

Национальный горный университет  
ООО «Шнейдер Электрик Украина»

Авторизованный учебный центр  
компании «Шнейдер Электрик»

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ALTIVAR 61

Методические материалы  
для слушателей курсов повышения квалификации  
и студентов специальности 7.092203  
«Электромеханические системы автоматизации и электропривод»

Составили: проф. Н.Н. Казачковский,  
асс. Д.В. Якупов



Днепропетровск  
2008

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	3
1 ПРИНЦИПЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ С РАБОЧЕГО ТЕРМИНАЛА . . . . .	4
1.1 Основные принципы . . . . .	4
1.2 Графический терминал . . . . .	6
1.3 Меню графического терминала . . . . .	8
1.4 Встроенный терминал и его меню . . . . .	13
2 ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ, ОТОБРАЖАЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ . . . . .	15
2.1 Отображение внутренних переменных . . . . .	15
2.2 Отображение состояния входов/выходов . . . . .	19
3 ВВОД ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ И АВТОПОДСТРОЙКА . . . . .	20
4 ОГРАНИЧЕНИЕ НАГРУЗОК . . . . .	22
5 ПРОГРАММИРОВАНИЕ РАЗГОНА И ТОРМОЖЕНИЯ . . . . .	23
5.1 Тахограммы разгона и торможения . . . . .	23
5.2 Способы остановки привода . . . . .	25
6 ЗАКОНЫ УПРАВЛЕНИЯ . . . . .	28
6.1 Законы частотного управления . . . . .	28
6.2 Параметры регуляторов и обратных связей . . . . .	31
7 ВХОДЫ/ВЫХОДЫ . . . . .	34
7.1 Принципы конфигурирования логических входов . . . . .	37
7.2 Аналоговые входы . . . . .	38
7.3 Импульсные входы . . . . .	42
7.4 Дискретные выходы . . . . .	43
7.5 Аналоговые выходы . . . . .	46
8 КАНАЛЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАДАНИЯ . . . . .	49
8.1 Каналы задания . . . . .	50
8.2 Каналы управления . . . . .	52
8.3 Управление с графического терминала . . . . .	54
9 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ . . . . .	55
9.1 Пошаговая работа . . . . .	55
9.2 Предварительно заданные скорости . . . . .	56
9.3 Быстрее-медленнее . . . . .	58
9.4 Быстрее-медленнее вокруг задания . . . . .	59
9.5 Сохранение задания . . . . .	60
9.6 Намагничивание с помощью логического входа . . . . .	60
9.7 ПИД-регулятор . . . . .	61
9.8 Ограничение момента . . . . .	65
9.9 Переключение комплектов параметров . . . . .	66
9.10 Автоподстройка с помощью логических входов . . . . .	67
9.11 Второе ограничение тока . . . . .	68
9.12 Переключение темпов . . . . .	68
9.13 Ночной/дневной режимы (сон/пробуждение) . . . . .	68
9.14 Определение отсутствия потока или жидкости с помощью датчика . . . . .	70
9.15 Ограничение расхода . . . . .	71
9.16 Управление задвижкой . . . . .	72
10 РАБОТА С КОНФИГУРАЦИЯМИ . . . . .	74
10.1 Макроконфигурации . . . . .	74
10.2 Загрузка и сохранение конфигураций в ПЧ . . . . .	74
10.3 Обмен конфигурациями с графическим терминалом . . . . .	75

10.4	Мультидвигатель/конфигурация	77
10.5	Пароль	78
11	ЗАЩИТЫ И НЕИСПРАВНОСТИ	80
11.1	Активизация защит	80
11.2	Индикация неисправностей	84
11.3	Работа ПЧ после неисправности	86
	Литература	87
	ПРИЛОЖЕНИЕ. Список параметров (по алфавиту кодов)	88

## ВВЕДЕНИЕ

Целью данного пособия является помочь в изучении системы программирования преобразователя частоты *Altivar 61* производства компании *Schneider Electric*. Оно не является исчерпывающим и не может полностью заменить фирменное «Руководство по программированию» [1]. Здесь рассмотрены лишь основные меню и параметры, необходимые для большинства применений. Коммуникационные возможности и программирование встроенного логического контроллера не рассматриваются.

Порядок изложения несколько отличается от порядка, принятого в «Руководстве по программированию». Изложение ведется не столько по меню, сколько по решаемым задачам. Такой порядок изложения авторам представляется более логичным. Обычно упоминание какого-либо параметра или меню сопровождается их кодом настроенном терминале, а также англо- и русскоязычным именами на графическом терминале. Это дает возможность использования данного пособия при наличии любого терминала (в том числе нерусифицированного). По мере возможности рассмотрение многих параметров сопровождается необходимыми для понимания комментариями, а также примерами. В Приложении приведен список параметров по алфавиту кодов, с помощью которого можно найти имя, место в меню и описание искомого параметра.

## 1. ПРИНЦИПЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

### 1.2. Основные понятия

Программирование преобразователя частоты (т.е. приспособление его к конкретной прикладной задаче) производят путем изменения его настраиваемых параметров (таких, как частота коммутации, длительность разгона, номинальная частота питания двигателя, закон управления двигателем, назначение логического входа и т.п.). Каждый из таких параметров имеет имя, код и ряд значений. Имя (например, [Acceleration2]) используется при программировании с графического терминала (см. п. 1.3). Код состоит из нескольких символов (до 4 латинских букв или цифр, например, AC2, nSPS) и применяется при программировании с терминала, встроенного в ПЧ (см. п. 1.4). Присвоение параметру нужного значения и является содержанием программирования. Параметры, как и их значения, могут быть разного типа:

- цифровыми (как, например, значение максимальной частоты HSP=60 Гц);
- текстовыми (OFI=nO или YES, tUS=CUS, FAIL или dOnE).

Параметры для удобства доступа упорядочены в тематические меню и подменю (вложенные меню). Некоторые параметры для удобства одновременно присутствуют в нескольких меню. К сожалению, структура и перечень меню и подменю встроенного и графического терминалов совпадают не полностью.

Совокупность нескольких тематически близких параметров, реализующих некоторую прикладную задачу (например, управление электромагнитным тормозом, пропуск частотного окна, переключение темпов и т.п.) называют функцией. Зачастую параметры, реализующие функцию, размещаются в общем подменю и становятся доступными только после ее активизации.

Поскольку в эксплуатации могут находиться преобразователи частоты как с англоязычным, так и русифицированным графическим терминалами, а также со встроенным терминалом, для удобства чтения данного пособия приняты следующие правила написания имен и кодов меню (параметров), а также значений последних:

- имя меню (подменю) графического терминала дается в квадратных скобках и пишется заглавными английскими или русскими буквами (например, [1.4 MOTOR CONTROL], [1.4 УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕМ]);
- коды меню и параметров встроенного терминала даются без скобок английскими буквами в виде, максимально приближенном к индикации на терминале, причем код меню всегда заканчивается тире (например, drC- для меню и SFr для параметра);
- имя и текстовое значение параметра на графическом терминале дается в квадратных скобках курсивными английскими или русскими буквами (например, [Rated motor power] или [Да]);
- текстовое значение параметра на встроенном терминале дается без скобок английскими буквами в виде, максимально приближенном к индикации на терминале (например, PEnd, dOnE);

- при упоминании имен меню или параметров их коды, а также английские и русские версии обычно даются через запятую;
- в выражениях типа *[Автоподстройка]=[Нем]*, *[Standard mot. freq]=[50 Hz]*, *tUn=YES* слева от знака равенства расположено имя параметра, справа – присвоенное ему значение.

Некоторые параметры изменяются только автоматически и служат лишь для чтения (например, *tUS=PROG*). Часть параметров можно изменять при вращающемся двигателе, остальные – только при неподвижном. Совокупность значений параметров образует конфигурацию ПЧ. Ее можно сохранить для последующего использования. Имеется 5 макроконфигураций (реализованных программно заводских конфигураций, поставляемых с ПЧ, см. п. 10.1), которые соответствуют наиболее распространенным применением.

Макроконфигурации отличаются значениями некоторых параметров и назначениями входов/выходов. Пользователь может воспользоваться любой из них непосредственно или как основой для создания собственной (пользовательской) конфигурации.

Каждый из параметров имеет значение по умолчанию ( заводская настройка), которое он получает после выбора одной из макроконфигураций. Некоторые параметры связаны друг с другом. Вследствие этого отдельные параметры могут стать доступными только при определенных значениях другого. Кроме того, в ряде случаев изменение одного параметра может изменить значение другого.

Изменение параметров возможно с помощью следующих средств:

- встроенного четырехразрядного терминала;
- съемного графического терминала;
- человеко-машинного интерфейса (графической панели программирования), подключаемого извне;
- коммуникационной сети (*ModBus*, *CANOpen* и др.);
- персонального компьютера (программа *PowerSuite*).

В зависимости от квалификации пользователя возможны 4 уровня доступа к параметрам:

- базовый (*[Basic]*, *bAS*) – доступ к некоторым наиболее употребительным меню и подменю, назначение только одной функции для программируемого входа;
- стандартный (*[Standard]*, *StD*) – доступ ко всем меню и подменю, назначение только одной функции для программируемого входа (уровень доступа по умолчанию);
- расширенный (*[Advanced]*, *AdU*) – доступ ко всем меню и подменю, назначение нескольких функций для каждого входа;
- экспертный (*[Expert]*, *EP*) – доступ ко всем меню и подменю, а также к дополнительным параметрам, назначение нескольких функций для каждого входа.

В процессе нормального функционирования ПЧ может находиться в различных состояниях, коды которых могут отображаться на графическом и встроенным терминалах:

- ACC (разгон);
- CLI (ограничение тока);
- CtL (контролируемая остановка при обрыве фазы сети);
- dCb (динамическое торможение);
- dEC (замедление);
- FLU (намагничивание двигателя);
- FSt (быстрая остановка);
- nLP (отсутствие сетевого питания);
- nSt (остановка на выбеге);
- Obr (автоматическая адаптация темпа торможения);
- PrA (внешняя блокировка ПЧ, *Power Removal*);
- rdY (готовность ПЧ к работе);
- SOC (контроль обрыва фазы на выходе ПЧ активен);
- tUn (автоподстройка активна);
- USA (сигнализация о снижении напряжения).

После возникновения аварийной ситуации вместо одного из названных кодов высвечивается код неисправности.

## 1.2. Графический терминал

Съемный графический терминал (ГТ) является дополнительной принадлежностью для малых типоразмеров ПЧ и обязательной – для больших. Он может быть установлен непосредственно на лицевой панели ПЧ (над встроенным терминалом) или вынесен на дверцу шкафа. Он позволяет:

- настраивать преобразователь и управлять им;
- отображать текущее состояние ПЧ;
- сохранять и возобновлять информацию в энергонезависимой памяти терминала;
- переносить настройки с одного ПЧ на другой.

На терминале (рис. 1.1) расположены:

- графический дисплей (1);
- функциональные кнопки *F1*, *F2*, *F3*, *F4* (2);
- кнопка *STOP/RESET* (3) для останова привода или сброса неисправности;
- кнопка *RUN* (4) для запуска привода;

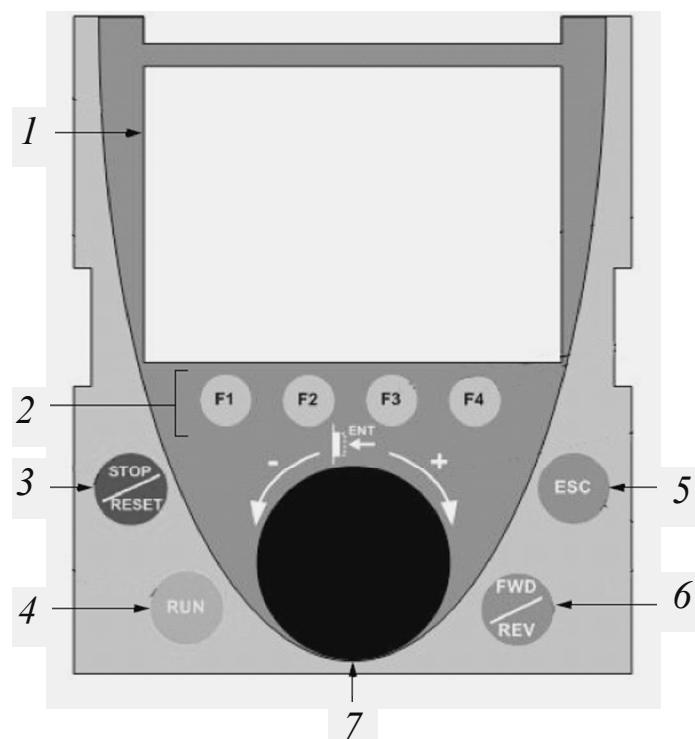


Рис. 1.1. Графический терминал

- кнопка *ESC* (5) для отказа текущего значения параметра или текущего меню и возврата к предыдущему выбору;
- кнопка *FWD/REV* (6) для изменения направления вращения привода;
- навигационная рукоятка (7) для изменения значения ранее выбранного параметра, перехода от строки к строке меню, изменения уровня задания при управлении с терминала (вращение *+/−*), а также для сохранения текущего значения параметра или входа в избранное ранее меню или параметр (нажатие *ENT*).

Восьмистрочный графический дисплей (рис. 1.2) при заводской настройке отображает:

- в строке 1 (строке состояния):
  - код состояния ПЧ (см. п. 1.1);
  - активизированный канал 3...7 – управления (см. п. 8.2):
    - *Term* (клеммник логических и аналоговых входов);
    - *HMI* (человеко-машинный интерфейс);
    - *MDB* (встроенный *ModBus*);
    - *CAN* (встроенный *CANopen*);
    - *NET* (коммуникационная карта);
    - *APP* (программируемая карта встроенного контроллера);
  - текущую заданную частоту;
  - текущий ток двигателя;
- в строке 2 – имя текущего меню, подменю или параметра;
- в строках 3...7 (экран отображения) – содержание текущего меню (подменю), значения текущего параметра, заданных параметров отображения);
- в строке 8 (строка подсказок) – подсказки о текущих функциях функциональных кнопок.

По умолчанию на функциональные кнопки назначены следующие функции (могут быть переназначены):

- F1 – Code* (при нажатой кнопке на экране отображения ГТ имя текущего параметра заменяется его кодом);
- F2 – <<* (перемещение в строке значения параметра влево от младшего разряда к старшему);
- F3 – >>* (перемещение в строке значения параметра вправо от старшего разряда к младшему);
- F4 – Quick* (быстрый поиск параметра).

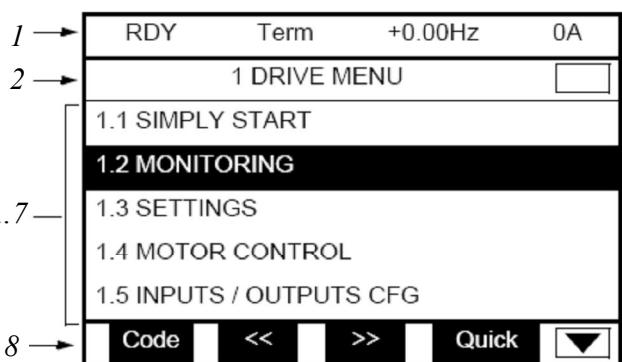


Рис. 1.2. Графический дисплей

Кроме того, в строках 2 и 8 могут отображаться индикаторы  и , показывающие возможность прокрутки списка в окне отображения вверх или вниз.

### **1.3. Меню графического терминала**

Главное меню ГТ (рис. 1.3) состоит из 7 пунктов:

- [1 DRIVE MENU], [1 МЕНЮ ПЧ];
- [2 ACCESS LEVEL], [2 УРОВЕНЬ ДОСТУПА];
- [3 OPEN/SAVE AS], [3 ОТКРЫТЬ/СОХРАНИТЬ] – обмен файлами конфигурации между ГТ и ПЧ;
- [4 PASSWORD], [4 ПАРОЛЬ] – защита конфигурации с помощью пароля;
- [5 LANGUAGE], [5 ЯЗЫК] – выбор языка общения с ПЧ;
- [6 MONITORING CONFIG.], [6 ЭКРАН КОНТРОЛЯ] – индивидуализация параметров, отображаемых на ГТ в процессе работы;
- [7 DISPLAY CONFIG.], [7 КОНФИГУРАЦИЯ ОТОБРАЖЕНИЯ] – индивидуализация параметров, создание пользовательского меню, индивидуализация доступа и защиты меню и параметров.

Большинство параметров, необходимых в процессе настройки, расположено в меню [1 DRIVE MENU], [1 МЕНЮ ПЧ] в состав которого входят следующие вложенные меню:

- [1.1 SIMPLY START], [1.1 БЫСТРЫЙ ЗАПУСК] – упрощенное меню для быстрого ввода ПЧ в эксплуатацию;
- [1.2 MONITORING], [1.2 МОНИТОРИНГ] – отображение текущих переменных двигателя и ПЧ, а также состояния входов/выходов;
- [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКИ] – настроочные параметры, изменяемые в процессе работы (тахограммы, торможение, намагничивание двигателя, ПИД-регулятор);
- [1.4 MOTOR CONTROL], [1.4 ПРИВОД] – параметры привода (номинальные параметры двигателя, автоподстройка, законы частотного управления, ограничение тока и момента);
- [1.5 INPUT/OUTPUTS CFG], [1.5 КОНФИГУРАЦИЯ ВХОДОВ/ВЫХОДОВ];
- [1.6 COMMAND], [1.6 УПРАВЛЕНИЕ ЭП]; – назначение канала управления (ГТ, клеммник, сети);
- [1.7 APPLICATION FUNCT.], [1.7 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ];
- [1.8 FAULT MANAGEMENT], [1.8 УПРАВЛЕНИЕ ПРИ НЕИСПРАВНОСТЯХ];
- [1.9 COMMUNICATION], [1.9 КОММУНИКАЦИЯ] – коммуникационные параметры (шины, сети и т.п.);
- [1.10 DIAGNOSTICS], [1.10 ДИАГНОСТИКА] – отображение неисправностей, причин их появления и осуществление тестирования;
- [1.11 IDENTIFICATION], [1.11 ИДЕНТИФИКАЦИЯ] – идентификация ПЧ и встроенных дополнительных узлов;
- [1.12 FACTORY SETTINGS], [1.12 ЗАВОДСКИЕ НАСТРОЙКИ] – доступ к файлам конфигурации и возврат к заводским настройкам;

- [1.13 USER MENU], [1.13 ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЕ МЕНЮ] – специальное меню, созданное пользователем в меню [6 MONITORING CONFIG.];
- [1.14 PROGRAMMABLE CARD], [1.14 КАРТА ПЛК].

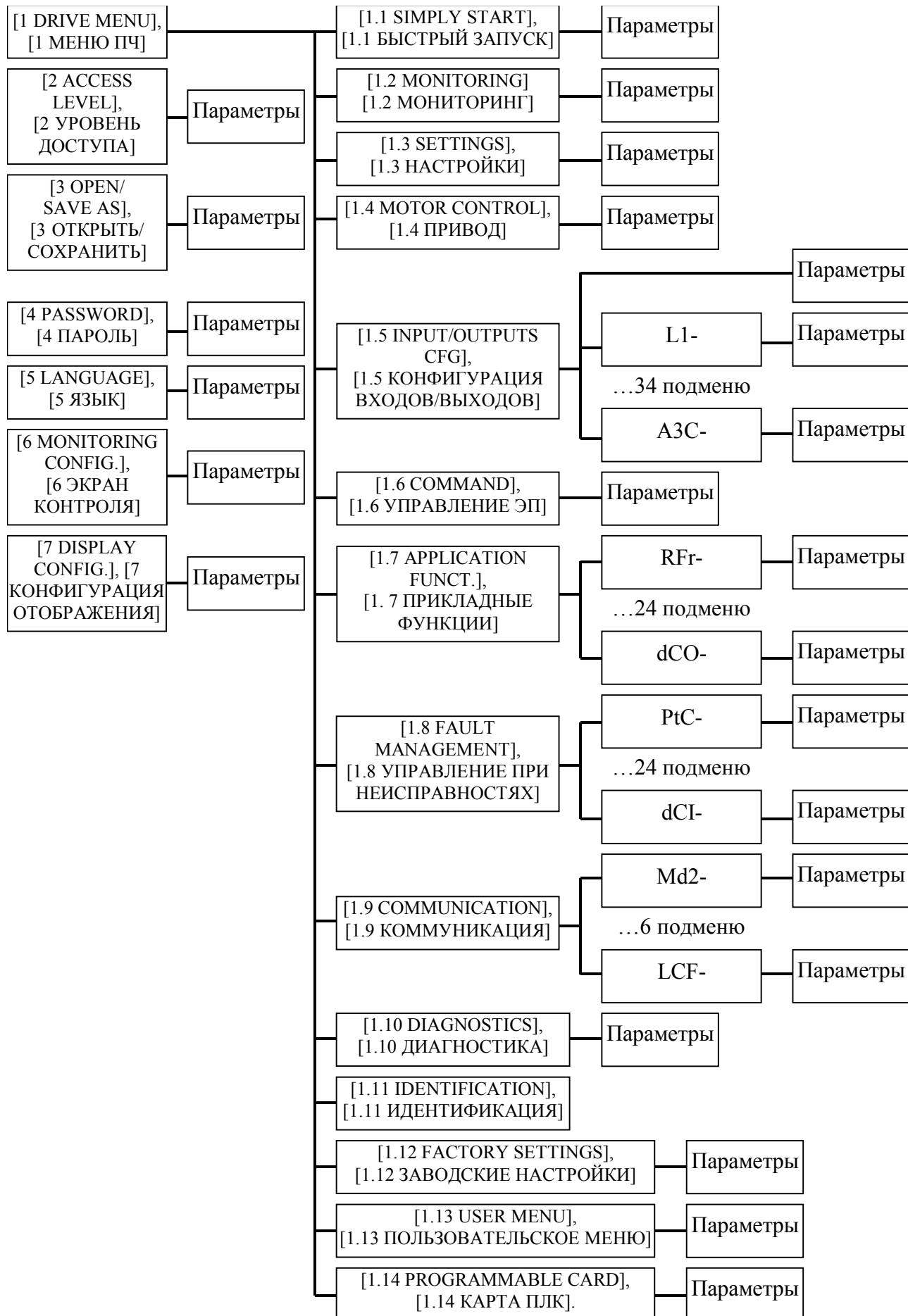


Рис. 1.3. Меню графического терминала

После первого включения ПЧ на графическом дисплее отображается окно с типоразмером ПЧ и номером конфигурации (рис. 1.4).

