<i>AUH</i>		На дисплее - первый базовый параметр "AUH" «История»



1	2	3	4	5
Направление вращения		<i>F r - F</i>	FE01	На дисплее – направление вращения (F - прямое, r- реверсное)
Команда рабочей частоты		<i>F 60.0</i>	FE02	На дисплее – значение команды рабочей частоты при сбое.
Ток нагрузки		<i>C 130</i>	FE03	На дисплее – выходной ток (ток в нагрузке) инвертора при сбое. По умолчанию – в %
Входное напряжение		<i>U 141</i>	FE04	На дисплее – входное напряжение постоянного тока при сбое (по умолчанию – в %)
Выходное напряжение		<i>P 100</i>	FE05	На дисплее - выходное напряжение инвертора при сбое (по умолчанию – в %)
Момент		<i>q 60</i>	FE18	На дисплее – значение момента при сбое в %
Моментообразующий ток		<i>c 90</i>	FE20	На дисплее - моментообразующий ток (%/A)
Кэф-т загрузки инвертора		<i>L 70</i>	FE27	На дисплее – коэффициент загрузки инвертора при сбое в %
Кэффициент перегрузки тормозного резистора		<i>r 50</i>	FE25	На дисплее – коэффициент перегрузки тормозного резистора при сбое (%)
Входная мощность		<i>h 80</i>	FE29	На дисплее – входная мощность инвертора при сбое в кВт
Выходная мощность		<i>h 75</i>	FE30	На дисплее – выходная мощность инвертора при сбое в кВт
Рабочая частота		<i>o 60.0</i>	FE00	На дисплее - значение рабочей частоты при сбое в Гц
Входной терминал		<i>     </i>	FE06	<p>На дисплее – состояние при сбое (вкл/выкл) каждого из входных терминалов для приёма управляющих сигналов (F, R, RES, S1, S2, S3, VIA и VIB) в битах.</p>
Выходной терминал		<i>0 . 11</i>	FE07	<p>На дисплее – состояние при сбое (вкл/выкл) каждого из выходных терминалов для передачи управляющих сигналов (RY, OUT, FL) в битах.</p>

1	2	3	4	5
Версия ЦПУ		u 101	FE08	На дисплее – версия ЦПУ
Версия памяти		u E01	FE09	На дисплее – версия установленной памяти
Значение обратной связи (при ПИД-регулировании)		d 50	FE22	На дисплее - сигнал обратной связи ПИД-регулятора при сбое (по умолчанию – в Гц)
Команда частоты (при ПИД-регулировании)		b 70		На дисплее – сигнал команды частоты, подаваемый при ПИД- регулировании. (по умолчанию – в Гц)
Суммарная входная мощность		h 85		На дисплее – совокупное значение мощности, потребляемой инвертором (кВтчас) (0.01=1кВтчас, 1.00=100кВтчас)
Суммарная выходная мощность		H 75		На дисплее – совокупное значение мощности, потребляемой нагрузкой (кВтчас) (0.01=1кВтчас, 1.00=100кВтчас)
Номинальный ток		A 16.5		На дисплее – номинальный ток инвертора (А)
Аварийный останов 1		OP2 ⇌ 1	FE10	На дисплее – последний аварийный останов (попеременно с интервалом 0,5 сек – номер останова и код аварии)
Аварийный останов 2		ON ⇌ 2	FE11	На дисплее – предпоследний аварийный останов (попеременно с интервалом 0,5 сек – номер останова и код аварии)
Аварийный останов 3		OP3 ⇌ 3	FE12	На дисплее – предыдущий аварийный останов (попеременно с интервалом 0,5 сек – номер останова и код аварии)
Предупреждение о завершении срока эксплуатации отдельных элементов		A ....		На дисплее - либо ON/OFF статус отдельных деталей - охлаждающего вентилятора, конденсаторов силовой цепи и печатной платы, либо предупреждение о приближении завершения расчетного срока эксплуатации деталей в битах ON: 1 OFF: .  Совокупное время работы Охлаждающий вентилятор Конденсатор печатной платы Конденсатор силовой цепи
Совокупное время работы		t 0.10	FE14	На дисплее – совокупное время работы (одному часу соответствует 0.01)
Режим монитора по умолчанию		OP2		На дисплее – Причина аварийного останова.

## Причины сбоев ПЧ TOSHIBA VF-S11 и способы их устранения

При появлении на экране ПЧ кода ошибки (неисправности) необходимо провести диагностику в соответствии с приведённой ниже табл. 3.5.

Таблица 3.5

Причины неисправностей и способы их устранения

Код ошибки	Код сигнала аварии	Проблема	Возможные причины	Способы устранения
1	2	3	4	5
<b>OC 1 OC 1P</b>	<b>0001 0025</b>	Перегрузка по току при разгоне. Сверхтоки, текущие в выходной цепи при разгоне	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Время разгона <i>ACC</i> слишком мало</li> <li>- Неверно настроена/выбрана характеристика U/f</li> <li>- Сигнал перезапуска подан на вращающийся двигатель после кратковременной остановки и т.д.</li> <li>- Используется нестандартный двигатель (например, двигатель с небольшим импедансом)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Увеличьте время разгона <i>ACC</i></li> <li>- Проверьте U/f параметры</li> <li>- Используйте параметры <b>F301</b> (автоперезапуск) и <b>F302</b> (управление подхватом)</li> <li>- Увеличьте или уменьшите несущую частоту <b>F300</b></li> <li>- Задайте параметр <b>F306 = 1</b> или <b>3</b> (автоматическое регулирование несущей частоты)</li> </ul>
<b>OC 2 OC 2P</b>	<b>0002 0026</b>	Перегрузка по току при торможении. Сверхтоки, текущие в выходной цепи при торможении	Время торможения <i>dEC</i> слишком мало	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Увеличьте время торможения <i>dEC</i></li> <li>- Задайте параметр <b>F306 = 1</b> или <b>3</b> (автоматическое регулирование несущей частоты)</li> </ul>
<b>OC 3 OC 3P</b>	<b>0003 0027</b>	Перегрузка по току во время работы на постоянной скорости. Сверхтоки, текущие в выходной цепи при работе	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Резкие колебания нагрузки</li> <li>- Нагрузка не является номинальной для этого двигателя</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Уменьшите колебания нагрузки</li> <li>- Проверьте механическую нагрузку</li> <li>- Задайте параметр <b>F306 = 1</b> или <b>3</b> (автоматическое регулирование несущей частоты)</li> </ul>
<b>OC 1P OC 2P OC 3P</b>	<b>0025 0026 0027</b>	Неисправность заземления Перегрузка по току при пуске	<ul style="list-style-type: none"> <li>Происходит утечка тока на землю в выходном кабеле из ПЧ к двигателю</li> <li>- Неисправны элементы силовой цепи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проверьте кабели, провода и т.д. на предмет неправильного заземления или пробоя</li> <li>- Позвоните в сервис-центр</li> </ul>



1	2	3	4	5
<b>OP2</b>	<b>000B</b>	Перегрузка по напряжению при торможении	<p>- Время торможения <b>dEC</b> слишком мало (регенеративная энергия слишком велика) - <b>F304</b> (активизация тормозного резистора) выключен - Функция <b>F305</b> (ограничение перегрузок по напряжению) выключена - Недопустимые колебания входного напряжения. 1. Мощность сети питания 200кВА или выше. 2. Используется конденсатор, повышающий (улучшающий) коэффициент мощности. 3. К той же сети питания подключена тиристорная система.</p>	<p>- Увеличьте время торможения <b>dEC</b> - Установите подходящий тормозной резистор - Активизируйте <b>F304</b> (выбор режима динамического торможения) - Включите функцию <b>F305</b> - Используйте подходящий входной дроссель</p>
<b>OP3</b>	<b>000C</b>	Перегрузка по напряжению во время работы на постоянной скорости.	<p>- Недопустимые колебания входного напряжения 1. Мощность сети питания 200Ква или выше. 2. Используется конденсатор, повышающий (улучшающий) коэффициент мощности. 3. К той же сети питания подключена тиристорная система. - Двигатель находится в генераторном режиме из-за того, что нагрузка вынуждает двигатель вращаться с частотой более высокой, чем выходная частота инвертора.</p>	<p>- Используйте подходящий входной реактор  - Установите тормозной резистор</p>