Через 3 с открывается меню выбора языка [5 LANGUAGE]. После выбора языка и нажатия навигационной рукоятки (ENT) открывается окно меню уровня доступа [2 ACCESS LEVEL]. Выбрав уровень, следует нажать навигационную рукоятку для перехода к меню ПЧ [1 DRIVE MENU]. После настройки необходимых параметров и возврата на уровень меню ПЧ для возврата на уровень главного меню нажимают кнопку *ESC*.

При последующих включениях окно выбора языка не открывается, а через 3 с после появления окна типоразмера открывается окно [1 DRIVE MENU], а через 10 с при отсутствии дальнейшего выбора – окно мониторинга с индикацией в соответствии с выбранной конфигурацией (рис. 1.5). Возврат к окну главного меню возможен после нажатия на *ESC* или навигационную рукоятку (ENT).

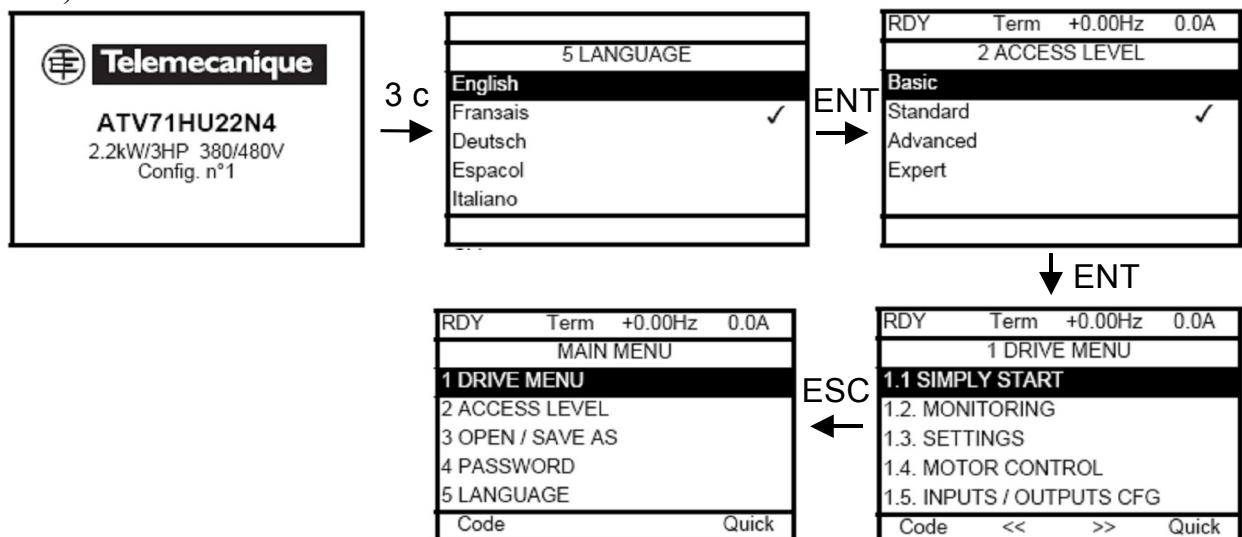


Рис. 1.4. Меню ГТ при первом включении ПЧ

Пример изменения параметра показан на рис. 1.6. Для перелистывания списков меню и параметров используется вращение навигационной рукоятки, для углубления в структуру меню – ее нажатие (ENT), для отказа от выбора – кнопка *ESC*, для горизонтального перемещения по разрядам значения – кнопка *F2*, для изменения значения текущего разряда – вращение навигационной рукоятки, для сохранения выбора – ее нажатие (ENT).

В меню быстрого запуска [1.1 SIMPLY START], [1.1 УСКОРЕННЫЙ ЗАПУСК] входят следующие параметры:

- tCC, [2/3 wire control], [2/3-проводное управление] – двух- или трехпроводное управление (см. п. 7.1);
- CFG, [Macro Configuration], [Макроконфигурация] – выбор макроконфигурации;

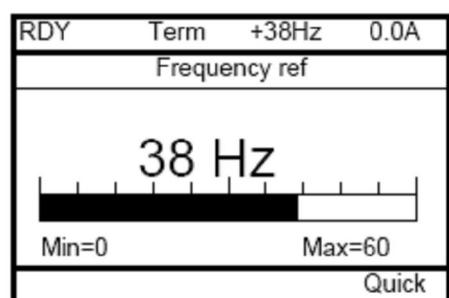


Рис. 1.5. Окно мониторинга

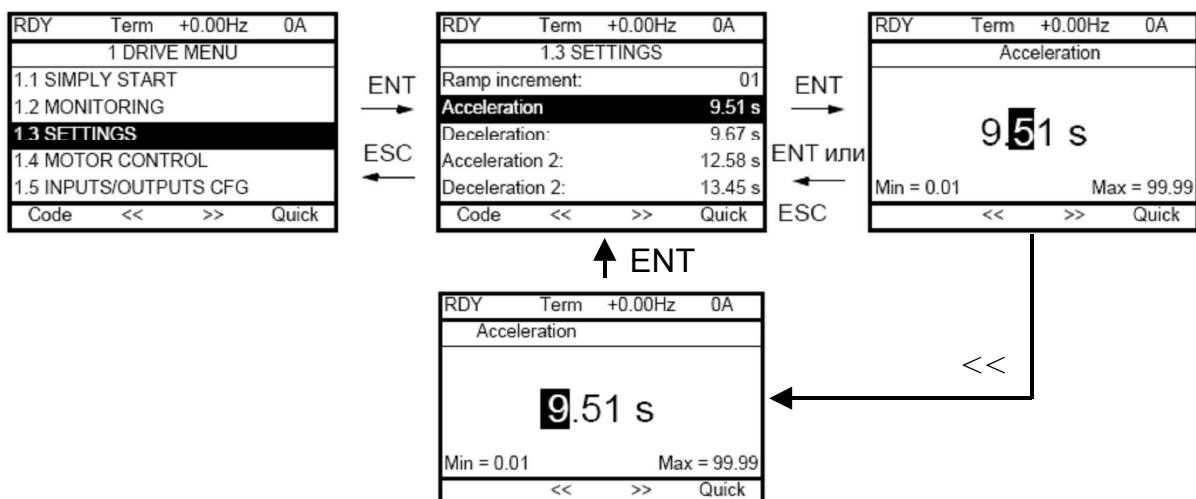


Рис. 1.6. Изменение параметра [Acceleration]

- CCFG, [Customized macro], [Индивидуальная конфигурация] – пользовательская конфигурация (индикация YES, [YES], [Да] отображает факт изменения исходной макроконфигурации, только чтение);
- bFr, [Standard mot. freq.], [Стандартная частота напряжения питания двигателя] – выбор между стандартными частотами 50 Гц (МЭК) и 60 Гц (NEMA);
- IPL, [Input phase loss], [Обрыв фазы сети] – активизация защиты от обрыва фазы питания ПЧ;
- nPr, [Rated motor power], [Ном. мощность двигателя] – номинальная мощность двигателя, кВт;
- UnS, [Rated motor volt.], [Ном. напряжение двигателя] – номинальное напряжение двигателя, В;
- nCr, [Rated mot. current], [Ном. ток двигателя] – номинальный ток двигателя, А;
- FrS, [Rated motor freq.], [Ном. частота двигателя] – номинальная частота питания двигателя, Гц;
- nSP, [Nom motor speed], [Ном. скорость двигателя] – номинальная частота вращения двигателя, об/мин;
- tFr, [Max frequency], [Максимальная частота] – максимальная частота питания двигателя, Гц;
- tUn, [Auto-tuning], [Автоподстройка] – см. п. 3;
- tUS, [Auto tuning status], [Состояние автоподстройки] – см. п. 3;
- PHr, [Output Ph rotation], [Порядок чередования фаз] – порядок чередования фаз на выходе ПЧ (ABC или ACB);
- ItH, [Mot. therm. current], [Тепловой ток двигателя] – уровень срабатывания тепловой защиты двигателя, А;
- ACC, [Acceleration], [Время разгона] – длительность разгона от нулевой до номинальной частоты вращения nSP, с;
- dEC, [Deceleration], [Время торможения] – длительность замедления от номинальной частоты вращения nSP до нулевой, с;

- LSP, [Low speed], [Нижняя скорость] – выходная частота ПЧ при нулевом задании, Гц;
- HSP, [High speed], [Верхняя скорость] – выходная частота ПЧ при максимальном задании, Гц.

Настройку ПЧ следует начинать именно с меню [1.1 SIMPLY START], причем в порядке упоминания параметров в меню, поскольку значения первых параметров часто влияют на диапазон и доступность последующих. Кроме того, большая часть параметров данного меню присутствует и в других меню. Поэтому возврат в меню быстрого запуска после настройки параметров других меню, как правило, не имеет смысла. Последние пять параметров данного меню могут изменяться даже при вращающемся двигателе.

Если кнопке *F1* ГТ назначена функция *Quick*, то после ее нажатия открывается окно быстрого поиска (рис. 1.7а), предоставляющее четыре возможности:

- *RETURN TO MAIN MENU* – возврат в главное меню, см. рис. 1.4;
- *DIRECT ACCESS TO...* – непосредственный доступ к...;
- *10 LAST MODIFICATIONS* – 10 последних изменений;
- *GO TO MULTIPONT SCREEN* – переход к многоточечному экрану (управление несколькими ПЧ, подключенными к одной коммуникационной сети).

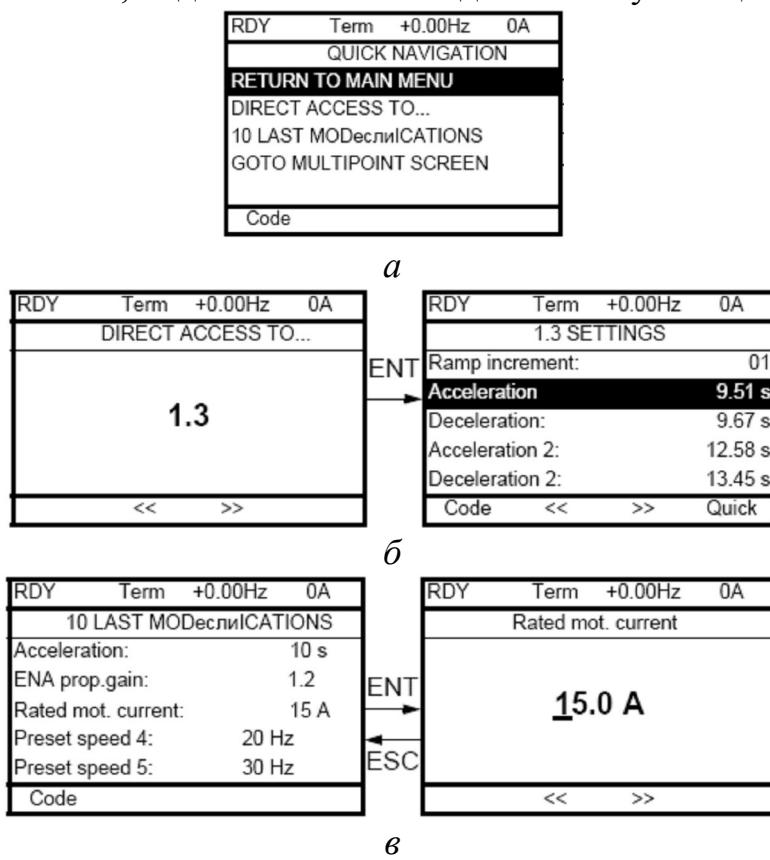


Рис. 1.7. Быстрый поиск

После выбора опции непосредственного доступа открывается окно *DIRECT ACCESS TO...* с отображением номера меню 1. С помощью кнопок *<<* и *>>*, а также вращением навигационной рукоятки можно выбрать нужный номер

меню (1.3 на рис. 1.7б) и открыть его. Опция [10 LAST MODIFICATIONS] дает доступ к списку 10 параметров, изменявшихся последними (рис. 1.7в).

#### 1.4. Встроенный терминал и его меню

Преобразователи частоты мощностью до 15 кВт имеют встроенный терминал (рис. 1.8). На терминале расположены:

- четыре семисегментных индикатора (1) для отображения кодов меню и параметров, а также значений последних;
- кнопки прокрутки  $\Delta$  и  $\nabla$  (2 и 3) для перемещения по списку меню или параметров, а также для изменения значения текущего параметра (длительное более 2 с нажатие ускоряет прокрутку);
- кнопки *ESC* для перехода от низшего уровня иерархии к высшему, а также для отказа от измененного значения и возврата к ранее сохраненному;
- кнопки *ENT* для перехода от высшего уровня иерархии к низшему, а также для сохранения текущего значения параметра.

Меню встроенного терминала имеет более простую структуру по сравнению с меню ГТ (отсутствуют вложенные меню, а также меню [3 OPEN/SAVE AS], [5 LANGUAGE], [6 MONITORING CONFIG.], [7 DISPLAY CONFIG.], [1.10 DIAGNOSTICS] и [1.11 IDENTIFICATION]). Коды меню, в отличие от кодов параметров, заканчиваются символом «-» (например, SEt-). Меню имеет четыре уровня иерархии (в порядке понижения уровня):

- уровень отображения состояния (активен после включения питания, отображаются состояния ПЧ, см. п. 1.1 и текущее значение одной ранее выбранной переменной двигателя или ПЧ);
- уровень меню (отображается код текущего меню);
- уровень параметров (отображается код текущего параметра);
- уровень значений (отображается значение текущего параметра).

Структура и принципы навигации по меню встроенного терминала после включения питания показаны на рис. 1.9. Темным цветом выделены меню, доступность которых зависит от текущего уровня доступа. В правой части даны имена соответствующих меню ГТ. Меню является классическим ниспадающим. Поэтому с помощью кнопок прокрутки можно пролистать весь список меню (кроме SIM- и SUP-) по кольцу в обоих направлениях. Для выхода к этим меню следует с уровня меню выйти на уровень отображения, нажав *ESC*, а затем с помощью кнопок *ENT* и  $\nabla$  выбрать нужное меню.

Пример изменения значения параметра ACC [*Acceleration*] показан на рис. 1.10. После углубления с помощью *ENT* до уровня значений изменяют

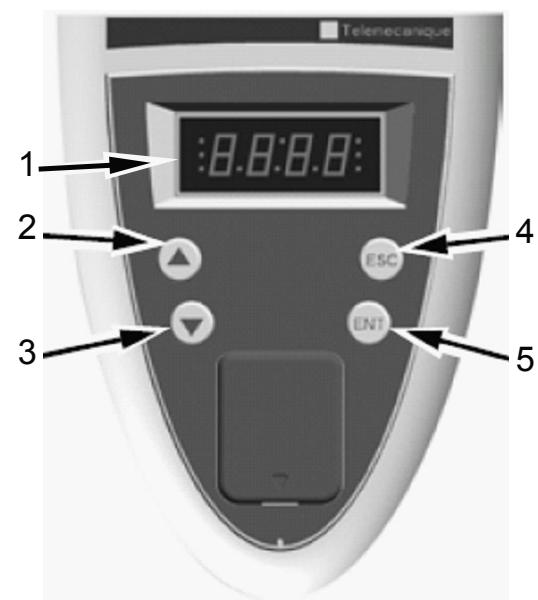


Рис. 1.8. Встроенный терминал

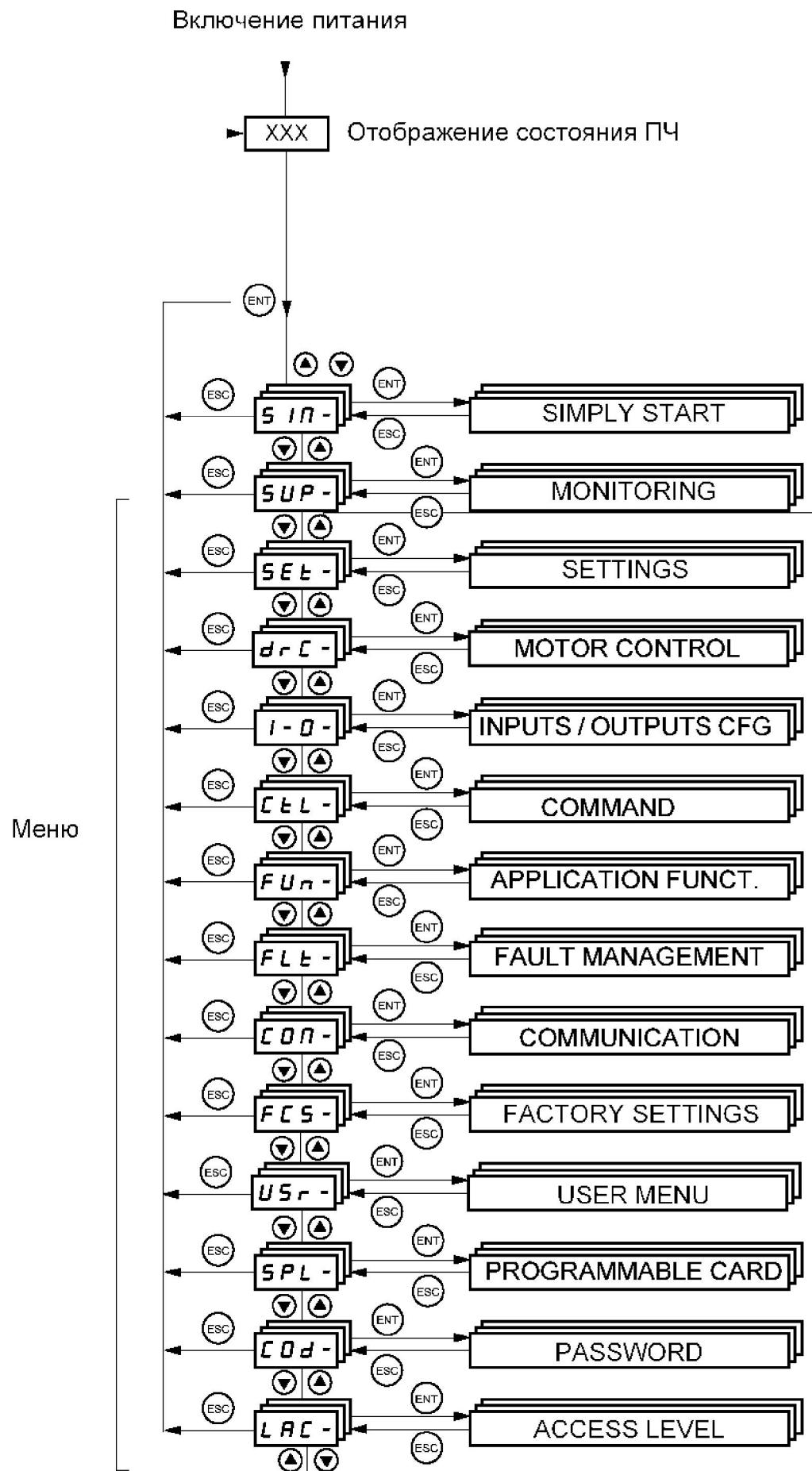


Рис. 1.9. Меню встроенного терминала

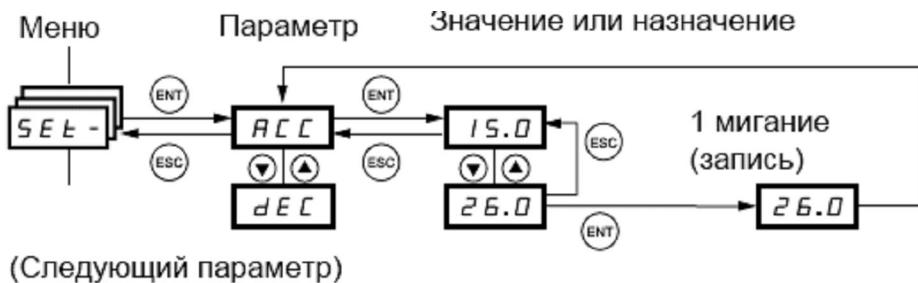


Рис. 1.10. Изменение параметра ACC

значение кнопками прокрутки, а затем либо сохраняют изменения нажатием на *ENT* (при этом индикатор однократно мигает и происходит переход на уровень параметров), либо отказываются от них с помощью кнопки *ESC*.

## 2. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ, ОТОБРАЖАЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ

На графическом терминале в процессе работы ПЧ с помощью меню мониторинга [1.2 MONITORING], [1.2 МОНИТОРИНГ] можно отобразить (рис. 2.1):

- состояние входов/выходов ПЧ – строка *I/O MAP*;
- состояние входов/выходов встроенного логического контроллера – строка *PROG. CARD I/O MAP*;
- состояние связи по коммуникационной сети – строка *COMMUNICATION MAP* (в данном пособии не рассматривается);
- группы сигнализации (см. п. 7.4) – строка *Alarm groups*;
- внутренние переменные ПЧ (задание на частоту или момент; выходная частота; ток, скорость, напряжение, мощность или момент двигателя; тепловое состояние двигателя, преобразователя или тормозного сопротивления, активная конфигурация, текущий комплект параметров и т.п.).

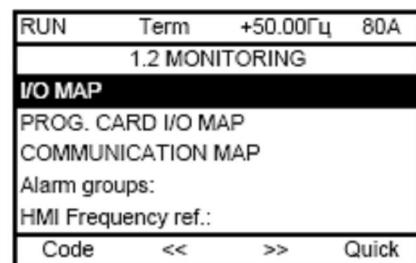


Рис. 2.1

Окно меню мониторинга

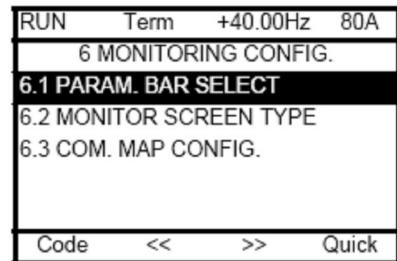


Рис. 2.2. Окно меню экрана контроля

### 2.1. Отображение внутренних переменных

Список внутренних переменных приведен в табл. 2.1. Их отображение возможно двумя способами:

- текущие значения переменных отображаются в окне меню [1.2 MONITORING], начиная со строки «*HMI Frequency ref.*» (рис. 2.1);
- путем выбора списка переменных в окне меню [6 MONITORING CONFIG.].

В последнем случае на дисплей ГТ может быть выведено от 1 до 5 внутренних переменных одновременно. Количество и способ их отображения выбирается в меню экрана контроля [6 MONITORING CONFIG.] (рис. 2.2):

- [6.1 PARAM. BAR SELECT], [6.1 ПАРАМЕТРЫ СТРОКИ] – отображение одного или двух параметров в правой части строки состояния (выбор осу-

ществляется нажатием *ENT* на нужной строке списка параметров, отмена выбора – повторным нажатием *ENT*, рис. 2.3);

- [6.2 MONITOR SCREEN TYPE], [6.2 ТИП ЭКРАНА ОТОБРАЖЕНИЯ] – отображение от 1 до 5 параметров в экране отображения в виде:
  - цифрового значения одной или двух переменных (рис. 2.4а);
  - одной или двух индикаторных линеек (рис. 2.4б);
  - списка из 5 переменных (рис. 2.4в).

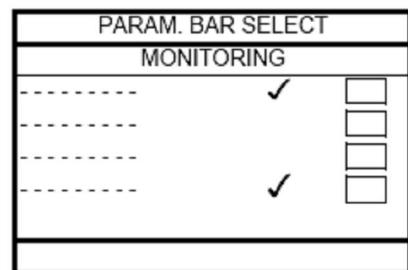


Рис. 2.3  
Окно параметров строки

Таблица 2.1

Состояния и внутренние переменные преобразователя частоты

Имя переменной (параметра) на графическом терминале	Код <sup>1)</sup>	Ед. из- мерения	Комментарии
английское	русское		
[Alarm groups]	[Группы сигнализации]	ALGr	Номера текущих групп сигнализации
[HMI Frequency ref.]	[Задание скорости с терминала]	LFr <sup>2)</sup>	Гц
[Internal PID ref.]	[Внутреннее задание ПИД]	rPI	пользо- ватель- ские ед.
[HMI torque ref.]	[Задание момента с терминала]	Ltr <sup>2)</sup>	% от номин. момента
[Multiplying coeff.]	[Коэффициент умножения]	MFr	%
[Frequency ref.]	[Задание частоты]	FrH	Гц
[Torque reference]	[Задание момента]	trr	% от номин. момента
[Output frequency]	[Выходная частота]	rFr	Гц
[Motor current]	[Ток двигателя]	LCr	А
[ENA avg speed]	[Средняя скорость ENA]	AUS	Гц
[Motor speed]	[Скорость двигателя]	SPd	об/мин
[Motor voltage]	[Напряжение двигателя]	UOP	В
[Motor power]	[Мощность двигателя]	OPr	% от номин. мощности
[Motor torque]	[Момент двигата-]	Otr	% от

Имя переменной (параметра) на графическом терминале		Код <sup>1)</sup>	Ед. из- мерения	Комментарии
английское	русское			
	теля]		номин. момента	
[Mains voltage]	[Напряжение сети]	ULn	В	Сетевое напряжение, рассчитанное по напряжению звена постоянного тока, в двигательном режиме или при остановке
[Motor thermal state]	[Тепловое со- стояние двигате- ля]	tHr	%	
[Drv. thermal state]	[Тепловое со- стояние преоб- разователя]	tHd	%	
[DBR thermal state]	[Тепловое со- стояние сопро- тивления]	tHb	%	Доступно только в преобразователях большой мощности
[Consumption]	[Потребление]	APH	Вт, кВт или МВт	Накопленное потребление энергии
[Run time]	[Счетчик нара- ботки двигате- ля]	rtH	с, мин, или час	Время работы двигателя
[Power on time]	[Счетчик нара- ботки ПЧ]	PtH	с, мин, или час	Время работы преобразователя
[IGBT alarm counter]	[Время сигна- лизации IGBT]	tAC	с	Время срабатывания сигнализации "температура IGBT"
[PID reference]	[Задание ПИД- регулятора]	rPC	пользо- ватель- ские ед.	Доступно, если ПИД-регулятор сконфигурирован
[PID feedback]	[Обр. связь ПИД- регулятора]	rPF	пользо- ватель- ские ед.	Доступно, если ПИД-регулятор сконфигурирован
[PID error]	[Ошибка ПИД- регулятора]	rPE	пользо- ватель- ские ед.	Доступна, если ПИД-регулятор сконфигурирован
[PID Output]	[Выход ПИД- регулятора]	rPO	Гц	Доступен, если ПИД-регулятор сконфигурирован
[Date/Time]	[Дата/Время]	CLO		Текущие дата и время, сгенери- рованные картой ПЛК (доступен при наличии карты)
[Applic card word 2]	[Слово ПЛК 2]	o02		Слово, сгенерированное картой ПЛК (доступно при наличии карты)
[Applic card word 3]	[Слово ПЛК 3]	o03		Слово, сгенерированное картой ПЛК (доступно при наличии карты)
[Applic card word 4]	[Слово ПЛК 4]	o04		Слово, сгенерированное картой ПЛК (доступно при наличии карты)
[Applic card word 5]	[Слово ПЛК 5]	o05		Слово, сгенерированное картой ПЛК (доступно при наличии карты)
[Applic card	[Слово ПЛК 6]	o06		Слово, сгенерированное картой ПЛК

Имя переменной (параметра) на графическом терминале	Код <sup>1)</sup>	Ед. из- мерения	Комментарии
английское	русское		
word 6]			(доступно при наличии карты)
[Config. active]	[Активная кон- фигурация]	CnFS	Активированная конфигурация [Конфигурация 0, 1 или 2]
[Utilised param. set]	[Текущий ком- плект парамет- ров]	CFPS	[Комплект 1, 2 или 3] (доступен, ес- ли переключение параметров назна- чено, см. п. 9.12)
[ALARMS]	[СИГНАЛИЗА- ЦИЯ]	ALr <sup>-2)</sup>	Перечень сработавших сигнализа- ций, которые отмечаются знаком ✓
[OTHER STATUS]	[ДРУГИЕ СОСТОЯНИЯ]	SSt <sup>-2)</sup>	Перечень дополнительных состоя- ний:
[In motor fluxing]	FLX		Активизация намагничивания двига- теля
[PTC1 alarm]	PtC1		Сигнализация терморезистор 1
[PTC2 alarm]	PtC2		Сигнализация терморезистор 2
[LI6=PTC alarm]	PtC3		Сигнализация терморезистор LI6 = PTC
[Fast stop in prog.]	FSt		Активизация быстрой остановки
[Current Th. attained]	CtA		Пороговое значение тока достигнуто
[Freq. Th. attained]	FtA		Пороговое значение частоты дос- тигнуто
[Freq. Th. 2attained]	F2A		Пороговое значение частоты 2 дос- тигнуто
[Frequency ref. att.]	SrA		Заданная частота достигнута
[Motor th. state att.]	tSA		Нагрев двигателя 1 достигнут
[External fault alarm]	EtF		Сигнализация внешней неисправно- сти
[Auto restart]	AUtO		Активизация автоматического по- вторного пуска
[Remote]	FtL		Управление по сети
[Auto-tuning]	tUn		Активизация автоподстройки
[Undervoltage]	USA		Сигнализация недонаряжения
[Cnfg.1 act.]	CnF1		Конфигурация 1 активна
[Cnfg.2 act.]	CnF2		Конфигурация 2 активна
[HSP attained]	FLA		Верхняя скорость достигнута
[Load slipping]	AnA		Сигнализация вращения в обратном направлении
[Set1 active]	CFP1		Комплект параметров 1 активен
[Set2 active]	CFP2		Комплект параметров 2 активен
[Set 3 active]	CFP3		Комплект параметров 3 активен
[In braking]	brS		Активизация торможения
[DC bus loading]	dbL		Процесс заряда звена постоянного тока

Примечания: 1) на встроенному терминале; 2) на встроенному терминале недос-  
тупны.

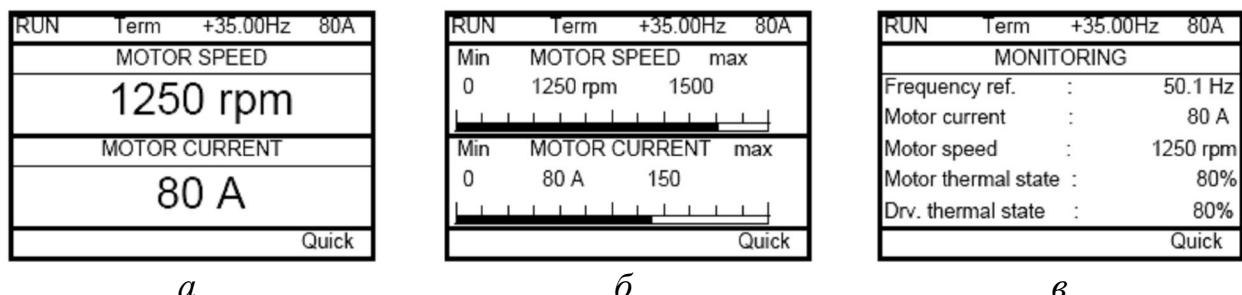


Рис. 2.4. Типы экрана отображения

Встроенный терминал с помощью меню SUP- позволяет отобразить лишь одну переменную, выбиаемую из списка, который появляется после входа в данное меню.

## 2.2. Отображение состояния входов/выходов

После выбора в окне меню мониторинга ГТ (рис. 2.1) строки *I/O MAP* появляется список входов и выходов (рис. 2.5).

Окно текущих состояний логических входов, вызываемое из строки *LOGIC INPUT MAP*, изображено на рис. 2.6а. Значок  означает логический ноль,  – логическую единицу. Имя выбранного входа помечено темной заливкой. Выбрав нужный вход вращением и нажатием навигационной рукоятки, можно вызвать окно назначений данного входа (рис. 2.6б).

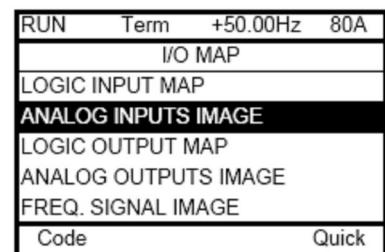


Рис. 2.5. Окно выбора входов/выходов

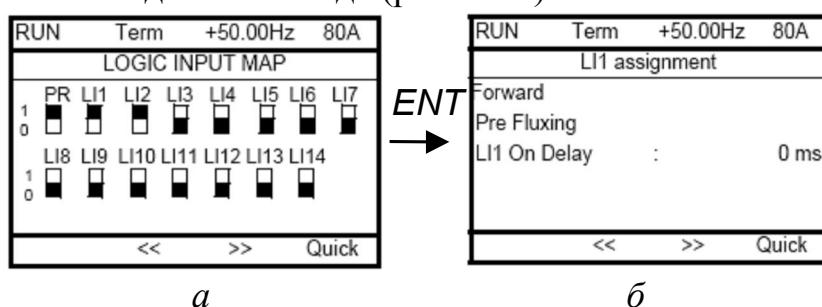


Рис. 2.6. Окно состояния логических входов

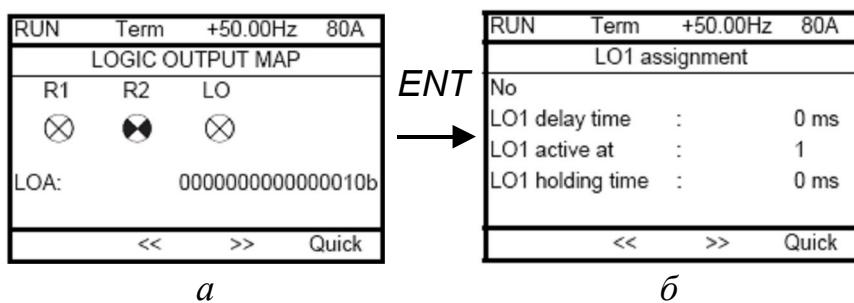


Рис. 2.7. Окно состояний релейных выходов

Аналогичным образом из строки *LOGIC OUTPUT MAP* вызывается окно состояний логических выходов (рис. 2.7а) и их назначений (рис. 2.7б). Здесь значок  означает логический ноль (логическое условие, назначенное на данный выход, не выполнено),  – логическую единицу (упомянутое логическое условие выполнено).

В окне состояний аналоговых входов (вызывается из строки *ANALOG INPUTS IMAGE*, см. рис. 2.8а) отображается текущие напряжения и/или ток на этих входах. Из него можно вызвать окно назначений соответствующего входа (рис. 2.8б). Доступ к состояниям аналоговых выходов производят через строку *ANALOG OUTPUTS IMAGE*, частотных входов – через строку *FREQ. SIGNAL IMAGE* (рис. 2.9).

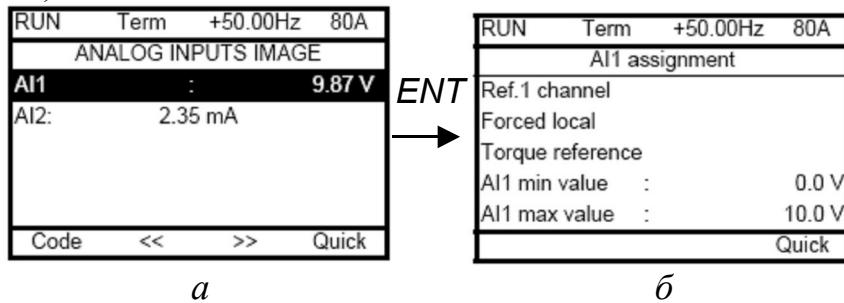


Рис. 2.8. Окно состояний аналоговых входов

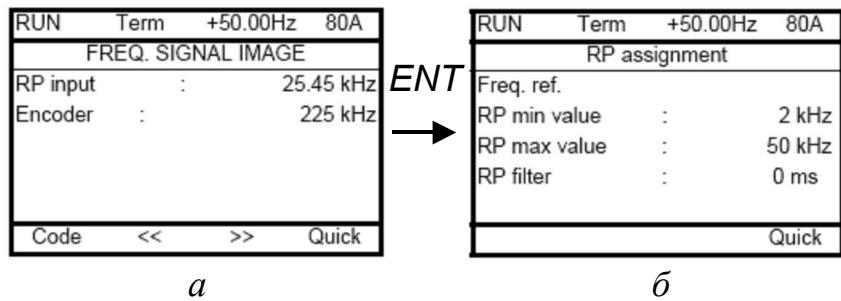


Рис. 2.9. Окно состояний частотных входов

Отображение состояния логических входов на встроенном терминале производят с помощью параметров LIS1 (входы *L11...L18*) и LIS2 (*L19...L114* и вход *Power Removal*) меню *SUP-* (подменю *IOM-*). На рис. 2.10 показаны примеры отображения (индикация нижнего сегмента означает логический ноль, верхнего – логическую единицу). Функции, назначенные на логические входы, отображаются с помощью параметров *L1A... L14A*, на аналоговые – с помощью *AI1A...AI4A*. Если функция на вход не назначена, индицируется *nO*.

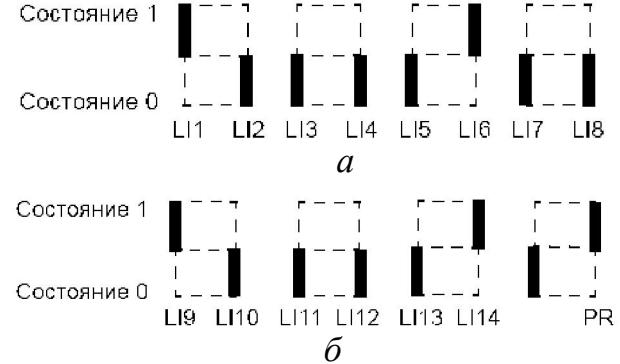


Рис. 2.10. Индикация состояния логических входов на встроенном терминале

### 3. ВВОД ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ И АВТОПОДСТРОЙКА

После первого включения для обеспечения корректной работы ПЧ должны быть введены номинальные параметры двигателя, указанные на его заводской табличке. Настроочные параметры расположены в меню [1.4 MOTOR CONTROL], [1.4 ПРИВОД], drC-, а также в меню быстрого запуска [1.1 SIMPLY START].

Первым шагом должен быть выбор стандартной частоты питания двигателя (параметр *bFr*). Для отечественных двигателей в соответствии со стандар-

том МЭК bFr=50 Гц IEC. Номинальные данные двигателя вводят как значения параметров:

- nPr, [Rated motor power], [Ном. мощность двигателя] – в кВт;
- UnS, [Rated motor volt.], [Ном. напряжение двигателя] – в В;
- nCr, [Rated mot. current], [Ном. ток двигателя] – в А;
- FrS, [Rated motor freq.], [Ном. частота двигателя] – номинальная частота питания двигателя, Гц;
- nSP, [Nom motor speed], [Ном. скорость двигателя] – номинальная частота вращения двигателя, об/мин.

Кроме того, можно задать:

- tFr, [Max frequency], [Максимальная частота] – максимальную частоту питания двигателя, Гц (но не более десятикратной номинальной частоты; не более 500 Гц, если мощность двигателя больше 37 кВт или если закон управления двигателем Ctt отличается от закона V/F, см. п. 6.1);

Автоподстройка производится с целью определения параметров схемы замещения двигателя (в первую очередь активного сопротивления обмотки статора), которые в дальнейшем используются при настройке регуляторов и законов управления. Она осуществляется только в отсутствие команд управления и не должна прерываться. Перед началом автоподстройки обязательно должны быть введены номинальные параметры двигателя. Для активизации автоподстройки параметру tUn, [Auto-tuning], [Автоподстройка] следует придать значение [YES], [Да]. Процесс длится около 1...2 с. На протяжении автоподстройки двигатель остается неподвижным, а из ПЧ слышен шум. В результате успешно завершения автоподстройки параметр [Auto-tuning] автоматически приобретает значение [Done], [Выполнена], а параметры схемы замещения (многие из них доступны лишь для чтения на уровне доступа [Expert], [ЭКСПЕРТНЫЙ]) получают новые значения. В случае неудачной автоподстройки или после изменения хотя бы одного из номинальных параметров [Auto-tuning]=[No], [Нет].

Возможны также особые способы автоподстройки:

- автоматическая после каждого включения питания ПЧ, если параметру AUt, [Automatic autotune], [Автоматическая автоподстройка] присвоить значение [YES], [Да];
- через логические входы (см. п. 9.13).

За состоянием процесса автоподстройки можно наблюдать с помощью параметра tUS, [Auto tuning status], [Состояние автоподстройки] (только для индикации):

- tAb, [Not done], – для управления двигателем используется табличное значение сопротивления статора, рассчитанное ПЧ;
- PEnd, [Pending], – автоподстройка запущена, но не осуществлена;
- PrOG, [In Progress], – процесс автоподстройки продолжается;
- FAIL, [Failed], – автоподстройка завершена неудачно;
- CUS, [Customized], [Индивидуальная] – автоподстройка осуществлена, однако по крайней мере один из параметров схемы замещения изменен после ее окончания;

- dOnE, [Done], [Выполнена] – для управления двигателем используется значение сопротивления статора, полученное в результате последней удачной автоподстройки.