1	2	3	4	5
<b>OL1</b>	<b>000D</b>	Перегрузка инвертора	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Время разгона <i>ACC</i> слишком мало</li> <li>- Величина постоянного тока торможения слишком велика.</li> <li>- Неправильные настройки параметров U/f</li> <li>- Сигнал перезапуска подан на вращающийся двигатель после кратковременной остановки и т.д.</li> <li>- Нагрузка слишком велика</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Увеличьте время разгона <i>ACC</i></li> <li>- Снизьте ток торможения <i>F251</i> и время торможения <i>F252</i></li> <li>- Проверьте настройку параметров U/f</li> <li>- Используйте <i>F301</i> (автоперезапуск) и <i>F302</i> (управление подхватом)</li> <li>- Используйте инвертор большей мощности.</li> </ul>
<b>OL2</b>	<b>000E</b>	Перегрузка двигателя	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Неправильные настройки параметров U/f</li> <li>- Двигатель заблокирован</li> <li>- Двигатель постоянно работает на малой скорости</li> <li>- Во время работы двигатель подвергается чрезмерной нагрузке</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проверьте параметры U/f</li> <li>- Проверьте нагрузку</li> <li>- Отрегулируйте <i>OLPI</i> на такую нагрузку, которую двигатель может выдержать длительно при малых скоростях</li> </ul>
<b>OLr</b>	<b>000F</b>	Перегрузка тормозного резистора	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Время торможения слишком мало</li> <li>- Величина динамического торможения слишком велика</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Увеличьте время торможения <i>dEC</i></li> <li>- Используйте тормозной резистор большей мощности и настройте соответственно параметр <i>F308</i></li> </ul>
<b>Ot</b>	<b>0020</b>	Перегрузка по моменту	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Момент нагрузки во время работы превышает уровень обнаружения перегрузки по моменту</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Включите функцию <i>F615</i> (останов при перегрузке по моменту)</li> <li>- Проверьте состояние системы</li> </ul>
<b>OH</b>	<b>0010</b>	Перегрев	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Охлаждающий вентилятор не работает</li> <li>- Температура окружающей среды выше нормы</li> <li>- Вентиляционные отверстия заблокированы</li> <li>- Рядом с инвертором установлено тепловыделяющее устройство</li> <li>- Встроенный термистор неисправен</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Возобновите работу после того, как инвертор охладился</li> <li>- Замените охлаждающий вентилятор</li> <li>- Освободите достаточно пространства вокруг инвертора</li> <li>- Не помещайте тепловыделяющих устройств вблизи инвертора</li> <li>- Позвоните в сервис-центр</li> </ul>

1	2	3	4	5
<b>E</b>	<b>0011</b>	Аварийный останов	Когда работа осуществляется в автоматическом режиме или при дистанционном управлении, команда «стоп» посылается с панели управления или выносного пульта	Перезапустите инвертор
<b>EEP1</b>	<b>0012</b>	Сбой EEPROM 1	Ошибка записи данных	Выключите и снова включите инвертор. Если ошибка не устранена, обратитесь в сервисную службу
<b>EEP2</b>	<b>0013</b>	Сбой EEPROM 2	Питание было выключено во время работы, и запись данных была прервана.	Выключите и снова включите инвертор. Если ошибка не устранена, обратитесь в сервисную службу
<b>EEP3</b>	<b>0014</b>	Сбой EEPROM 3	Ошибка чтения данных	Выключите и снова включите инвертор. Если ошибка не устранена, позвоните в сервисную службу
<b>Err2</b>	<b>0015</b>	Неисправность ОЗУ основного блока	ОЗУ (RAM) неисправно	Позвоните в сервисную службу
<b>Err3</b>	<b>0016</b>	Неисправность ПЗУ основного блока	ПЗУ (ROM) неисправно	Позвоните в сервисную службу
<b>Err4</b>	<b>0017</b>	Сбой ЦПУ	ЦПУ неисправно	Позвоните в сервисную службу
<b>Err5</b>	<b>0018</b>	Сбой в удаленном управлении	Ошибка при осуществлении удаленного управления	Проверьте устройство удаленного управления, соединительные кабеля и т.д.
<b>Err7</b>	<b>001A</b>	Неисправность датчика тока	Датчик тока неисправен	Позвоните в сервисную службу
<b>Err8</b>	<b>001B</b>	Ошибка опциональной платы расширения	Установлена плата расширения другого типа	- Проверьте, правильно ли установлена плата. - Замените плату на плату нужного типа