#### 4. ОГРАНИЧЕНИЕ НАГРУЗОК

Предусмотрено ограничение трех видов нагрузок двигателя:

- тока статора (меню SEt-, [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКИ]):
  - параметр CLI, [Current Limitation], [Ограничение тока] настраивается на ток до 1,65 номинального тока ПЧ (или до 1,36 при частоте модуляции, меньшей 2 кГц, см. п. 6.1);
  - параметр CL2, [I Limit. 2 value], [Значение тока ограничения 2] имеет аналогичный диапазон настроек, но доступен только в случае, когда на один логических входов назначена функция LC2, [Current limit 2], [Активизация ограничения тока 2], см. п. 9.16;
- момента (меню FUIn-, [1.7 APPLICATION FUNCT.], [1.7 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ], подменю tOL-, [TORQUE LIMITATION], [ОГРАНИЧЕНИЕ МОМЕНТА], при скалярных законах управления V/F недоступно):
  - неизменного во времени уровня: параметры tLIM, [Motoring torque lim], [Ограничение M в двигательном режиме] и tLIG, [Gen. torque lim], [Ограничение M в генераторном режиме] ограничивают момент соответственно в двигательном и рекуперативном режимах на уровне до 300% номинального момента двигателя, если функция ограничения активизирована с помощью параметра tLA, [AI torque limit. activ.], [Активизация ограничения момента]. Возможны два варианта активизации: путем присвоения [AI torque limit. activ.] = [YES], [Да] или с помощью логических входов (см. п. 9.11);
  - переменного уровня, задаваемого с аналогового входа: параметр tAA, [Torque ref. assign.], [Назначение задания момента] назначает функцию задания уровня ограничения момента на один из аналоговых входов, а параметр tLC, [Analog limit. act.], [Активизация аналогового ограничения] выбирает логический вход, сигнал на котором активизирует данную функцию (см. п. 9.11);
- нагрева двигателя (меню SEt-, [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКИ]):
  - параметр ItH, [Mot. therm. current], [Тепловой ток двигателя] настраивается на номинальный ток двигателя (в пределах 0,2...1,5 номинального тока ПЧ).

Параметры tLIM и tLIG задают ограничение момента при частотах, меньших номинальной. Во второй зоне уровень ограничения момента автоматически снижается обратно пропорционально скорости (рис. 4.1).

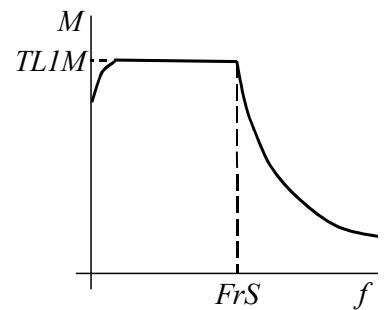


Рис. 4.1. Зависимость момента перегрузки от частоты

Тепловая защита осуществляется косвенно путем расчета преобразователем частоты текущего теплового состояния двигателя. Данная защита активизируется параметром tHt, [Motor protect. type], [Тип тепловой защиты] из меню FLt-, [1.8 FAULT MANAGEMENT], [1.8 УПРАВЛЕНИЕ ПРИ НЕИСПРАВНОСТЯХ] (см. п. 11.1).

## 5. ПРОГРАММИРОВАНИЕ РАЗГОНА И ТОРМОЖЕНИЯ

### 5.1. Тахограммы разгона и торможения

Параметры тахограмм расположены в меню SEt-, [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКИ].

Пределы изменения выходной частоты ПЧ ограничены величинами:

- LSP, [Low speed], [Нижняя скорость] – выходная частота ПЧ при нулевом задании, Гц;
- HSP, [High speed], [Верхняя скорость] – выходная частота ПЧ при максимальном задании, Гц.

Обычно частота LSP>0, чтобы обеспечить необходимый начальный пусковой момент двигателя для преодоления момента сопротивления нагрузки. Кроме того, на низких частотах стабильность регулирования скорости, как правило, снижается. Правда, при векторных законах частотного управления (особенно с датчиком положения) диапазон регулирования частоты вниз может быть расширен.

Следует отметить, что здесь и далее, в соответствии с принятым в системе параметров *Altivar 71* правилом, под скоростью [speed] всегда подразумевается частота выходного напряжения ПЧ. Связь между скоростью *n* (частотой вращения, об/мин) и выходной частотой ПЧ определяется выражением

$$n = \frac{60f}{p},$$

где  $p = \frac{60 \cdot FrS}{nSP}$  – число пар полюсов двигателя.

Если задание на частоту не более LSP и сохраняется дольше уставки tLS, [Low speed time out], [Время работы на нижней скорости], двигатель останавливается автоматически (значение tLS=0 соответствует неограниченному времени!). Он запускается вновь, если заданная скорость превысит LSP.

Ускорение при одноступенчатом пуске (рис. 5.1а) задается с помощью параметра ACC, [Acceleration], [Время разгона], который определяет длительность разгона (в секундах) от нулевой до номинальной частоты FrS (см. п. 3). Этой длительности соответствует ускорение

$$\varepsilon_{p1} = 2\pi \cdot FrS / ACC, \text{ рад/с}^2.$$

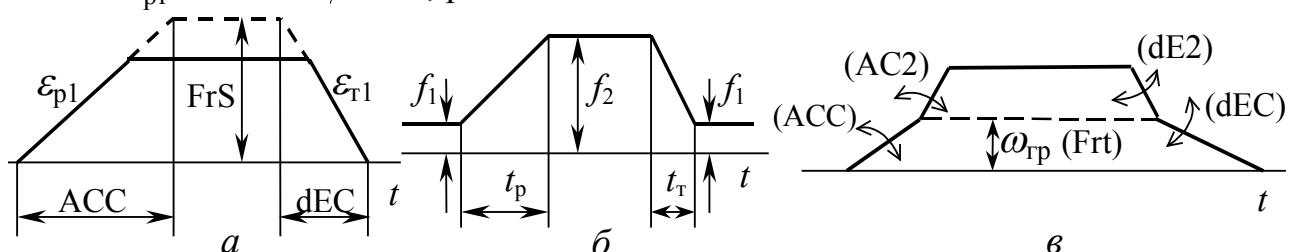


Рис. 5.1. Одноступенчатая (а, б) и двухступенчатая (в) тахограммы

При заданном времени разгона  $t_p$  (рис. 5.1б) между произвольными начальной  $f_1$  и конечной  $f_2$  частотами потребное значение параметра [Время разгона] будет равно

$$ACC = \frac{t_p FrS}{f_2 - f_1}.$$

Аналогично замедление в процессе торможения настраивается функцией dEC, [Deceleration], [Время торможения] (длительность торможения от номинальной частоты до нуля):

$$\varepsilon_{t1} = 2\pi \cdot FrS/dEC, \text{ рад/с}^2.$$

Если даны начальная и конечная частоты торможения, величину параметра dEC, [Время торможения] можно рассчитать как:

$$dEC = \frac{t_t FrS}{f_1 - f_2}.$$

Разгон с двумя уровнями ускорения используют в механизмах с упругими звеньями в кинематической цепи (длинные конвейеры, скоростные лифты и т.п.) для снижения динамических нагрузок. Для этого предназначены параметры:

- AC2, [Acceleration 2], [Время разгона 2];
- dE2, [Deceleration 2], [Время торможения 2].

Когда выходная частота становится больше уставки Fr<sub>t</sub>, [Ramp 2 threshold], [Уставка темпа 2] (меню [1.7 APPLICATION FUNCT.], [1. 7 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ] подменю rPt-, [RAMP], [ЗАДАТЧИК]), действуют темпы, заданные параметрами AC2 и dE2 (рис. 5.1в). Способ их расчета аналогичен ACC и dEC. Если Fr<sub>t</sub>=0, параметры AC2 и dE2 не активны. Переключение темпов возможно также с помощью логических входов (функция rPS, см. п. 9.17)

Для обеспечения необходимой точности и быстроты процесса изменения значений ACC, dEC, AC2 и dE2 служит параметр Inr, [Ramp increment], [Приращение темпа]. Он задает величину приращения значения при вращении навигационной рукоятки ГТ или нажатии кнопок ▲, ▼ встроенного терминала и имеет три значения:

- [0.01] – для времени разгона/торможения до 99,99 с;
- [0.1] – для времени разгона/торможения до 999,9 с;
- [1] – для времени разгона/торможения до 6000 с.

В тахограммах, показанных на рис. 5.1, частота и скорость двигателя на каждой ступени изменяется линейно. С помощью функции rPt, [Ramp type], [Профиль кривых] можно выбрать другой закон ее изменения (рис. 5.2):

- LIn, [Linear], [Линейная];
- S, [S ramp], [S-образная];
- U, [U ramp], [U-образная];

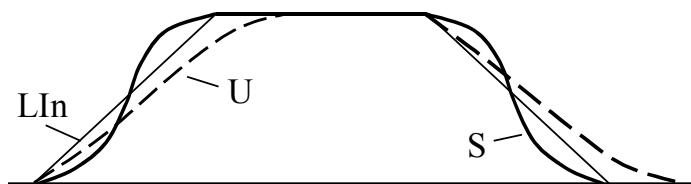


Рис. 5.2. Формы тахограмм

- CUS, [Customized], [Индивидуальная].

Это позволяет обеспечить плавное изменение ускорения  $\varepsilon$  и ограничить рывок  $\rho$  (в первую очередь с целью ограничения динамических нагрузок и обеспечения комфортности пассажирских лифтов, сборочных конвейеров, см. рис. 5.3).

Индивидуальная кривая разгона и торможения (как с первыми, так и со вторыми темпами) возможна после выбора опции rPt=CUS с помощью параметров:

- tA1, [Begin Acc round], [Начальное сглаживание кривой разгона];
- tA2, [End Acc round], [Конечное сглаживание кривой разгона];
- tA3, [Begin Dec round], [Начальное сглаживание кривой торможения];
- tA4, [End Dec round], [Конечное сглаживание кривой торможения].

Возможные значения tA1 и tA3 лежат в пределах 0...100% (от соответствующей длительности разгона или торможения), tA2=0...(100% – tA1) и tA4=0...(100% – tA2). Изменяя их, можно получить как линейную тахограмму (когда tA1=tA2=tA3=tA4=0), так и U-образную (tA1=tA3=0) и S-образную с различной степенью кривизны. На рис. 5.3 пунктирными линиями 1 и 2 показаны соответственно кривые ускорения и рывка после увеличения параметров tA1, tA2. Стандартная S-образная тахограмма (rPt=S) имеет ненастраиваемые значения tA1=tA2=tA3=tA4=20%, стандартная U-образная (rPt=U): tA2=tA4=50%.

В случае, когда момент инерции привода высок, а тормозное сопротивление в звене постоянного тока отсутствует, торможение с заданным темпом может сопровождаться чрезмерным тормозным током, недопустимым повышением напряжения в звене постоянного тока и возникновением неисправности ObF (см. п. 11.1). В этом случае можно, активизировав функцию brA, [Dec ramp adapt.], [Адаптация темпа торможения] из меню FUn-, [1.7 APPLICATION FUNCT.], [1.7 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ] подменю rPt-, [RAMP], [ЗАДАЧИК] путем присвоения ей значения YES, автоматически уменьшить темп торможения таким образом, чтобы данная аварийная ситуация не возникала. Если же длительности dEC, dE2 были заданы слишком большими, функция brA автоматически увеличит темп торможения до допустимого. Функция несовместима с позиционированием, ПИД-регулятором, управлением тормозом и использованием тормозного сопротивления.

## 5.2. Способы остановки привода

Возможны следующие способы перехода в режим остановки:

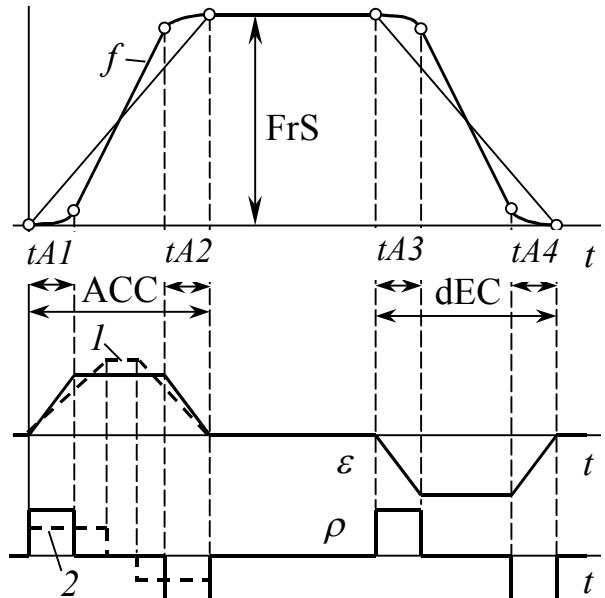


Рис. 5.3. Индивидуальная настройка тахограммы

- снятие команды [Вперед] или [Назад] с соответствующего логического входа (при двухпроводном управлении, см. п. 7.1);
- подача команды [Стоп] на логический вход *L11* (при трехпроводном управлении);
- нажатие кнопки *STOP* на ГТ;
- подача логической команды на вход, назначенный для команды остановки одним из способов.

Все необходимые параметры расположены в подменю *Stt-, [STOP CONFIGURATION], [СПОСОБ ОСТАНОВКИ]* меню *FUn-, [1.7 APPLICATION FUNCT.], [1.7 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ]*. Для первых трех вариантов перехода в режим остановки возможны 4 способа остановки, задаваемые параметром *Stt*, *[Stop type]*, *[Способ остановки]* (в порядке возрастания темпа):

- *nSt*, *[Freewheel stop]*, – выбег при заблокированном инверторе под действием нагрузки на валу;
- *rMP*, *[Ramp stop]*, – обычная остановка с использованием рекуперативного торможения двигателя под управлением ПЧ. Темп торможения задается параметрами *dEC*, *dE2* (п. 5.1). Может потребоваться тормозной резистор;
- *dCI*, *[DC injection]*, – динамическое торможение двигателя путем подачи в обмотки статора постоянного тока через инвертор (тормозной резистор не требуется, но тормозной момент снижается по мере торможения);
- *FSt*, *[Fast stop]*, – быстрая остановка с длительностью торможения *dEC*, *dE2*, деленной на коэффициент, заданный параметром *dCF*, *[Ramp divider]*, *[Делимель темпа]*. Обычно используется как аварийное торможение в подъемно-транспортных механизмах.

В случае выбора динамического торможения (*Stt=dCI*) следует задать параметры этого режима:

- *IdC* – ток динамического торможения (0,1…1,41 от номинального тока ПЧ);
- *tdI* – длительность протекания тока *IdC*, с;
- *IdC2* – второй ток динамического торможения (обычно меньший *IdC*), протекающий по истечении времени *tdI* (пределы те же, что и для *IdC*);
- *tdC* – длительность протекания тока *IdC2*, с.

Выбег, быстрая остановка и динамическое торможение могут быть также запущены сигналом на одном из логических входов, назначенном с помощью трех параметров того же меню:

- *nSt* (назначение остановки на выбеге);
- *FSt* (назначение быстрой остановки);
- *dCI* (назначение динамического торможения).

Варианты значений этих параметров идентичны:

- *nO*, *[No]*, *[Нет]* – вход не назначен;
- *L11*, *[L11]…L14*, *[L14]* – для остановки назначен один из входов (*L11…L14*).

Быстрая остановка и остановка на выбеге активизируются логическим нулем на назначенном логическом входе, динамическое торможение – логической единицей (рис. 5.4). Длительность подачи постоянного тока в обмотку ста-

тора при динамическом торможении определяется длительностью сигнала dCI (см. рис. 5.4).

Динамическое торможение можно также использовать для решения другой задачи: удержания вала в неподвижном состоянии при нулевом задании на скорость. Для этого активизируют функцию автоматического динамического торможения, которая вступает в действие после окончания замедления и настраивается с помощью параметров (подменю AdC-, [AUTO DC INJECTION], [АВТ. ДИНАМИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ]):

- AdC, [Auto DC injection], [Назначение динамического торможения] с возможными значениями:
  - nO, [No], [Нет] – функция не активизирована;
  - YES, [Yes], [Да] – ограниченная регулируемая длительность динамического торможения при удержании;
  - Ct, [Continuous], [Постоянный] – неограниченная длительность динамического торможения при удержании;
- SdC1, [Auto DC inj. level 1], [I авт. динамического торможения 1] – величина первого тока динамического торможения при удержании, A (0...1,2 In);
- tdC1, [Auto DC inj. time 1], [t динамического торможения 1] – длительность протекания тока SdC1, с;
- SdC2, [Auto DC inj. level 2], [I авт. динамического торможения 2] – величина второго тока динамического торможения при удержании (обычно меньше первого), A (0...1,2 In);
- tdC2, [Auto DC inj. time 2], [t динамического торможения 2] – длительность протекания тока SdC2, с.

Если выбрана опция AdC=Ct, параметр tdC2 не активен. Если при этом также SdC2=0, не активен и tdC1.

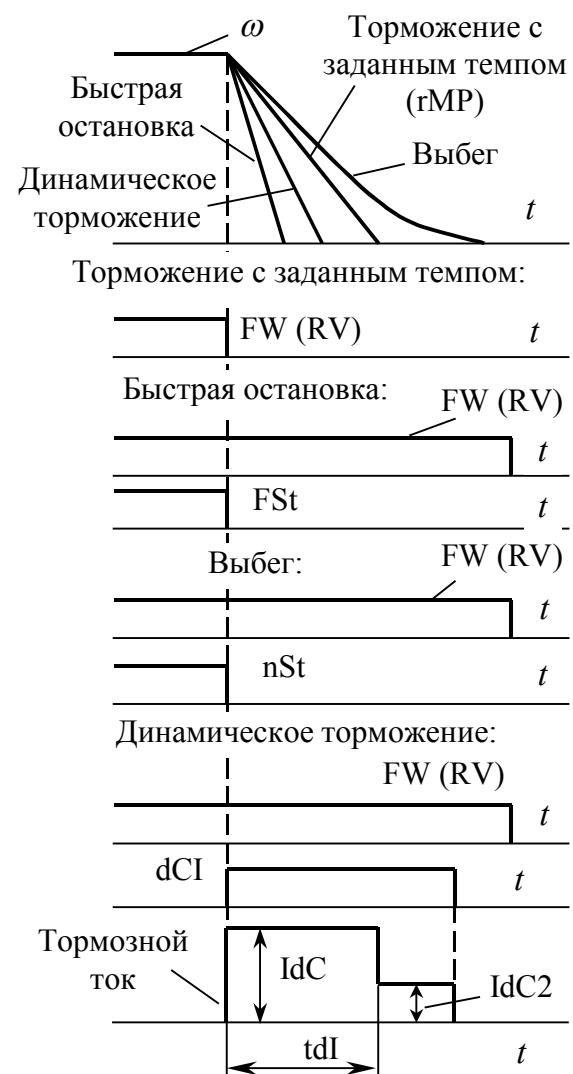


Рис. 5.4. Управление остановкой

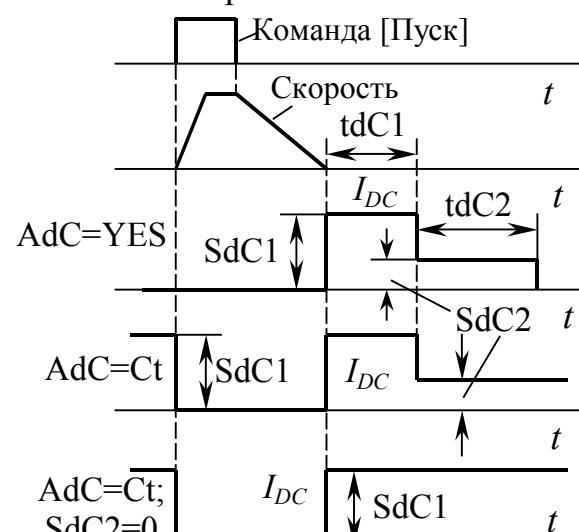


Рис. 5.5. Варианты удержания вала

Примеры временных диаграмм для трех вариантов удержания вала в режиме автоматического динамического торможения по окончании замедления привода приведены на рис. 5.5.

Параметры, имеющие отношение к функции удержания вала, не влияют на настройки остановки в режиме динамического торможения. Функция удержания вала несовместима с намагничиванием двигателя (параметр FLU, см. п. 9.8).

- Уровень напряжения звена постоянного тока, по достижении которого открывается тормозной ключ в звене постоянного тока в режиме рекуперации (при спуске груза или в процессе остановки rMP, [Ramp stop]), задается параметром Ubr, [Braking level], [Уставка торможения]. Его значение составляет 395 В для ПЧ с номинальным питающим напряжением 200...260 В (ATV71••••M3•) и 785 В – в случае напряжения питания 380... 480 В (ATV71••••N4).

## 6. ЗАКОНЫ УПРАВЛЕНИЯ

### 6.1. Законы частотного управления

Параметры законов частотного управления расположены преимущественно в меню drC-, [1.4 MOTOR CONTROL], [1.4 ПРИВОД].

Частота коммутации силовых ключей инвертора (частота модуляции) задается параметром SFr, [Switching freq.], [Частота коммутации] в пределах 1...16 кГц. Если частота коммутации меньше 2 кГц, величины ограничений тока (CLI и CL2, см. п. 4 и 9.16) не может превысить 1,36 In. Возможна настройка при работающем двигателе, но с некоторыми ограничениями:

- если начальное значение частоты меньше 2 кГц, ее невозможно увеличить выше 1,9 кГц;
- если начальное значение частоты больше или равно 2 кГц, ее невозможно уменьшить ниже 2 кГц.

Данный параметр доступен также в меню SEt-, [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКИ].

Для снижения акустического шума, генерируемого ПЧ и двигателем, служит параметр nrd, [Noise reduction], [Уменьшение шума]. Если nrd=[No], [Нет], частота коммутации неизменна, если же nrd=[Yes], [Да], она изменяется случайным образом, обеспечивая снижения уровня шума.

Закон частотного управления выбирается с помощью параметра Ctt, [Motor control type], [Закон управления двигателем], предоставляющего следующие возможности:

- UUC, [SVC V] – векторное управление по напряжению без обратной связи по скорости и положению (обеспечивает работу нескольких двигателей, параллельно подключенных к выходу ПЧ);
- UF2, [V/F 2pts] – скалярное частотное управление с поддержанием постоянства соотношения  $U/f$  (управление «по двум точкам»);

- UF5, [V/F 5pts] – скалярное частотное управление с вольт-частотной характеристикой (ВЧХ), задаваемой пользователем (управление «по пяти точкам»);
- SYn, [Sync. mot.], [Синхронный двигатель] – управление синхронными двигателями с постоянными магнитами и синусоидальной ЭДС в разомкнутой системе (при выборе данной опции открывается доступ к параметрам СД, а параметры АД становятся недоступными);
- UFq, [U/F Quad.], [U/F квадратичный] – управление двигателями с моментом, квадратично зависящим от частоты (т.н. переменным моментом); рекомендуется для насосов и вентиляторов;
- nLd, [Energy Sav.], [Энергосбережение] – энергосберегающий закон управления (при заданных частоте и нагрузке на валу автоматический выбирается напряжение, обеспечивающее минимум энергопотребления); рекомендуется для переменного момента или приложений с постоянным моментом, не требующих высокой динамики, а также при замене ATV38.

Если выбран закон UFq, [U/F Quad.], становится доступным параметр PFL, [U/F Profile], [U/F профиль], задающий ток намагничивания при нулевой частоте в % от номинального тока намагничивания. Фактически он задает степень кривизны зависимости выходного напряжения от частоты:

- если PFL=100%, ток намагничивания, магнитный поток и отношение  $U/f$  сохраняются неизменными при снижении частоты ниже номинальной (рис. 6.1);
- если PFL<100%, ток намагничивания и пропорциональный ему магнитный поток должны снижаться с уменьшением частоты, что обеспечивается опережающим по отношению к частоте снижением напряжения, искривлением ВЧХ и увеличением показателя степени при  $f$  ( $U/f^k = \text{const}$ ).

Скалярные законы управления обеспечивают зависимости между напряжением и частотой (вольт-частотные характеристики, ВЧХ), показанные на рис. 6.2. Координаты точек ВЧХ задаются одноименными параметрами U0...U5, F1...F5, доступными после выбора соответствующего закона. Параметр U0 задает уровень начальной форсировки напряжения при нулевой скорости, необходимый для обеспечения нужного уровня пускового момента (при увеличении U0 момент возрастает). Эта форсировка компенсирует падение напряжения в активном сопротивлении обмотки статора (т.н. «компенсация скольжения»). Используя опцию UF5, [V/F 5pts], можно реализовать ВЧХ любой формы (например квадратичную  $U/f^2 = \text{const}$  или с повышенным пусковым моментом). В диапазоне частот  $\text{FrS} > f > \text{HSP}$ , наступает режим ослабления поля (вторая зона регулирования), в котором частота изменяется при неизменном напряжении.

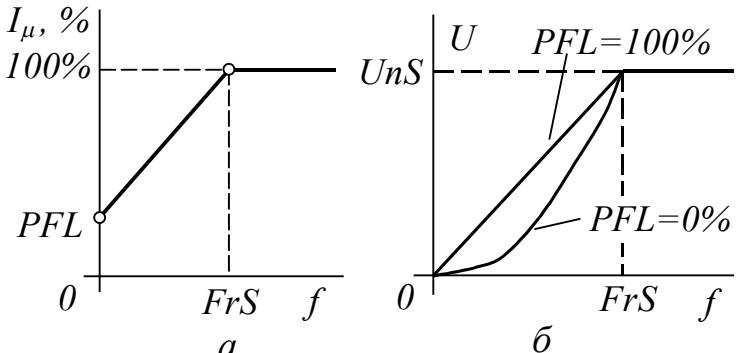


Рис. 6.1. ВЧХ для турбомеханизмов

жении, а магнитный поток меньше номинального и примерно обратно пропорционален выходной частоте.

Ряд параметров доступен, если выбран [Закон управления двигателем]=[UUC] или [nLd] :

- UC2, [Vector Control 2pt], [Векторное управление по 2 точкам] обеспечивает регулирование скорости при ослабленном поле (при выходной частоте, большей FrS) и имеет два значения:

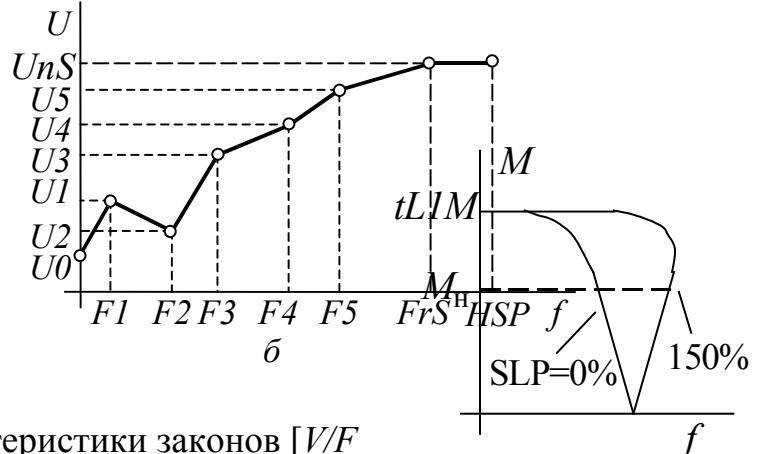
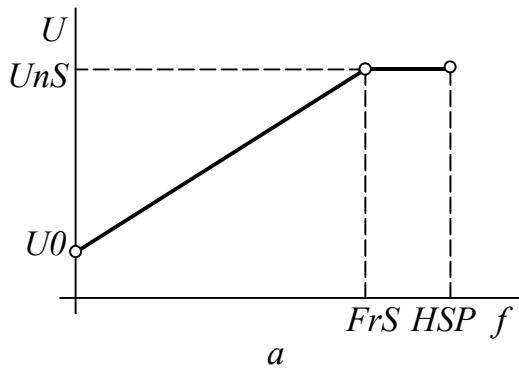


Рис. 6.2. Вольт-частотные характеристики законов [V/F 2pts] (а) и [V/F 5pts] (б)

Рис. 6.3. Компенсация скольжения

- [No], [Нет] – функция неактивна;
- [Yes], [Да] – функция активна, а ВЧХ соответствует рис. 6.2;
- UCP, [V. constant power], [Напряжение при постоянной мощности] задает предельное напряжение во второй зоне (доступно при UC2=[Yes], [Да]); по умолчанию UCP=UnS;
- FCP, [Freq. Const Power], [Частота при постоянной мощности] задает максимальную частоту во второй зоне (доступно при UC2=[Yes], [Да]);
- UFr, [IR compensation], [IR-компенсация] – степень IR-компенсации (25... 200%). Действие аналогично параметру U0 в скалярных законах управления (ср. рис. 6.1 и 6.2);
- SLP, [Slip compensation], [Компенсация скольжения] – степень компенсации скольжения (0...150%); позволяет изменить жесткость механической характеристики привода (рис. 6.3). Как правило, при SLP=100% механическая характеристика является абсолютно жесткой и скольжение отсутствует. Пере-компенсация может привести к получению механической характеристики с отрицательным наклоном и неустойчивой работе привода.

Если в механизме на некоторых скоростях в пределах LSP...HSP наблюдается механический резонанс, резонансную частоту можно исключить из рабочего диапазона частот с помощью параметра JPF, [Skip Freq.], [Частотное окно] из меню [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКИ]. Параметру присваивается значение, равное частоте резонанса. Благодаря этому в окрестностях этой час-

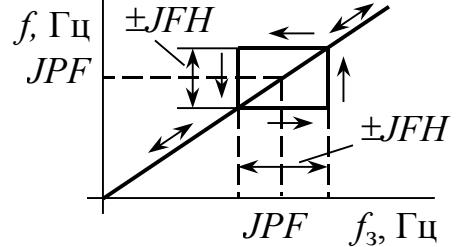


Рис. 6.4. Пропуск резонансной частоты

тоты ( $JPF \pm JFH$ , см. ниже) задать выходную частоту будет невозможно. На рис. 6.4 видно, что при изменении задания на частоту в интервале  $JPF \pm JFH$  действительная выходная частота благодаря гистерезису в регулировочной характеристике не изменяется, делая затем скачок в момент выхода за пределы запрещенного диапазона. В процессе разгона или торможения кратковременная работа в данном диапазоне возможна. Имеются также два параметра ( $JF2$ , [*Skip Freq. 2*], [*Частотное окно 2*] и  $JF3$ , [*3rd Skip Frequency*], [*Частотное окно 3*]), аналогичные  $JPF$ , позволяющие настроить пропуск еще двух частот.

Параметр  $JFH$ , [*Skip.Freq.Hysteresis*], [*Гистерезис частотного окна*] задает ширину частотного окна вокруг всех трех вышеуказанных частот.

Если пуск двигателя начать немедленно после подачи питания, его магнитный поток не успеет вырасти до номинального уровня, и разгон будет происходить с повышенным током или уменьшенным движущим моментом. Для обеспечения полного использования двигателя и необходимой динамики магнитный поток должен быть установлен до начала пуска. Для этой цели предназначен параметр  $FLU$ , [*Motor fluxing*], [*Намагничивание двигателя*] меню  $SEt$ -, [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКА], который может принимать следующие значения:

- $FnC$ , [*Not cont.*], [*Непродолжительный*] – намагничивание осуществляется в процессе пуска путем форсировки потока с последующим снижением до номинального уровня;
- $FCt$ , [*Continuous*], [*Постоянный*] – намагничивание производится после каждой подачи питания (путем подачи в обмотку статора постоянного тока). Выбор недоступен, если  $AdC$ , [*Авт. динамическое торможение*]=[*Да*] (см. п. 5.2) или выбран  $Stt$ , [*Способ остановки*]= $nSt$ , [*Выбег*] (см. п. 5.2);
- $FnO$ , [*No*], [*Нет*] – намагничивание отсутствует.

Использование параметра  $FLU$  при управлении синхронным двигателем приводит не к его намагничиванию, а к ориентации ротора. Предварительное намагничивание может производиться также с использованием логических входов (см. п. 9.6).

## 6.2. Параметры регуляторов и обратных связей

Параметры расположены в меню  $SEt$ -, [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКА].

При использовании векторных законов управления ( $Ctt=UUC$  [*SVC V*],  $FUC$  [*FVC*],  $SYn$  [*Sync. mot.*]) доступны для изменения параметры пропорционально-интегрального регулятора скорости:

- $SPG$ , [*Speed prop. gain*], [*Коэффициент передачи регулятора*] – коэффициент передачи пропорциональной части;
- $SI$ , [*Speed time integral*], [*Постоянная времени регулятора*] – постоянная времени интегральной части;
- $SFC$ , [*K speed loop filter*], [*K фильтра контура скорости*] – постоянная времени фильтра в канале задания скорости.

Рекомендации по настройке параметров регулятора даны на рис. 6.5.

При наличии инкрементального датчика положения и соответствующей интерфейсной карты доступны параметры датчика положения (меню drC-, [1.4 MOTOR CONTROL], [1.4 ПРИВОД]):

- EnS, [Encoder type], [Тип датчика] – выбор типа датчика:
    - nO, [----] – нет карты;
    - Ab, [AB] – датчик с двухканальным выходом (только сигналы  $A$  и  $B$ );

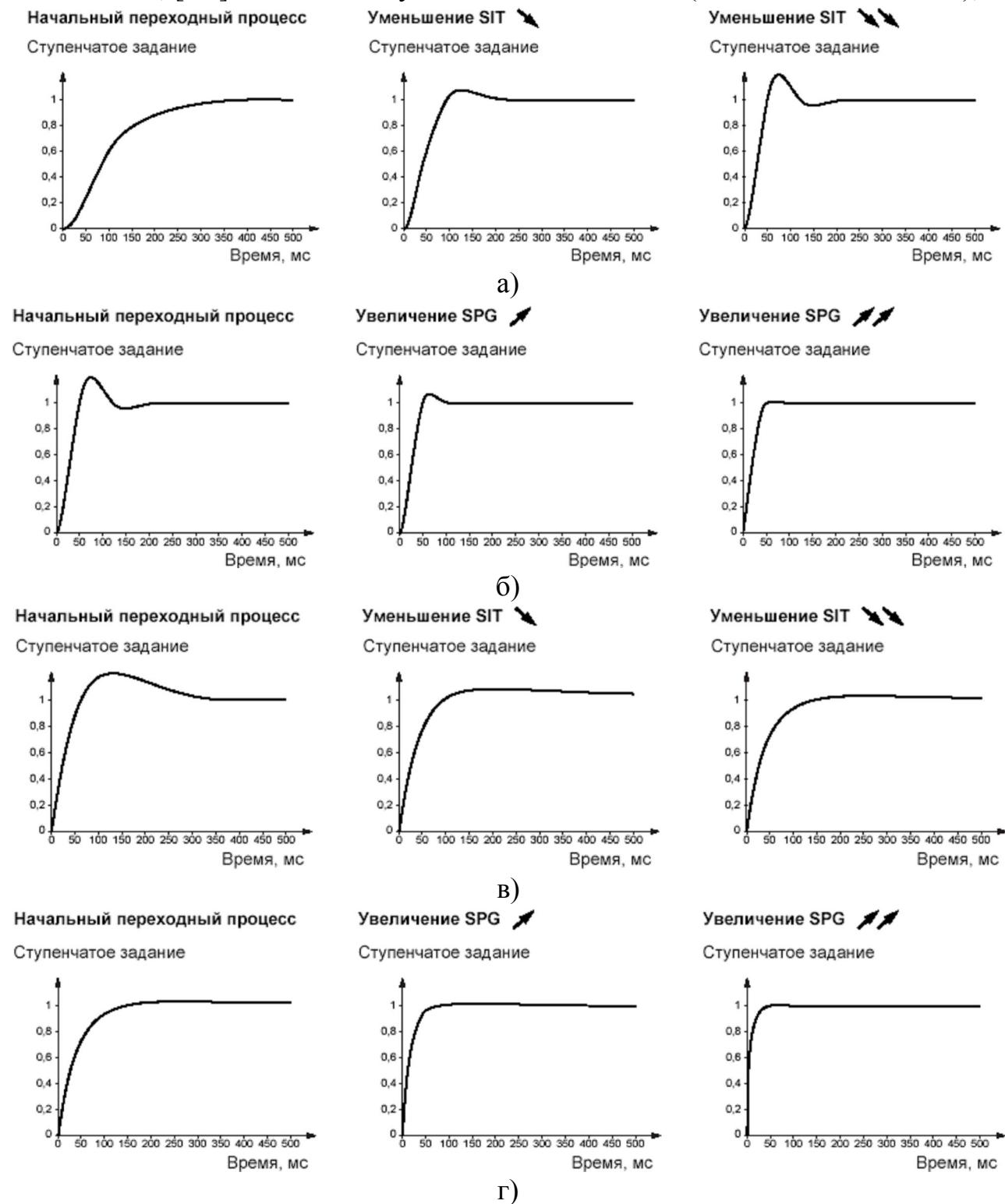


Рис. 6.5. К настройке параметров контура скорости (а, б – SFC=0; в, г – SFC≠0)

- Aabb, [AABB] – датчик с четырехканальным выходом (сигнал *A* и инверсный ему  $\bar{A}$ , сигнал *B*, сдвинутый относительно *A* на  $\frac{1}{4}$  периода, и инверсный ему  $\bar{B}$ , см. рис. 6.6);
- A, [A] – датчик с одноканальным выходом (только сигналы *A*).
- PGI, [Number of pulses], [Число импульсов] – количество импульсов датчика на один оборот вала;
- EnU, [Encoder usage], [Применение датчика] с возможными значениями:
  - nO, [No], [Нет] – датчик не используется;
  - SEC, [Fdbk monit.], [Контроль] – сигнал датчика используется только для контроля скорости (без регулирования);
  - rEG, [Spd fdk reg], [Регулирование и контроль] – сигнал датчика используется для контроля скорости и ее регулирования (данное значение устанавливается по умолчанию после выбора закона управления в замкнутой системе Ctt, [Motor control type], [Закон управления двигателем]=FUC, [FVC]; для скалярных законов управления значение не доступно, см. п. 6.1);
  - PGr, [Speed ref.], [Задание скорости] – сигнал датчика используется в качестве задания на скорость (положение) для ведомого привода.

Для проверки датчика положения служит параметр EnC, [Encoder check], [Проверка датчика], имеющий значения:

- nO, [Not done] – проверка не выполнена;
- YES, [Yes], [Да] – активизация проверки;
- dOnE, [Done], [Выполнена] – проверка проведена успешно.

В процессе проверки ПЧ автоматически проверяет:

- направление вращения привода;
- наличие сигнала датчика (целостность подключения);
- число импульсов на оборот).

Процедура проверки такова:

1. Осуществите настройку разомкнутой системы;
2. Выберите EnU, [Encoder usage], [Применение датчика]= nO, [No], [Нет];
3. Задайте параметры EnS, [Encoder type], [Тип датчика] и PGI, [Number of pulses], [Число импульсов] в соответствии с типом датчика;
4. Активизируйте проверку датчика EnC=YES, [Yes], [Да];
5. Запустите привод на скорость около 15% номинальной на время не менее 3 с и используйте меню SUP-, [1.2 MONITORING], [1.2 МОНИТОРИНГ] для отображения состояния привода;
6. Если возникла неисправность EnF, [Encoder], [Неисправность датчика] и параметр EnC вернулся к значению nO, [Not done], ее можно устранить следующим образом:
  - проверить настройки пункта 3;
  - убедиться в исправности датчика, проверить его питание и правильность подключения;

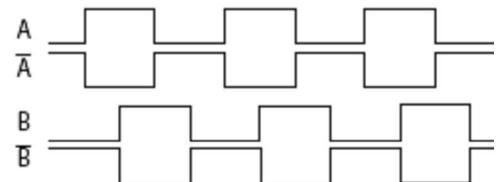


Рис. 6.6. Сигналы датчика положения

- изменить направление вращения с помощью параметра PHr, [*Output Ph rotation*], [*Порядок чередования фаз*] или чередование сигналов датчика;
7. Повторите операции с пункта 5, пока параметр EnC, [*Encoder check*], [*Проверка датчика*] не примет значение dOnE, [*Done*], [*Выполнена*].

## 7. ВХОДЫ/ВЫХОДЫ

Основное назначение управляющих входов и выходов – автоматизация управления электроприводом и его диагностирование с помощью внешних устройств (программируемых логических контроллеров, промышленных компьютеров и т.п.), а также вручную при наладке. Подключение преобразователя частоты к внешним устройствам осуществляется через клеммы управления (рис. 7.1), в число которых входят:

- логические (дискретные) входы для подачи извне на ПЧ логических команд;
- аналоговые входы для ввода в ПЧ аналоговых задающих сигналов (чаще всего на скорость или момент);
- аналоговые выходы, на которые можно вывести текущие значения внутренних аналоговых сигналов ПЧ с целью дальнейшей передачи другим ПЧ, операторским панелям, логическим контроллерам;
- дискретные (релейные и логические) выходы, замыкание или размыкание которых сигнализирует об изменении состояния ПЧ, а также используется для управления внешними устройствами.

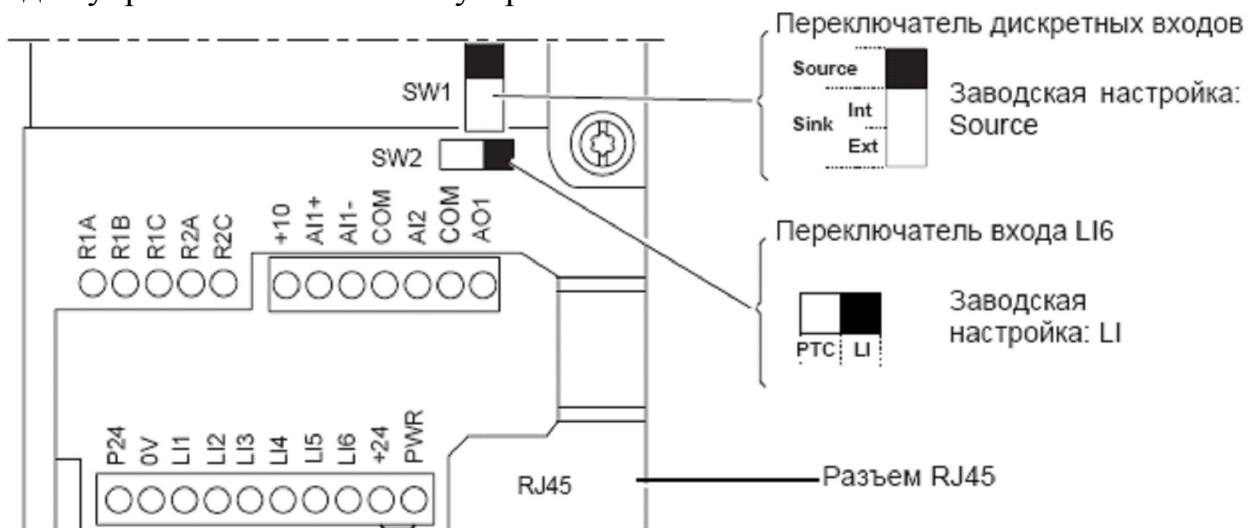


Рис. 7.1. Клеммы управления

Перечень клемм управления приведен в табл. 7.1. Все входы и выходы (кроме общих точек, клемм источников питания и входа *PWR*) можно перепрограммировать на прием или передачу определенного сигнала (команды). Основные параметры, необходимые для конфигурирования входов и выходов, размещены в меню I-O-, [1.5 INPUTS / OUTPUTS CFG], [1.5 ВХОДЫ-ВЫХОДЫ].