1	2	3	4	5
<i>UC</i>	<b>001D</b>	Недогрузка по току	Выходной ток снижается до уровня диагностики по минимальному току	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Включите функцию <b>F610</b> (параметр выбора диагностики недогрузки по малому току)</li> <li>- Проверьте правильность установки уровня для диагностики недогрузки по току (<b>F611</b> и <b>F612</b>)</li> <li>- Если ошибок в установках не обнаружено, позвоните в сервисную службу.</li> </ul>
<i>UPI</i>	<b>001E</b>	Сбой из-за пониженного напряжения (в цепи питания)	- Входное напряжение (в силовой цепи) слишком низкое	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проверьте входное напряжение</li> <li>- Используйте <b>F627</b> (выбор сбоя из-за недостаточного напряжения)</li> <li>- Чтобы не допустить внезапной остановки инвертора из-за пониженного напряжения, используйте <b>F301</b> (автоперезапуск) и <b>F302</b> (управление подхватом)</li> </ul>
<i>EF2</i>	<b>0022</b>	Сбой из-за замыкания на землю.	- В выходном кабеле инвертора или в двигателе произошло замыкание на землю	- Проверьте кабель и двигатель
<i>Etn1</i>	<b>0028</b>	Сбой при автонастройке на двигатель	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проверьте правильность установленных параметров двигателя (<b>F401 – F408</b>)</li> <li>- Убедитесь, что мощность инвертора не превышает на 2 и более ступени мощность двигателя</li> <li>- Убедитесь, что выходной кабель инвертора не слишком тонкий</li> <li>- Убедитесь, что двигатель не вращается</li> <li>- Убедитесь, что инвертор соединен именно с трёхфазным асинхронным двигателем</li> </ul>	
<i>EtUP</i>	<b>0029</b>	Ошибка типа инвертора	Контрольная монтажная плата (основная или управляющая) заменена на другую	Позвоните в сервисную службу
<i>E--18</i>	<b>0032</b>	Обрыв кабеля для передачи аналогового сигнала	Поступающий сигнал ниже уровня, заданного параметром <b>F633</b>	Проверьте кабель и значение параметра <b>F633</b>
<i>E--19</i>	<b>0033</b>	Ошибка связи ЦПУ	Между ЦПУ произошла ошибка связи	Позвоните в сервисную службу



1	2	3	4	5
<b>E--20</b>	<b>0034</b>	Чрезмерный подъём момента	- Параметру <b>ub</b> присвоено слишком большое значение - Сопротивление обмоток двигателя слишком мало	- Уменьшите значение параметра <b>ub</b> - Если улучшений не произошло, позвоните в сервисную службу
<b>E--21</b>	<b>0035</b>	Неисправность ЦПУ 2	Управляющий ЦПУ неисправен	Позвоните в сервисную службу

### Информация по сигналам тревоги ПЧ TOSHIBA VF-S11

Сообщения, представленные в табл. 3.6, носят предупреждающий характер и не вызваны неисправностью инвертора.