Переключатель SW1 с тремя положениями позволяет согласовать схему подключения логических входов с особенностями применяемого ПЛК:

- *Source* (исток) – используется, если ПЛК имеет логические выходы на транзисторах NPN;
- *Sink Int* (внутренний сток) и *Sink Ext* (внешний сток) – если выходы ПЛК реализованы на PNP-транзисторах.
- Переключатель SW2 позволяет использовать вход LI6 в качестве обычного

Таблица 7.1

## Характеристика клемм управления электропривода ATV61

Имя	Статус	Назначение	Команда по умолчанию для макроконфигураций					Примечания				
			StS	Gen	Pld	nEt	PnF					
LI1 <sup>1)</sup>	Дискретный вход	Прием дискретных управляющих команд	[Вперед]					Питание +24 В (до 30 В)				
LI2 <sup>1)</sup>	Дискретный вход		[Назад]									
LI3 <sup>1)</sup>	Дискретный вход		[Не назначен]	[Пошаговая работа]	[Сброс инт. сост. ПИД-рег.]	[Переключение задания 2]	[Переключение задания 1b]					
LI4 <sup>1)</sup>	Дискретный вход		[Не назначен]	[Сброс неисправности]	[2 предв. зад. ПИД-регулят.]	[Локальная форсировка]	[Сброс неисправности]					
LI5 <sup>1)</sup>	Дискретный вход		[Не назначен]	[Огранич. момента]	[4 предв. зад. ПИД-регулят.]	[Не назначен]						
LI6 <sup>1)</sup>	Дискретный вход		[Не назначен]									
LI1 <sup>2)</sup>	Дискретный вход		[Стоп]									
LI2 <sup>2)</sup>	Дискретный вход		[Вперед]									
LI3 <sup>2)</sup>	Дискретный вход		[Сброс неисправности]	[Назад]	[Сброс неисправности]		[Не назначен]					
LI4 <sup>2)</sup>	Дискретный вход		[Не назначен]	[Пошаговая работа]	[Сброс инт. Сост. ПИД-рег.]	[Переключение задания 2]	[Переключение задания 1b]					
LI5 <sup>2)</sup>	Дискретный вход		[Не назначен]	[Сброс неисправности]	[2 предв. зад. ПИД-регулят.]	[Локальная форсировка]	[Сброс неисправности]					
LI6 <sup>2)</sup>	Дискретный вход		[Не назначен]	[Огранич. момента]	[4 предв. зад. ПИД-регулят.]	[Не назначен]						
PWR	Вход Power Removal	Защитная блокировка										
AI1+	Дифференциальный аналоговый вход по напряжению	Прием аналогового сигнала	[Канал задания 1] (см. п. 8.1)			[Канал задания 2]	[Канал задания 1]	-10...+10 В (макс. 24 В)				
AI1-												
AI2	Аналоговый вход (по напряжению или току)	Прием аналогового сигнала	[Не назначен]	[Суммирование заданий 2] (см. п. 8.1)	[О.с. ПИД-регулятора]	[Не назначен]	[Канал задания 1b]	0...+10 В или X...Y мА (X и Y=0...20 мА)				

Имя	Статус	Назначение	Команда по умолчанию для макроконфигураций					Примечания	
			StS	Gen	PId	nEt	PnF		
AO1	Аналоговый выход (по напряжению или току)	Вывод аналогового сигнала			[Частота двигателя]			0...+10 В или X...Y мА (X и Y=0...20 мА)	
+10	Питание	Питание задающего потенциометра						+10 В; 10 мА	
P24	Вход для внешнего источника +24 В							+24 В (19...30 В)	
COM	Общая точка	Общая точка аналоговых входов/выходов							
+24	Питание	Питание дискретных входов							
0 V	Общий вывод дискретных входов и 0 источника P24								
R1A	Релейный выход R1	Информация о состоянии ПЧ (п-реключающий контакт)	[Ошибка привода]						Индукт. нагр.: ~2 A 250В; ±2 A 30 В Акт. нагр.: ~5 A 250В ±5 A 30 В
R1B	Релейный выход R1								
R1C	Общая точка R1								
R2A	Релейный выход R2	Информация о состоянии ПЧ (за-мыкающий контакт)	[Не назначен]				[ПЧ в работе]		
R2C	Релейный выход R2								

Примечания: 1) двухпроводное управление; 2) трехпроводное управление

логического входа (положение L1) или как вход для терморезистивного датчика температуры двигателя (положение PTC).

### 7.1. Принципы конфигурирования логических входов

Возможно два типа управления (способа подачи логических сигналов): двухпроводное и трехпроводное. Выбор производят с помощью параметра tCC, [2/3 wire control], [2/3-проводное управление] со значениями:

- 2C, [2 wire], [2-проводное];
- 3C, [3 wire], [3-проводное].

При двухпроводном управлении для подачи и снятия одной логической команды достаточно двух проводов (питания +24 и провода для подачи логической команды). Команда может быть подана с помощью контактов типа тумблера или кнопки с фиксацией (рис. 7.2а). Команда активна до тех пор, пока на соответствующем входе присутствует логическая единица, и снимается с появлением на нем нуля.

При трехпроводном (импульсном) управлении необходимо три провода: питание, один провод для активизации команды и еще один – для ее отмены. Сигналы подаются короткими импульсами. Длительность действия команды определяется не длительностью сигнала на логическом входе, а интервалом времени между активизирующим и отменяющим сигналами. Так, например, появление короткого единичного импульса на входе L12 активизирует команду [Forward], [Вперед], которая приводит к запуску привода, а подача логического нуля на вход L11 – к остановке. Трехпроводное управление удобнее реализовывать с помощью кнопок с самовозвратом (рис. 7.2б). Большинство приведенных ниже примеров подачи логических команд соответствуют двухпроводному управлению, как более распространенному.

Конфигурирование входов фактически реализует определенную договоренность о том, как будет интерпретироваться команда, поступившая на конкретный вход (например, логическая единица на каком-либо входе в зависимости от этой договоренности может быть понята как команда реверса, быстрой остановки или активизация ограничения момента). В каждой из стандартных макроконфигураций предусмотрены свои назначения входов по умолчанию (табл. 7.1). При необходимости входы могут быть переназначены. Принцип назначения состоит в следующем. Пусть, например, принято решение, что логический сигнал, подаваемый на вход L13, означает команду движения назад. Тогда необходимо присвоить параметру, активизирующему данную команду (в данном случае это rrS, см. ниже), присвоить значение L13. Список доступных для каждого входа логических команд зависит от выбранной макроконфигурации и наличия карты расширения.

После выбора двухпроводного управления вход L11 автоматически на-

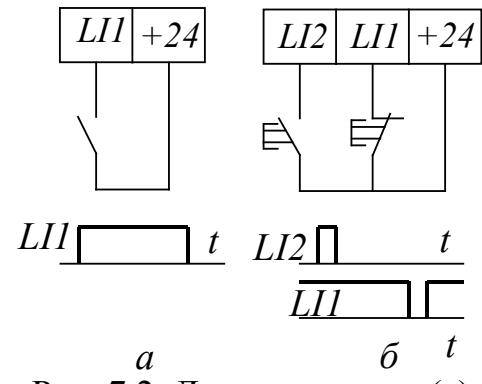


Рис. 7.2. Двухпроводное (а) и трехпроводное (б) управление

значается на команду [*Forward*], [*Вперед*], вход *L12* – на команду [*Reverse*], [*Назад*], причем изменить это назначение невозможно. Аналогично при трехпроводном управлении в большинстве макроконфигураций входы *L11*, *L12*, *L13* назначены соответственно на команды:

- [*Run*], [*Пуск*] – пуск привода;
- [*Forward*], [*Вперед*] – движение вперед;
- [*Reverse*], [*Назад*] – движение назад.

Способ восприятия команд при двухпроводном управлении выбирается с помощью параметра *tCt*, [*2 wire type*], [*Тип 2-проводного управления*]:

- *LEL*, [*Level*], [*Состояние*] – воспринимается лишь наличие уровня логического сигнала;
- *trn*, [*Transition*], [*Изменение состояния*] – для восприятия команды необходимо наличие переднего (восходящего) фронта (для логической единицы), что предотвращает несанкционированный пуск после перерыва питания;
- *PFO*, [*Fwd priority*], [*Приоритет Вперед*] – то же, что *LEL*, но команда [*Forward*], [*Вперед*] всегда имеет приоритет перед командой [*Reverse*], [*Назад*].

Вход для принятия команды [*Назад*] может быть назначен параметром *rrS*, [*Reverse assign.*], [*Назначение реверса*]:

- *nO*, [*No*], [*Нем*] – не назначен;
- [*LI1*]...[*LI6*] – входы *L11*...*L16*;
- [*LI7*]...[*LI10*] – входы *L17*...*L110* (при наличии карты дискретных входов-выходов *VW3A3201*);
- [*LI11*]...[*LI14*] – входы *L111*...*L114* (при наличии карты расширенных входов-выходов *VW3A3202*).

Для отображения команд, назначенных на вход *L11*, предназначен параметр *L1A*, [*L11 assignment*], [*Назначение L11*] (подменю *L1-*, [*L11 CONFIGURATION*], [*КОНФИГУРАЦИЯ L11*]). Параметр доступен только для чтения, без возможности изменения. В том же подменю с целью фильтрации возможных помех можно ввести задержку перехода входа *L11* в состояние 1, задав значение (в мс) параметра *L1d*, [*L11 On Delay*], [*Задержка L11*]. Переход в состояние 0 происходит без задержки.

Подобные параметры имеются у каждого логического входа (подменю *L2-*, [*КОНФИГУРАЦИЯ L12*]...*L6-*, [*КОНФИГУРАЦИЯ L16*]).

Остальные параметры, с помощью которых производится назначение различных команд на конкретные дискретные входы, расположены в меню *FUn-*, [*1.7 APPLICATION FUNCT.*], [*1.7 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ*] и будут рассмотрены в п. 9.

## 7.2. Аналоговые входы

В ПЧ *Altivar 61* имеется два типа аналоговых входов:

- дифференциальный вход по напряжению *A11* (источником входного сигнала может быть только источник напряжения 0...10 В);

- перенастраиваемый вход  $AI2$ , который может быть как входом по напряжению, так и входом по току (в последнем случае источником входного сигнала должен быть источник тока).

Для согласования аналогового входа с источником сигнала его статическую характеристику (зависимость задания на частоту от входного сигнала) можно сделать нелинейной (рис. 7.3а). Абсциссы опорных точек (в диапазоне 0...10 В) для аналогового входа  $AI1$  задают с помощью параметров (подменю  $AI1$ -, [AI1 CONFIGURATION], [КОНФИГУРАЦИЯ AI1]):

- $UIL1$ , [AI1 min value], [Мин. значение AI1];
- $UIH1$ , [AI1 max value], [Макс. значение AI1].

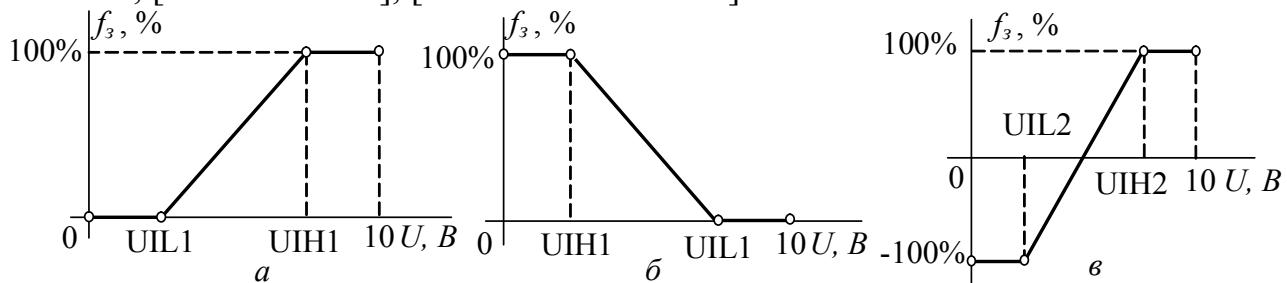


Рис. 7.3. Статические характеристики аналогового входа

В случае, если  $UIL1 > 0$ , в диапазоне малых входных сигналов (0... $UIL1$ ) ПЧ не будет реагировать на изменение входного сигнала (зона нечувствительности), а задание на частоту будет нулевым. Если же сигнал больше  $UIH1$ , задание на частоту будет максимально возможным (зона насыщения). Если максимальное значение выбрано меньше минимального ( $UIH1 < UIL1$ ), статическая характеристика входа имеет вид, изображенный на рис. 7.3б.

Постоянная времени фильтра (в с) в канале аналогового задания может быть выбрана как значение параметра  $AI1F$ , [AI1 filter], [Фильтр AI1].

Два параметра предназначены только для отображения и не могут быть изменены:

- $AI1A$ , [Назначение AI1], [AI1 assignment] – назначения аналогового входа  $AI1$ ;
- $AI1t$ , [AI1 Type], [Tun AI1] – тип входа  $AI1$  (поскольку может быть только входом по напряжению,  $AI1t$  всегда равняется 10U, [Voltage], [Напряжение]).

Поскольку вход  $AI2$  может быть входом как по напряжению, так и по току, в число его параметров, помимо  $UIL2$ ,  $UIH2$ ,  $AI2F$ ,  $AI2A$  (подменю  $AI2$ -, [КОНФИГУРАЦИЯ AI2]), аналогичных таковым для входа  $AI1$ , имеются также параметры для настройки зоны нечувствительности и зоны насыщения (в пределах 0...20 мА) для входного токового сигнала:

- $CrL2$ , [AI2 min. value], [Мин. значение AI2];
- $CrH2$ , [AI2 max. value], [Макс. значение AI2].

По той же причине параметр, отображающий назначения ( $AI2t$ , [AI2 Type], [Tun AI2]), для этого входа может иметь два значения:

- 10U, [Voltage], [Напряжение];
- 0A, [Current], [Ток].

Для второго аналогового входа можно также обеспечить двухполярное задание на частоту при однополярном входном сигнале с помощью параметра AI2L, [AI2 range], [Диапазон AI2], имеющего значения:

- POS, [0 - 100%] – только положительное задание, изменяющееся в пределах 0...100% (как на рис. 7.3а для первого входа);
- nEG, [+/- 100%] – двухполярное задание, изменяющееся в пределах  $\pm 100\%$  при изменении входного сигнала в пределах 0...10 В или 0...20 мА (рис. 7.3в).

Статическая характеристика обоих аналоговых входов может быть сделана нелинейной вблизи малых заданий (делинеаризация или эффект лупы) путем введения дополнительной точки. Благодаря этому можно повысить точность установки малых заданий. Координаты дополнительной точки (рис. 7.4а) для входа AI1 задают с помощью параметров:

- AI1E, [AI1 Interm. point X], [AI1 пром. точка X];
- AI1S, [AI1 Interm. point Y], [AI1 пром. точка Y].

Делинеаризация входа AI2 производится с помощью аналогичных параметров AI2E и AI2S. Диапазон изменения значений параметров AI1E и AI2E – 0... 100%, причем 0% соответствует значению UIL1 (UIL2, CrL2), а 100% – значению UIH1 (UIH2, CrH2).

Делинеаризация может быть произведена и для двухполярного задания (рис. 7.4б). В этом случае AI2E=100% соответствует UIH2, а AI2E=0% – величине  $(UIL2 + UIH2)/2$ .

Входы AI3 и AI4 (при наличии соответствующих карт) конфигурируются аналогично (подменю AI3-, [КОНФИГУРАЦИЯ AI3]; AI4-, [КОНФИГУРАЦИЯ AI4]).

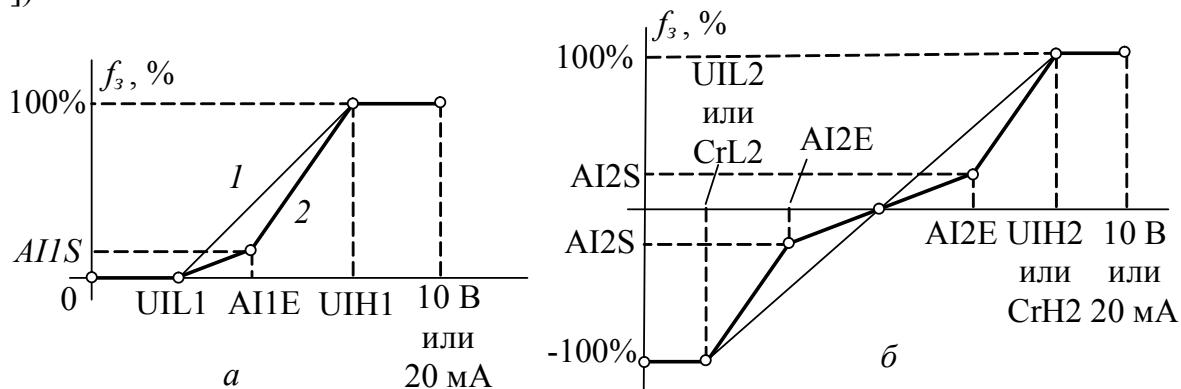


Рис. 7.4. Делинеаризация статической характеристики аналогового входа  
(а – для однополярного задания; б – для двухполярного)

Поведение ПЧ при малых аналоговых заданиях и ненулевой минимальной частоте LSP определяется параметром bSP, [Reference template], [Форма задания]:

- bSd, [Standard], [Стандартная] – нулевому заданию на частоту соответствует выходная частота LSP, а увеличение задания приводит к линейному росту частоты (рис. 7.5а);

- bLS, [Pedestal], [Ограничение] – нулевому заданию также соответствует частота LSP, однако в дальнейшем частота изменяется в соответствии с рис. 7.5б;
- bnS, [Deadband], [Зона нечувствительности] – при малых заданиях выходная частота равна нулю (рис. 7.5в);
- bnS0, [Deadband 0], [Зона нечувствительности 0] – то же, что bSd, но при нулевом задании выходная частота равна нулю (рис. 7.5г).

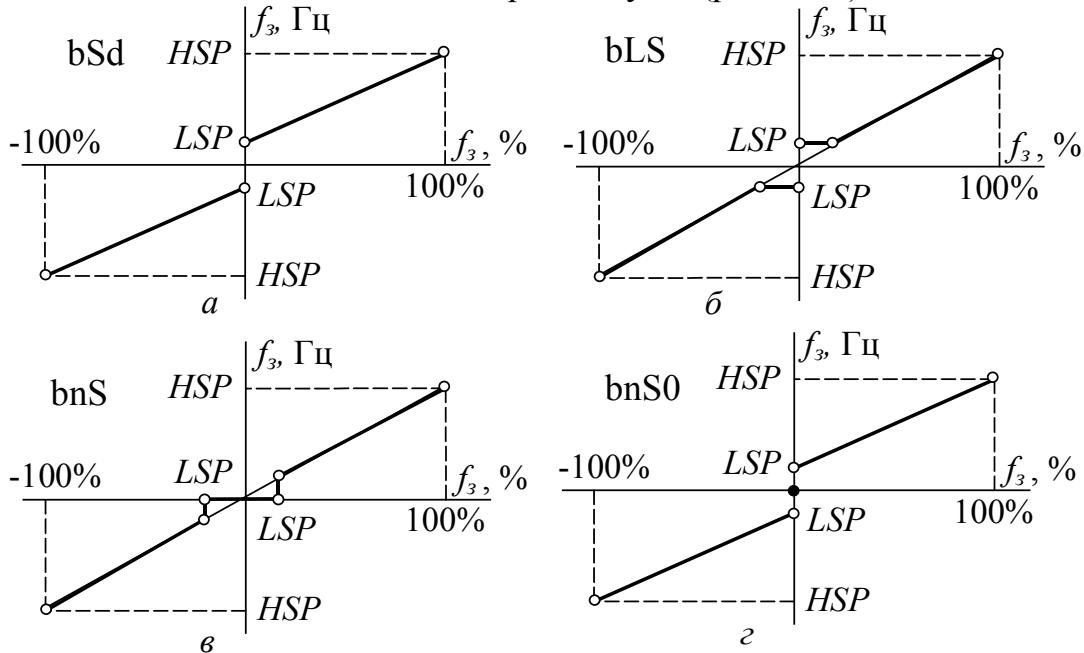


Рис. 7.5. Виды реакции ПЧ на задание

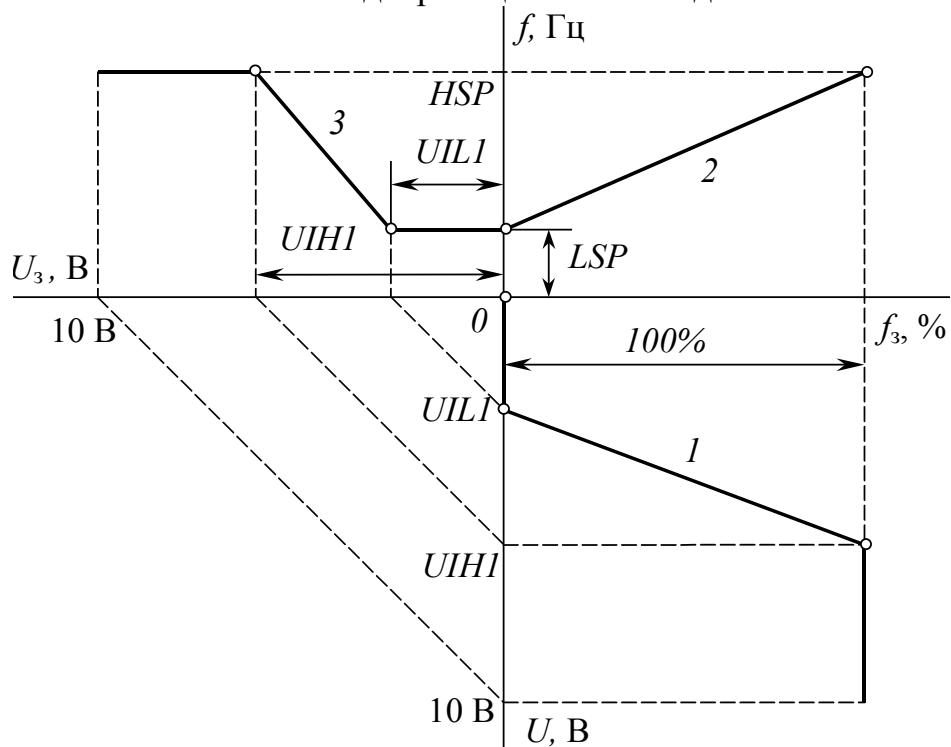


Рис. 7.6. Построение регулировочной характеристики ПЧ

На вид ВЧХ данный параметр не влияет. Параметр bSP совместно со статической характеристикой аналогового входа (UILx, UIHx, CrLx, CrHx) определяют регулировочную характеристику ПЧ по каналу «аналоговый вход – выходная частота». На рис. 7.6 дан пример построения регулировочной харак-

теристики ПЧ (линия 3) по характеристике входа (линия 1) и кривой, задаваемой параметром bSP (линия 2).

### 7.3. Импульсные входы

Импульсные входы предназначены для задания выходной частоты ПЧ с помощью частотно-модулированного сигнала (частота не более 30 кГц), подаваемого извне от генератора высокой частоты. Задание на выходную частоту ПЧ пропорционально частоте этого сигнала.

Импульсный вход имеется на карте расширения VW3A3202. Подобно аналоговым входам, он может иметь нелинейную статическую характеристику (см. рис. 7.3а, б). Абсциссы опорных точек данной характеристики задают значения параметров (подменю PLI-, [RP CONFIGURATION], [КОНФИГУРАЦИЯ RP]):

- PIL, [RP min value], [Мин. значение RP]: 0...30 кГц, частота соответствует минимальной скорости привода;
- PFr, [RP max value], [Макс. значение RP]: -30...+30 кГц, частота соответствует максимальной скорости привода.

Поскольку минимальная входная частота может быть отрицательной, статическая характеристика импульсного входа, в отличие от аналоговых, может принимать вид не только рис. 7.3а, б, но и рис. 7.7.

Параметр PFI, [RP filter], [Фильтр RP] служит для фильтрации помех на импульсном входе, а PIA, [RP assignment], [Назначение RP] – для отображения назначений данного входа.

Если настраиваемый привод входит в состав системы «ведущий-ведомый», а вход импульсного датчика, имеющийся на интерфейсной карте энкодера VW3A3407, используется как импульсный вход задания скорости (EnU= PGr, см. п. 6.2), необходимо выбрать способ формирования задания с помощью параметра PGA, [Reference type], [Тип задания] (подменю IEn-, [КОНФИГУРИРОВАНИЕ ДАТЧИКА]):

- EnC, [Encoder], [Имп. датчик] – задающий сигнал формируется импульсным датчиком ведущего привода;
- PtG, [Freq. gen.], [Имп. генератор] – задающий сигнал формируется генератором импульсного сигнала.

Конфигурируется вход импульсного датчика аналогично импульсному входу с помощью параметров, аналогичных параметрам PIL, PFr, PFI:

- EIL, [Freq. min. value], [Минимальная частота], -300...300 кГц;
- EFr, [Freq. max value], [Максимальная частота], 0...300 кГц;
- EFI, [Freq. signal filter], [Фильтр импульсного сигнала] – постоянная времени фильтра в канале задания.

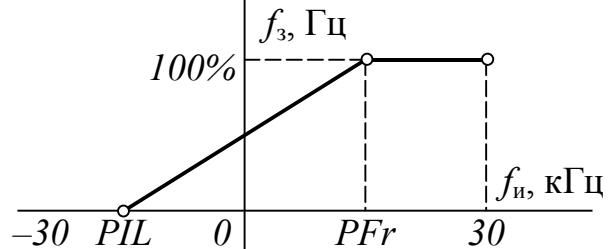


Рис. 7.7. Статическая характеристика импульсного входа

#### 7.4. Дискретные выходы

Переключающий релейный выход *R1* служит для индикации состояния ПЧ и двигателя. Его назначение производится путем выбора значения параметра *r1*, [*R1 Assignment*], [*Назначение R1*] (подменю *r1-*, [*R1 CONFIGURATION*], [*КОНФИГУРАЦИЯ R1*]):

- *nO, [No]* – выход не назначен;
- *FLt, [No drive flt]* – неисправность ПЧ отсутствует (реле под напряжением при отсутствии неисправности и обесточено при ее появлении);
- *rUn, [Drv running]* – ПЧ работает;
- *FtA, [Freq. Th. attain.]* – уставка частоты (Ftd) достигнута; **(СГ)**
- *FLA, [HSP attain.]* – верхняя скорость (HSP) достигнута; **(СГ)**
- *CtA, [I attained]* – уставка тока (Ctd) достигнута; **(СГ)**
- *SrA, [Freq. ref. att]* – заданная частота (FrH) достигнута; **(СГ)**
- *tSA, [Th. mot. att.]* – тепловое состояние двигателя 1 (ttd) достигнуто; **(СГ)**
- *PEE, [PID error al.]* – сигнализация ошибки ПИД-регулятора; **(СГ)**
- *PFA, [PID fdbk al.]* – сигнализация обратной связи ПИД-регулятора; **(СГ)**
- *AP2, [AI2 Al. 4-20]* – сигнализация отсутствия сигнала 4...20 мА на аналоговом входе *AI2* (см. п. 11.1); **(СГ)**
- *F2A, [Freq. Th. 2 attain.]* – уставка частоты 2 (F2d) достигнута **(СГ)**
- *tAd, [Th. drv. att.]* – тепловое состояние ПЧ (tHA, см. п. 11.1) достигнуто; **(СГ)**
- *rtAH, [High Reference Att.]* – заданная частота превышает уставку rtd; **(СГ)**
- *rtAL, [Low Reference Att.]* – заданная частота меньше уставки rtdL; **(СГ)**
- *FtAL, [Low Frq. Th. Attain.]* – текущая частота меньше уставки FtdL; **(СГ)**
- *F2AL, [2Low F.Thld]* – текущая частота меньше уставки F2dL; **(СГ)**
- *CtAL, [Low I Th.Att.]* – ток меньше уставки CtdL; **(СГ)**
- *ULA, [Pro.Undload]* – недогрузка процесса (см. п. 11.1); **(СГ)**
- *OLA, [Ovld.P.Alrm]* – перегрузка процесса (см. п. 11.1); **(СГ)**
- *PFAH, [PID high Al.]* – сигнализация обратной связи ПИД-регулятора больше РАН; **(СГ)**
- *PFAL, [PID low Alarm]* – сигнализация обратной связи ПИД-регулятора меньше РАЛ; **(СГ)**
- *PISH [Regul.Alarm]* – неисправность контроля обратной связи ПИД-регулятора; **(СГ)**
- *Ern, [Emerg. Run]* – ПЧ работает в форсированном режиме; [*Forced Run*] (InHS); **(СГ)**
- *bMP, [Rem.Cmd]* – управление с графического терминала активизировано с помощью функциональной клавиши;
- *FSA, [Flow Limit.]* – ограничение расхода активно (см. п. 9.15); **(СГ)**
- *tS2, [Th. mot2 att.]* – тепловое состояние двигателя 2 (ttd2, см. п. 11.1) достигнуто; **(СГ)**
- *tS3, [Th. mot3 att.]* – тепловое состояние двигателя 3 (ttd3, см. п. 11.1) достигнуто; **(СГ)**

- AtS, [Neg Torque] – отрицательный момент (привод в режиме торможения);
- CnF0, [Cnfg. 0 act.] – конфигурация 0 активна (см. п. 10.4);
- CnF1, [Cnfg. 1 act.] – конфигурация 1 активна;
- CnF2, [Cnfg. 2 act.] – конфигурация 2 активна;
- CFP1, [Set 1 active] – комплект параметров 1 активен (см. п. 9.12);
- CFP2, [Set 2 active] – комплект параметров 2 активен ;
- CFP3, [Set 3 active] – комплект параметров 3 активен;
- dbL, [DC charged] – процесс заряда звена постоянного тока;
- brS, [In braking] – ПЧ в тормозном режиме;
- PrM, [P. removed] – ПЧ заблокирован по входу *Power Removal*;
- MCP, [I present] – наличие тока двигателя;
- AG1, [Alarm Grp 1] – сигнальная группа 1;
- AG2, [Alarm Grp 2] – сигнальная группа 2;
- AG3, [Alarm Grp 3] – сигнальная группа 3;
- P1A, [PTC1 alarm] – сигнализация терморезистора 1; **(СГ)**
- P2A, [PTC2 alarm] – сигнализация терморезистора 2; **(СГ)**
- PLA, [LI6=PTC al.] – сигнализация *LI6=PTC*; **(СГ)**
- EFA, [Ext. fault al] – сигнализация внешней неисправности; **(СГ)**
- USA, [Under V. al.] – сигнализация недонапряжения (USL, см. п. 11.1); **(СГ)**
- UPA, [Underv. prev.] – предупреждение недонапряжения; **(СГ)**
- tHA, [Al. °C drv] – перегрев ПЧ; **(СГ)**
- SSA, [Lim T/I att.] – сигнализация ограничения момента; **(СГ)**
- tJA, [IGBT al.] – сигнализация IGBT-транзисторов; **(СГ)**
- bOA, [Brake R. al.] – сигнализация перегрева тормозного сопротивления; **(СГ)**
- APA, [Option al] – сигнализация, сгенерированная картой ПЛК; **(СГ)**
- AP3, [AI3 Al. 4-20] – сигнализация отсутствия сигнала 4...20 мА на аналоговом входе *AI3*; **(СГ)**
- AP4, [AI4 Al. 4-20] – сигнализация отсутствия сигнала 4...20 мА на аналоговом входе *AI4*; **(СГ)**
- rdY, [Ready] – ПЧ готов.

Пороговые уровни некоторых функций, назначенных на релейный выход, задаются с помощью функций, расположенных в меню SEt-, [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКА]:

- Ctd, [Current threshold], [Уставка тока] – пороговый уровень тока функции CtA, [I attained];
- CtdL, [Low I Threshold], [Уставка нижнего тока] – пороговый уровень тока функции CtAL, [Low I Th.At.];
- Ftd, [Freq. threshold], [Уставка частоты] – пороговый уровень частоты функции FtA, [Freq. Th. attain.];
- FtdL, [Low Freq.Threshold], [Уставка нижней частоты] – пороговый уровень нижней частоты функции FtAL, [Low Frq. Th. Attain.];
- F2d, [Frequency 2 threshold], [Уставка частоты 2] – пороговый уровень частоты функции F2A, [Freq. Th. 2 attain.];

- *ttd*, [*Motor therm. level*], [*Установка нагрева двигателя*] – порог срабатывания тепловой защиты двигателя (см. п. 11.1).

Пример формирования сигналов на выходе *R1* показан на рис. 7.8.

Логический выход *LO1*, имеющийся на плате расширения VW3A3201, также является выходом неисправности и настраивается аналогично выходу *r1*, но с помощью параметра *LO1*, [*LO1 assignment*], [*Назначение LO1*] из подменю *LO1-*, [*LO1 CONFIGURATION*], [*КОНФИГУРАЦИЯ LO1*]. Дополнительно для выхода *LO1* в меню *FUn-*, [*1.7 APPLICATION FUNCT.*], [*1. 7 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ*] доступны также назначения для задач управления:

- *LLC*, [*Input cont.*] – управление сетевым контактором;
- *OCC*, [*Output cont.*] – управление выходным контактором;
- *dCO*, [*DC charging*] – управление контактором зарядной цепи постоянного тока.

Подменю *A1C-*, [*ALARM GRP1 DEFINITION*], [*ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИГНАЛЬНОЙ ГРУППЫ 1*], а также аналогичные подменю *A2C-*, *A3C-* имеют вид окна множественного выбора (подобно рис. 7.9). В нем расположен перечень некоторых назначений релейного выхода *R1* (помечены выше в списке значений параметра *r1* символами **(СГ)**). Имеется возможность выбрать не одно, а несколько назначений, сгруппировав их тем самым в сигнальные группы с номерами 1, 2, и 3 (в зависимости от номера подменю). Одна из групп затем может быть назначена на релейный выход *R1* путем выбора значений *r1=AG1*, *AG2* или *AG3*. Релейный выход в этом случае будет изменять свое состояние по достижении истинности каждой из назначенных на выход логической функции.

Релейный выход *R2* используется как управляющий в различных прикладных задачах. Его назначение производится с помощью параметра:

- *r2*, [*R2 Assignment*], [*Назначение R2*] из подменю *r2-*, [*R2 CONFIGURATION*], [*КОНФИГУРАЦИЯ R2*].

Значения этого параметра:

- *LLC*, [*Input cont.*] – управление сетевым контактором;

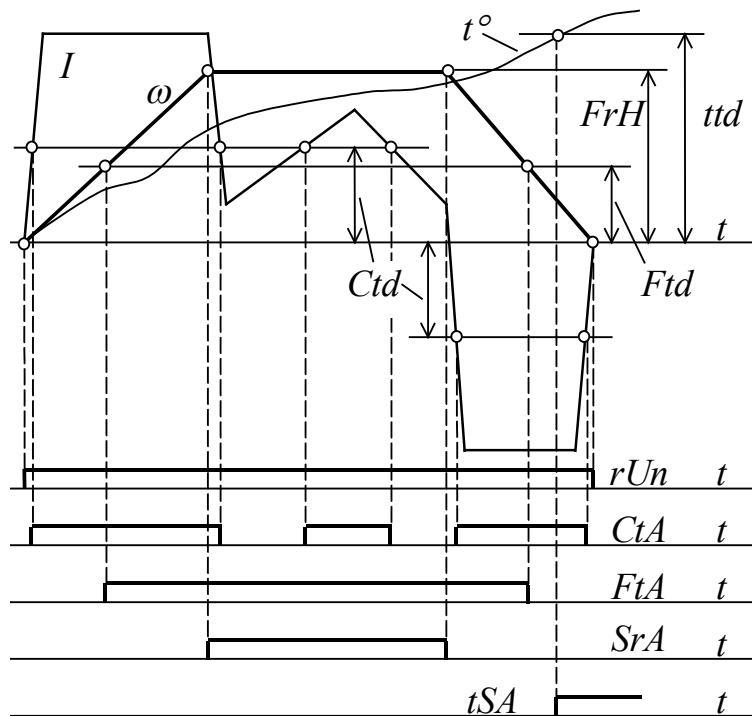


Рис. 7.8. Выходные релейные сигналы

PARAMETER SELECTION	
1.3 SETTINGS	
Ramp increment	<input checked="" type="checkbox"/>
Acceleration	<input checked="" type="checkbox"/>
Deceleration	<input type="checkbox"/>
Acceleration 2	<input type="checkbox"/>
Deceleration 2	<input type="checkbox"/>
Edit	

Рис. 7.9. Пример окна множественного выбора

- OCC, [Output cont.] – управление выходным контактором (контакт включается последовательно с катушкой контактора, см. рис. 7.10);
- dCO, [DC charging] – управление контактором зарядной цепи звена постоянного тока;
- DAM, [Damper] (dAM) – управление заслонкой.

Переключающие релейные выходы  $R3$ ,  $R4$  и логические выходы  $LO2\dots LO4$  имеются на картах расширения. Они также используются как управляющие. Назначение их производится одноименными параметрами:

- r3, [R3 Assignment], [Назначение R3] (подменю r3-, [КОНФИГУРАЦИЯ R3]);
- r4, [R4 Assignment], [Назначение R4] (подменю r4-, [КОНФИГУРАЦИЯ R4]);
- LO2, [LO2 Assignment], [Назначение LO2] (подменю LO2-, [КОНФИГУРАЦИЯ LO2]);
- LO3, [LO3 Assignment], [Назначение LO3] (подменю LO3-, [КОНФИГУРАЦИЯ LO3]);
- LO4, [LO4 Assignment], [Назначение LO4] (подменю LO4-, [КОНФИГУРАЦИЯ LO4]),

список значений которых совпадают с таковым для параметра r2.

Логика работы дискретных выходов задается параметрами r1S, [R1 Active at], [R1 активно в], r2S, [R2 Active at], [R2 активен в], r3S, [R3 Active at], [R3 активен в], r4S, [R4 Active at], [R4 активно в], LO1S, [LO1 Active at], [LO1 активен в], LO2S, [LO2 Active at], [LO2 активен в], LO3S, [LO3 Active at], [LO3 активен в] и LO4S, [LO4 Active at], [LO4 активен в]:

- POS, [1] – состояние логической единицы, когда назначенная на выход функция истинна (в результате контакты R2A-R2C и R1A-R1C замкнуты, R1C-R1B разомкнут)
- nEG, [0] – состояние логического нуля, когда назначенная на выход функция истинна (размыкающий контакт).

## 7.5. Аналоговые выходы

Внутренние переменные назначаются на аналоговые выходы AO1, AO2, AO3 (два последних имеются на карте расширения VW3A3202) с помощью одноименных параметров AO1, [AO1 assignment], [Назначение AO1]; AO2, [AO2 assignment], [Назначение AO2]; AO3, [AO3 assignment], [Назначение AO3], расположенных в подменю AO1-, [AO1 CONFIGURATION], [КОНФИГУРАЦИЯ AO1], AO2-, [КОНФИГУРАЦИЯ AO2] , AO3-, [КОНФИГУРАЦИЯ AO3] и имеющих значения:

- nO, [No] – выход не назначен;
- OC<sub>r</sub>, [I motor] – ток двигателя;
- OF<sub>r</sub>, [Motor freq.] – выходная частота ПЧ;
- OrP, [Ramp out.] – выход задатчика;
- trq, [Motor torq.] – момент двигателя;
- Stq, [Sign. torque] – момент двигателя со знаком;

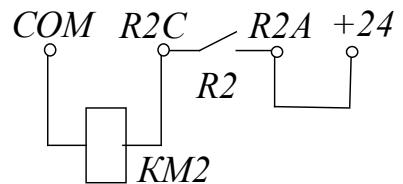


Рис. 7.10

- OrS, [*sign ramp*] – выход задатчика со знаком;
- OPS, [*PID ref.*] – задание ПИД-регулятора (см. п. 9.9);
- OPF, [*PID feedback*] – обратная связь ПИД-регулятора;
- OPE, [*PID error*] – ошибка ПИД-регулятора, %;
- OPI, [*PID output*] – выход ПИД-регулятора;
- OPr, [*Mot. power*] – мощность двигателя;
- tHr, [*Mot thermal*] – тепловое состояние двигателя, % от номинального теплового состояния;
- tHd, [*Drv thermal*] – тепловое состояние ПЧ, % от номинального теплового состояния;
- OFS, [*Sign. o/p frq.*] – выходная частота ПЧ со знаком;
- tHr2, [*Mot therm2*] – тепловое состояние двигателя 2, % от номинального теплового состояния;
- tHr3, [*Mot therm3*] – тепловое состояние двигателя 3, % от номинального теплового состояния;
- Utr, [*Uns. TrqRef*] – задание на момент (см. п. 9.10);
- Str, [*Sign trq ref*] – задание на момент со знаком;
- tqL, [*Torque lim.*] – ограничение момента (см. п. 9.11);
- UOP, [*Motor volt.*] – напряжение, приложенное к двигателю;
- dO1, [*dO1*] – логический сигнал (выбор доступен, если выход AO1 сконфигурирован как дискретный).

Для каждого из выходов может быть выбран тип выходного сигнала с помощью параметров AO1t, [*AO1 Type*], [*Tun AO1*]; AO2t, [*AO2 Type*], [*Tun AO2*]; AO3t, [*AO3 Type*], [*Tun AO3*] с вариантами:

- 10U, [*Voltage*], [*Напряжение*] – выходной сигнал 0...10 В (выход как источник напряжения);
- 0 A, [*Current*], [*Ток*] – выходной сигнал 0...20 мА (выход как источник тока);
- n10U, [*Voltage +/-*], [*Напряжение +/-*] – биполярный выход по напряжению (только выходы AO2 и AO3).

Пределы изменения выходного сигнала на аналоговом выходе, соответствующие пределам изменения назначеннной на него переменной, выбираются с помощью параметров:

- AOLx, [*AOx min Output*], [*Мин. значение AOx*] и AOHx, [*AOx max Output*], [*Макс. значение AOx*] – минимальное и максимальное значение выходного тока (если выход сконфигурирован как токовый);
- UOLx, [*AOx min Output*], [*Мин. значение AOx*] и UOHx, [*AOx max Output*], [*Макс. значение AOx*] – минимальное и максимальное значение выходного напряжения (если выход сконфигурирован как выход по напряжению);
- AOxF, [*AOx Filter*], [*Фильтр AOx*] – постоянная времени фильтра на аналоговом выходе.