Таблица 3.6

Предупреждающие сигналы тревоги ПЧ TOSHIBA VF-S11

Код ошибки	Проблема	Возможные причины	Способы устранения
1	2	3	4
<b>POFF</b>	Пониженное напряжение в силовой цепи	Напряжение питания на клеммах R, S и T недостаточно	Измерьте напряжение питания силовой цепи. Если его уровень соответствует норме, инвертор нуждается в ремонте
<b>rtrY</b>	Процесс повтора	- Инвертор находится в процессе повтора - Произошла кратковременная остановка	Всё в порядке, если инвертор возобновит работу через несколько десятков секунд. Инвертор перезапускается автоматически.
<b>CLr</b>	Задействована команда «стереть»	Если нажать «STOP», когда на дисплее отображён код ошибки, появится эта надпись	Повторно нажмите STOP, чтобы стереть информацию о сбое.
<b>EOFF</b>	Задействована команда аварийного останова (экстренного отключения)	Панель управления используется для останова инвертора, находящегося в автоматическом режиме работы или при дистанционном управлении	Нажмите кнопку STOP для подтверждения команды останова. Для отмены останова нажмите любую другую клавишу управления
<b>HI/LO</b>	Сигнал ошибки настроек. Неправильная настройка и сообщение об ошибке отображаются попеременно	Обнаружена ошибка настроек при чтении или записи данных	Проверьте правильность настроек

1	2	3	4
<i>db</i>	Торможение постоянным током	Происходит процесс торможения постоянным током	Это сообщение пропадёт само через несколько десятков секунд, если никаких проблем не случится
<i>dbon</i>	Управление фиксацией вала	Происходит процесс фиксации вала.	Это сообщение в нормальном режиме пропадёт после того, как дана команда «Стоп»
<i>E1 E2 E3</i>	Слишком много цифр в значении величины	Количество цифр превышает 4	Уменьшите значение <b>F702</b>
<i>STOP</i>	Активна функция предотвращения останова при кратковременном отключении электроэнергии	Функция предотвращения останова при кратковременном отключении электроэнергии, заданная параметром <b>F302</b> , активна	Для возобновления работы, перезагрузите инвертор или снова подайте сигнал.
<i>LStP</i>	Автоматический останов при длительной работе на частоте, близкой к нижней границе	Произошел автоматический останов, заданный параметром <b>F256</b> ,	Для того, чтобы отключить эту функцию, увеличьте задание частоты как минимум на 0.2 Гц выше минимальной границы частоты
<i>InIt</i>	Сброс параметров	Происходит процесс сброса настроек параметров	Это сообщение в нормальном режиме пропадёт само через какое-то время (от нескольких секунд до нескольких десятков секунд).
<i>E --17</i>	Неисправность кнопки панели управления	- Кнопки RUN или STOP удерживаются нажатыми более 20 сек. - Кнопки RUN или STOP неисправны	- Проверьте состояние кнопок
<i>Atn1</i>	Автонастройка	В настоящий момент происходит автонастройка на двигатель	Это сообщение в нормальном режиме пропадёт само через несколько десятков секунд.

Сигналы тревоги, появляющиеся во время работы

**C** - Сигнал перегрузки по току – то же, что и **OC** (перегрузка по току).

**P** - Сигнал перегрузки по напряжению – то же, что и **OP** (перегрузка по напряжению).

**L** - Сигнал перегрузки - то же, что и **OL1 / OL2** (перегрузка).

**H** - Сигнал перегрева то же, что и **OH** (перегрев).

Если возникают одновременно две и более проблемы, на дисплее ПЧ появляется одна из следующих надписей:

**CP, PL, CPL**

Буквы **C**, **P**, **L** и **H** загораются по очереди слева направо.

## Запуск ПЧ TOSHIBA VF-S11 после аварийного останова

Не перезапускайте ПЧ после сбоя, не устранив причину аварии. Иначе это приведёт к повторному аварийному останову

*Сбросить состояние аварии инвертора можно одним из следующих способов:*

- (1) Выключив инвертор и продержав его выключенным до тех пор, пока не погаснет дисплей.
- (2) С помощью внешнего сигнала (замыкание управляющих терминалов RES и СС → разомкнуто).
- (3) С помощью кнопок передней панели управления ПЧ.
- (4) Подав сигнал «стереть» с дистанционного пульта.

*Для сброса состояния аварии инвертора с помощью панели управления, выполните следующие действия:*

1. Нажмите STOP и убедитесь, что на дисплее появилось **CLr**.
2. Нажмите STOP повторно. Если причина сбоя была устранена, произойдет перезапуск инвертора.

Когда срабатывает любая из защит от перегрузки (**OL1**-перегрузка инвертора, **OL2** - перегрузка двигателя, **OLr** - перегрузка тормозного резистора), инвертор не может быть перезапущен путём подачи сигнала перезапуска с дистанционного выносного пульта или с панели управления до тех пор, пока не пройдёт время, требующееся на охлаждение инвертора.

Фактическое время охлаждения: при **OL1** - около 30 сек. после сбоя  
при **OL2** - около 120 сек. после сбоя  
при **OLr** - около 20 сек. после сбоя

Если инвертор останавливается из-за перегрева (**OH**), не перезапускайте его сразу после аварийного останова, а подождите, пока температура внутри инвертора опустится до приемлемого уровня.

## Определение причин других сбоев ПЧ TOSHIBA VF-S11

В табл. 3.7 приведено описание, причины и способы устранения не рассмотренных ранее сбоев и неисправностей ПЧ Toshiba VF-S11.

Таблица 3.7

Причины других сбоев и способы их устранения	
Проблема	Причины и способы устранения
1	2
Двигатель вращается не в том направлении	- Поменяйте фазировку подключения силовых кабелей к двигателю на выходных клеммах U, V, W - Поменяйте местами терминалы, отвечающие за подачу сигнала прямого/обратного вращения с внешнего устройства управления - Поменяйте значение параметра <b>Fr</b> в том случае, если управление осуществляется с лицевой панели ПЧ.

1	2
Двигатель вращается, но происходят ненормальные изменения скорости	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Слишком большая нагрузка. Уменьшите нагрузку</li> <li>- Значения максимальной частоты <b><i>FH</i></b> и верхнего предела частоты <b><i>UL</i></b> слишком малы, увеличьте их.</li> <li>- Сигнал задания частоты слишком слабый. Проверьте настройки сигнала, цепь, кабели и др.</li> <li>- Если двигатель работает на малой скорости, убедитесь, что из-за установки слишком высокой величины подъёма момента не активизировалась функция предотвращения аварии. Настройте величину подъёма момента (<b><i>ub</i></b>) и время разгона (<b><i>ACC</i></b>)</li> </ul>
Разгон и торможение двигателя происходят не плавно	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Задано слишком короткое время разгона/торможения. Увеличьте время разгона (<b><i>ACC</i></b>) и торможения (<b><i>dEC</i></b>)</li> </ul>
Ток двигателя слишком велик	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Нагрузка слишком велика. Уменьшите её</li> <li>- Если двигатель работает на малой скорости, проверьте, не слишком ли высока степень подъёма момента</li> </ul>
Двигатель работает на скорости, отличной от номинальной	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Неправильное номинальное напряжение двигателя. Используйте двигатель с подходящими характеристиками и параметрами.</li> <li>- Напряжение на клеммах двигателя слишком мало. Проверьте настройки параметра напряжения на базовой частоте <b><i>uLu</i></b>. Смените соединительный кабель к двигателю на кабель большего сечения.</li> <li>- Передаточное отношение редуктора и т.д. неподходящее. Подкорректируйте.</li> <li>- Задана неверная выходная частота. Проверьте диапазон выходной частоты.</li> <li>- Настройте базовую частоту</li> </ul>
Скорость двигателя при работе существенно колеблется	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Слишком большая или слишком малая нагрузка. Уменьшите колебания нагрузки.</li> <li>- Мощности инвертора или двигателя не хватает для того, чтобы управлять такой нагрузкой. Используйте инвертор или двигатель с подходящими характеристиками и параметрами.</li> <li>- Проверьте, нет ли флуктуаций в аналоговом сигнале задания частоты.</li> <li>- Если параметр <b><i>Pt</i></b> = 3 (режима управления - векторный), проверьте настройки векторного управления, условия эксплуатации и т.д.</li> </ul>
Не удаётся поменять настройки параметров	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Смените значение параметра <b><i>F700</i></b> (запрещение изменений параметров) на 0 (разрешено), если стоит 1.(запрещено)</li> </ul>

### Порядок выполнения лабораторной работы

1. Ознакомиться с основными защитными функциями ПЧ TOSHIBA VF-S11.
2. Изучить последовательность действий для вывода на дисплей параметров ПЧ TOSHIBA VF-S11 во время его работы с помощью кнопок лицевой панели управления.
3. Выполнить запуск ПЧ TOSHIBA VF - S11 - 4022PL с настройками базовых параметров по умолчанию. Разогнать электродвигатель (ЭД) с помощью кнопок панели управления ПЧ, плавно увеличивая его рабочую частоту от 0 до 50 Гц.

4. После разгона ЭД поочередно вывести на дисплей и записать в отчет в виде таблицы все доступные для мониторинга параметры TOSHIBA VF - S11 - 4022PL. В этой же таблице необходимо расшифровать снятые с дисплея показания параметров и привести к ним комментарии.

5. Остановить ЭД, постепенно снижая рабочую частоту с помощью кнопок панели управления ПЧ до нулевого значения.

6. Согласно методике, приведенной в табл. 3.2 данной лабораторной работы, вывести на экран подробную информацию о последнем сбое (ошибке) ПЧ TOSHIBA VF - S11 - 4022PL. Результаты оформить в отчете в виде таблицы, аналогичной табл. 3.2. По коду ошибки определить ее причину и возможные способы устранения.

### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Перечень основных защитных функций ПЧ TOSHIBA VF-S11.
3. Результаты мониторинга параметров ПЧ TOSHIBA VF - S11 - 4022PL, установленного на лабораторном стенде, во время его работы. Результаты оформить в виде таблицы, аналогично табл. 3.1 данной лабораторной работы.
4. Коды ошибок и неисправностей ПЧ TOSHIBA VF-S11 в виде таблицы.
5. Результаты вывода на дисплей инвертора подробной информации о последнем сбое (ошибке) TOSHIBA VF - S11 - 4022PL в виде таблицы, аналогичной табл. 3.2. Причины этого сбоя и способы их устранения
6. Предупреждающие сигналы тревоги TOSHIBA VF - S11 в виде таблицы.
7. Способы сброса состояния аварии ПЧ TOSHIBA VF-S11 после устранения ошибки (неисправности).

### Контрольные вопросы

1. Перечислить основные виды защит, реализованных в трехфазных ПЧ TOSHIBA серии VF-S11.
2. Возможности по мониторингу параметров TOSHIBA VF-S11 во время его работы.
3. Как вывести на экран ПЧ подробную информацию о самом последнем аварийном останове? В какой последовательности выводится информация о нескольких аварийных остановах.
4. В каком виде выводится информация об аварии в момент сбоя ПЧ? Каким образом, исходя из этих сведений, можно установить причины текущего аварийного останова и получить информацию о способах устранения неисправности?
5. Способы перезапуска TOSHIBA VF-S11 после аварийного останова. Особенности перезапуска инвертора TOSHIBA при срабатывании одной из защит от перегрузки типа **OL**.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фираго, Б.И. Теория электропривода: Учеб. пособие / Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик. – Мн.: ЗАО “Техноперспектива”, 2004. – 527 с.
2. Фираго, Б.И. Регулируемые электроприводы переменного тока. / Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик. – Мн.: Техноперспектива, 2006. – 363 с.
3. Инверторы Toshiba серии Tosvert VF-S11. Инструкция по эксплуатации. - Toshiba Schneider Inverter Corporation, 2005. – 258 с.
4. Bose, В.К. Power electronics and AC drives / В.К. Bose. – Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 2004.
5. Leonhard, W. Control in power electronics and electrical drives. 2<sup>nd</sup> IFAC Symp. / W. Leonhard. – Düsseldorf, Pergamon Press, Oxford, 2005.