Здесь вместо символа «х» в именах и кодах следует использовать номера аналоговых выходов (например, UOLx=UOL2). Если минимальное значение меньше максимального (например, UOL3<UOH3), зависимость выходного сигнала от назначеннной на выход переменной имеет вид рис. 7.11а, в противном

случае – рис. 7.11б. Если выходы  $AO2$  и  $AO3$  сконфигурированы как биполярные ( $AOxt=n10U$ ), можно получить на выходе двухполярный сигнал (даже если назначенная на выход переменная имеет однополярную природу). Назначенные параметрами  $UOLx$ ,  $UOHx$  пределы изменения выходного сигнала справедливы для обеих полярностей этого сигнала (рис. 7.11в).

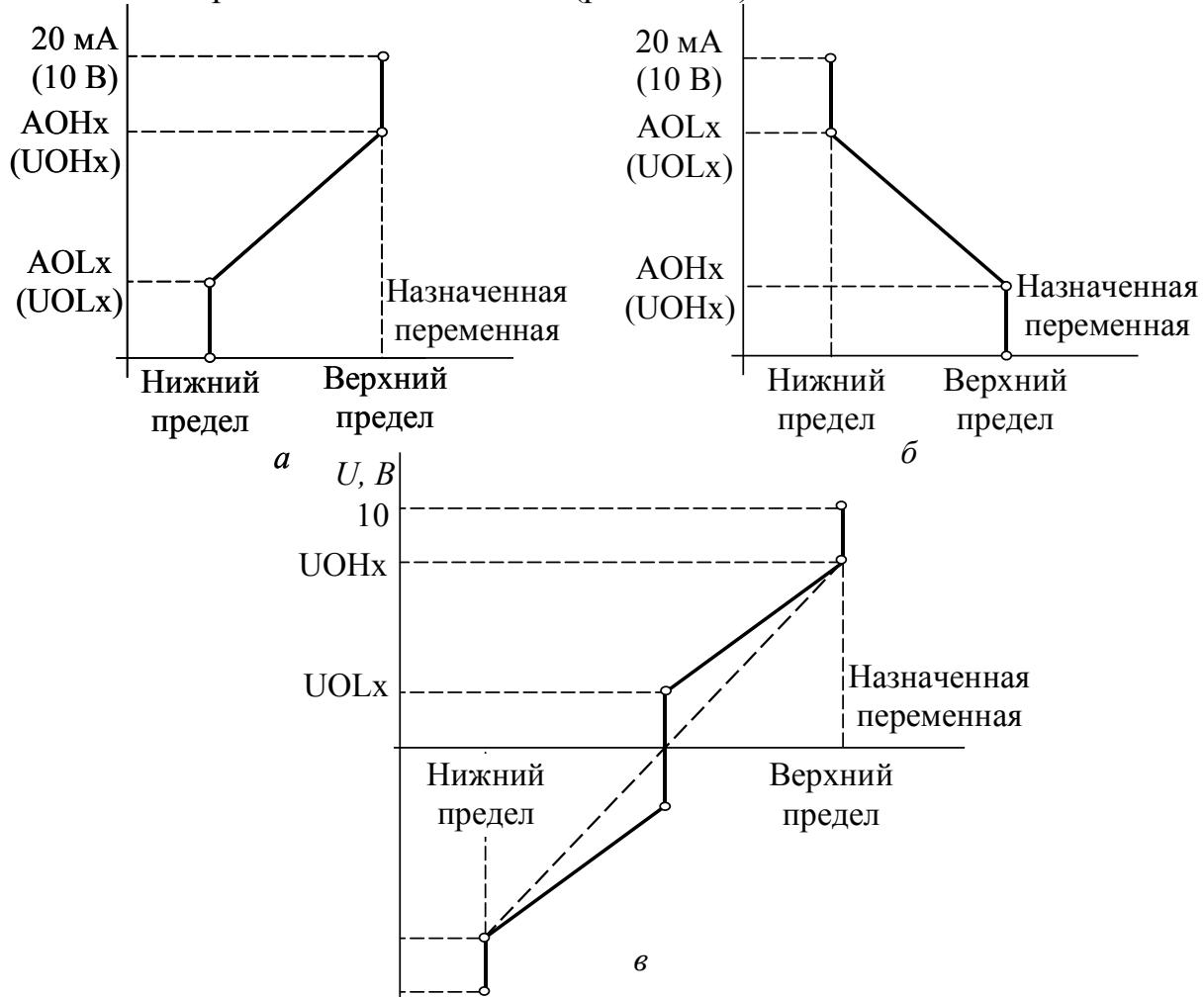


Рис. 7.11. Статические характеристики аналоговых выходов

Для конфигурирования выхода  $AO1$  как дискретного необходимо назначить на него одну из функций управления внешними устройствами (подобно выходу  $r2$ ) с помощью параметра  $dO1$ , [DO1 assignment] из подменю  $dO1$ , [DO1 CONFIGURATION]:

- LLC, [Input cont.] (LLC) – управление линейным контактором;
- OCC, [Output cont] (OCC) – управление выходным контактором;
- DCO, [DC charging] (dCO) – управление контактором в цепи предварительно-го заряда;
- DAM, [Damper] (dAM) – управление заслонкой.

Параметр  $dO1S$ , [DO1 active at] задает тип логики (аналогично параметру  $r2S$ , [R2 Active at], [R2 активен в], см. п. 7.4).

## 8. КАНАЛЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАДАНИЯ

Различают два вида воздействия извне на ПЧ: плавное изменение задания на скорость или момент (далее называется заданием) и подача логических команд различного смысла (далее называется управлением).

Источниками задания могут быть:

- аналоговые и импульсные входы;
- графический терминал (вращение навигационной рукоятки или использование кнопок *F1...F4* в режиме «быстрее-медленнее» (см. пп. 8.3 и 9.3);
- сетевые входы *Modbus* и *CANopen*;
- коммуникационная карта
- логические входы при использовании их в режиме «быстрее-медленнее»;
- карта встроенного логического контроллера.

В качестве источников сигналов управления могут выступать:

- логические входы;
- графический терминал (кнопки *RUN*, *STOP*, *FWD/RV*, *F1...F4*);
- сетевые входы *Modbus* и *CANopen*;
- коммуникационная карта;
- карта встроенного логического контроллера.

Большинство параметров, регламентирующих место ввода и способ обработки сигналов задания и управления, расположены в меню CtL-, [1.6 СОМMAND], [1.6 УПРАВЛЕНИЕ ЭП], некоторые же (специально отмеченные ниже) – в меню FUn-, [1.7 APPLICATION FUNCT.], [1.7 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ].

В ПЧ ATV 61 возможны несколько вариантов взаимодействия каналов управления и задания. Сигналы управления и задания могут поступать как от одного источника (например, только с клеммника), так и от разных (например, задание с клеммника, а управление – с терминала). Для выбора варианта взаимодействия каналов управления и задания предназначен параметр CHCF [Профиль] расположенный в меню 1.6. Параметр имеет следующие значения:

- SE8 [Серия 8] – профиль предназначен для замены AIV 58 на ATV 61. При управлении по сети для сигналов управления доступны только 5 бит. Прикладные функции (п. 9) по сети в данном случае недоступны.
- SIM [Not separate], [Совместное] – задание и управление поступают от одного источника. При управлении по сети для сигналов управления доступны только 5 бит. Прикладные функции (п. 9) по сети также недоступны.
- SEP [Separate], [Раздельное] – управление и задание подаются из разных каналов. При управлении по сети для сигналов управления доступны только 5 бит. Прикладные функции (п. 9) по сети недоступны.
- IO [I/O profile], [Профиль I/O] – управление и задание могут подаваться из разных каналов. Данный профиль обеспечивает расширенное управление по сети (число бит управления больше 5). Управление может задаваться по дис-

крайним входам с терминала или по сети. Прикладные функции доступны по сети.

### 8.1. Каналы задания

Ввод задания возможен по двум каналам. Источник для первого из них выбирается с помощью параметра Fr1, [Ref.1 chan], [Канал задания 1]:

- AI1, [AI1] – аналоговый вход AI1;
- AI2, [AI2] – аналоговый вход AI2;
- AI3, [AI3] – аналоговый вход AI3;
- AI4, [AI4] – аналоговый вход AI4;
- LCC, [HMI] – графический терминал;
- Mdb, [Modbus] – шина Modbus;
- CAn, [CANopen] – шина CANopen;
- nEt, [Com. card] – коммуникационная карта;
- APP, [Prog. card] – карта встроенного логического контроллера;
- PI, [RP] – импульсный вход;
- PG, [Encoder ref] – вход импульсного датчика (если он используется как задающий вход).

Для первого канала возможен также выбор альтернативного источника задания с помощью параметра Fr1b, [Ref.1B channel], [Канал задания 1B] из подменю rEF- [REFERENCE SWITCH.], [ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ ЗАДАНИЙ] меню FUn-, [1.7 APPLICATION FUNCT.], [1.7 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ], имеющего те же значения, что и параметр Fr1, но, кроме того, – также значение nO, [No] (канал не назначен). Переключение между заданиями, поступившими по каналам 1 и 1B, производится с помощью параметра rCb, [Ref 1B switching], [Переключение задания 1B] из того же подменю:

- Fr1, [ch1 active], [Канал 1 активен] – переключение отсутствует, воспринимается только сигнал, поступивший по каналу 1;
- Fr1b, [ch1b active], [Канал 1B активен] – переключение отсутствует, воспринимается только сигнал, поступивший по каналу 1B;
- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – переключение заданий производится по сигналу на логическом входе LI1...LI14 (если назначенный вход в состоянии 0, то активен канал 1, в противном случае – канал 1B).

Кроме того, в первом канале задания предусмотрена возможность различных математических операций с задающими сигналами (преобразование задания). Задающий сигнал может одновременно вводится от 8 источников, выбираемых, кроме Fr1 или Fr1b, с помощью параметров (подменю OAI-, [REF. OPERATIONS], [ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЗАДАНИЙ] меню FUn-, [1.7 APPLICATION FUNCT.], [1.7 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ]):

- SA2, [Summing ref. 2], [Суммируемое задание 2];

- SA3, [Summing ref. 3], [Суммируемое задание 3];
- dA2, [Subtract ref. 2], [Вычитаемое задание 2];
- dA3, [Subtract ref. 3], [Вычитаемое задание 3];
- MA2, [Multiplier ref. 2], [Перемножение заданий 2];
- MA3, [Multiplier ref. 3], [Перемножение заданий 3].

Все перечисленные параметры имеют те же значения, что и параметр Fr1, а также значение nO, [No], [Нем] (источник не назначен). Результат преобразования заданий вычисляется в соответствии с выражением:

$$A = (FRA + SA2 + SA3 - dA2 - dA3) \times MA2 \times MA3,$$

где FRA=FR1 или FR1b в зависимости от того, какой канал (1 или 1B) активирован, а результат A ограничен пределами LSP и HSP.

Если параметры SA2, SA3, dA2, dA3 не назначены, они принимаются равными нулю. Если не назначены MA2 и MA3, их значения равны единице.

В случае получения  $A < 0$  вращение назад при необходимости может быть запрещено параметром rIn, [RV Inhibition], [Запрет вращения назад]:

- nO, [No] – запрет не активен;
- YES, [Yes] – реверс запрещен (исключение – для реверса по логическим входам, на которые данный запрет не распространяется).

Преобразование заданий позволяет организовать алгебраическое суммирование сигналов задания и обратных связей, вводить адаптирующие воздействия в систему регулирования.

Источник задающего сигнала для канала задания 2 назначается параметром Fr2, [Ref.2 channel], [Канал задания 2]. Список его значений повторяет назначения параметра Fr1 для канала 1 (см. выше), но дополнительно содержит значения:

- nO, [No], [Нем] – источник не назначен;
- UPdt, [+/- Speed] – задание через логические входы с помощью функции «быстрее-медленнее».

Выбор между каналами 1 или 2 производится параметром rFC, [Ref. 2 switching], [Переключение задания 2]:

- Fr1, [ch1 active] – нет переключения, активен канал 1 (в качестве сигнала задания используется величина A как результат преобразования заданий);
- Fr2, [ch2 active] – нет переключения, активен канал 2;
- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – переключение заданий производится по сигналу на одном из логических входов LI1...LI14 (если назначенный вход в состоянии 0, то активен канал 1, в противном случае – канал 2).

Поведение ПЧ при переключении заданий показано на рис. 8.1.

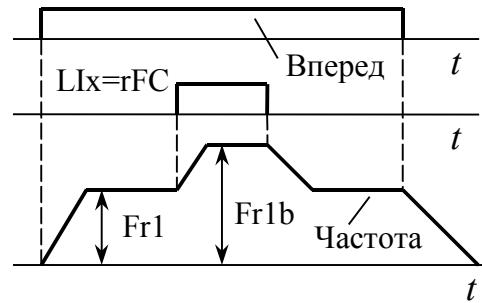


Рис. 8.1. Переключение заданий

С помощью логических входов можно отключить задание по каналам Fr1, Fr2 и управление по каналам Cd1 и Cd2 (см. пп. 8.2 и 8.3) и разрешить формирование задания и управление только через клеммники и графический терминал. Тем самым игнорируются сигналы задания и управления, поступающие по сети и от карты встроенного ПЛК. Для этого предназначен параметр FLO, [Forced local assign.], [Назначение локальной форсировке] из подменю LCF-, [FORCED LOCAL], [ЛОКАЛЬНАЯ ФОРСИРОВКА] меню COM-, [1.9 COMMUNICATION], [1.9 КОММУНИКАЦИЯ]:

- nO, [No], [Нем] – локальная форсировка не активна;
- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – локальная форсировка активна, если один из логических входов (LI1...LI14) находится в состоянии 1, и неактивна в противном случае.

Выбор источника сигнала задания при локальной форсировке осуществляется параметр FLOC, [Forced local Ref.], [Задание локальной форсировке] из того же подменю:

- nO, [No], [Нем] – источник задания не назначен (управление через логические входы при нулевом задании);
- AI1, [AI1] – аналоговый вход AI1;
- AI2, [AI2] – аналоговый вход AI2;
- AI3, [AI3] – аналоговый вход AI3;
- AI4, [AI4] – аналоговый вход AI4;
- LCC, [HMI] – назначение задания и управление (кнопками RUN, STOP, FWD, REV) с графического терминала;
- PI, [RP] – импульсный вход;
- PG, [Encoder ref] – вход импульсного датчика.

Если задание назначено на аналоговый вход, PI или PG, то управление автоматически назначается на логические входы.

Схема передачи сигналов задания для случая, когда ПИД-регулятор (см. п. 9.9) не сконфигурирован, изображена на рис. 8.2, при сконфигурированном ПИД-регуляторе – на рис. 8.3.

## 8.2. Каналы управления

Ввод управляемых логических сигналов возможен также по двум каналам. Источники управляемых логических сигналов для них выбирают с помощью параметров Cd1, [Cmd channel 1], [Канал управления 1] и Cd2, [Cmd channel 2], [Канал управления 2], имеющих значения:

- tEr, [Terminals] – клеммники;
- LCC, [HMI] – графический терминал (кнопки RUN, STOP, FWD, REV);
- Mdb, [Modbus] – шина Modbus;
- CAn, [CANopen] – шина CANopen;
- nEt, [Com. card] – коммуникационная карта;
- APP, [Prog. card] – карта встроенного логического контроллера.

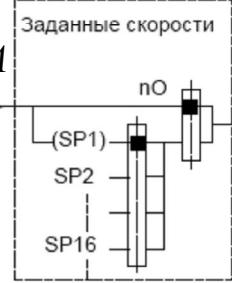
Переключение каналов управления осуществляется параметром CCS [Cmd switching], [Переключение управления]:

- Cd1, [ch1 active] – нет переключения, активен канал управления 1;
- Cd2, [ch2 active], [Канал управления 2] – нет переключения, активен канал управления 2;
- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – переключение каналов сигналом на одном из логических входов LI1...LI14 (если назначенный вход в состоянии 0, активен Cd1, в противном случае – Cd2).

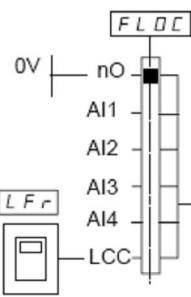
[Перекл. задания 1B]



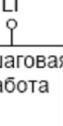
*A*



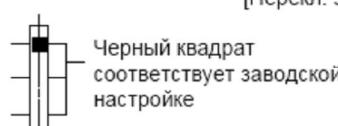
Графический терминал



Примечание: локальная форсировка неактивна в режиме [Профиль I/O].



Обозначение:



Черный квадрат соответствует заводской настройке

Рис. 8.2. Каналы задания при несконфигурированном ПИД-регуляторе

Поскольку переключение заданий/управления может происходить во время работы ПЧ, есть возможность избежать броска скорости обеспечить копирование заданий из одного канала в другой с помощью параметра COP, [Copy channel 1 <> 2], [Копирование канала 1 <> 2]:

- nO, [No] [Нет] – нет копирования;
- SP, [Reference] – копирование только задания;
- Cd, [Command] – копирование только управления;
- ALL, [Cmd + ref.] – копирование задания и управления.

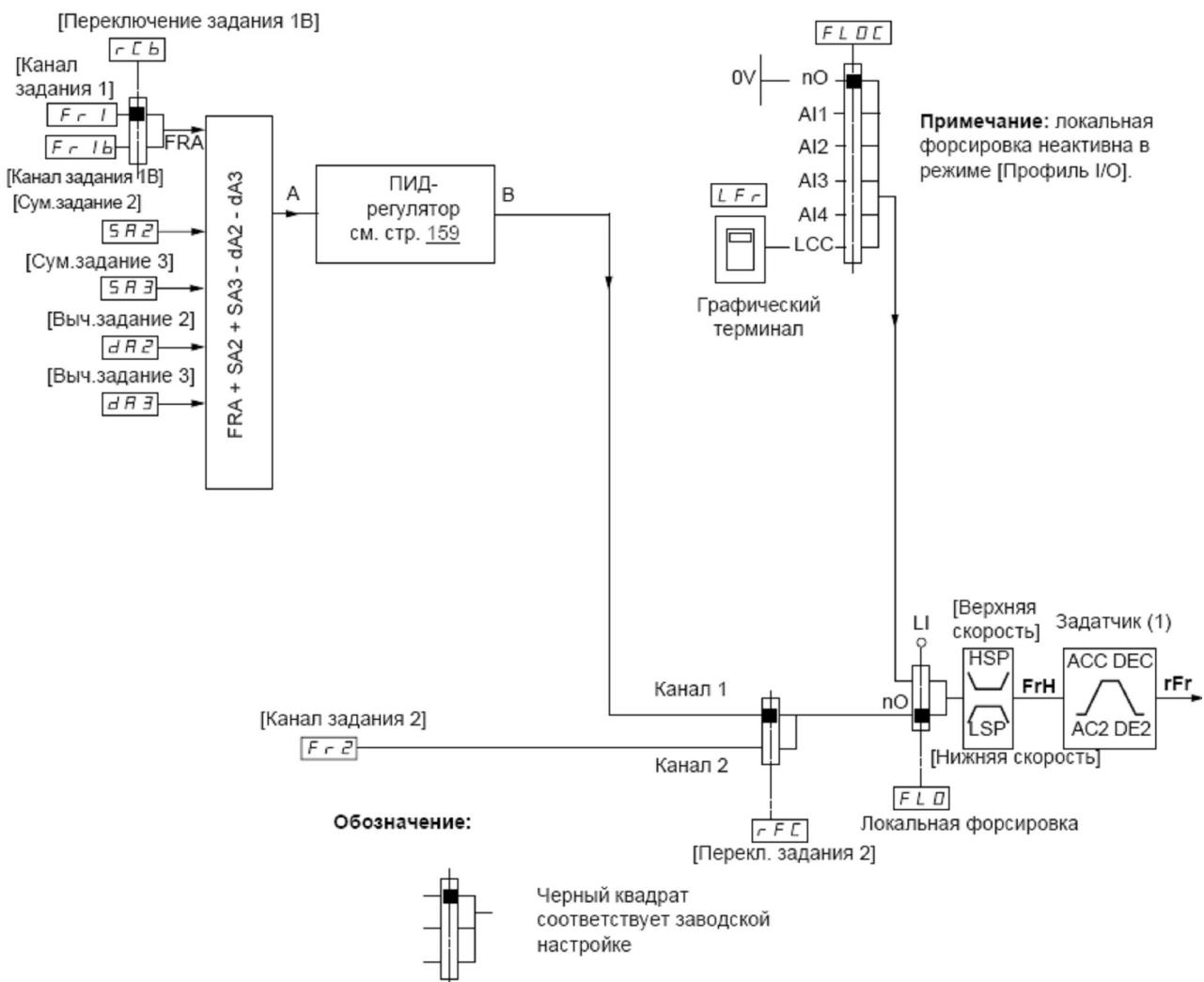


Рис. 8.3. Каналы задания при сконфигурированном ПИД-регуляторе

Параметр PSt, [Stop Key priority], [Приоритет клавиши STOP] дает приоритет клавише *STOP* на графическом терминале, если он не является выбранным каналом управления:

- *nO*, [*No*], [*Нет*] – нет приоритета клавиши *STOP*;
- *YES*, [*Yes*], [*Да*] – клавиша *STOP* имеет приоритет.

Для подтверждения любого изменения назначения данного параметра необходимо удерживать нажатой клавишу *ENT* на ГТ в течение 2 с. Клавиша *STOP* задает остановку свободным выбегом. Если активным является ГТ (*Cd1* или *Cd2=LCC*), способ остановки соответствует параметру *Stt* (см. п. 5.2) вне зависимости от значения *PSt*.

### 8.3. Управление с графического терминала

Если ГТ выбран в качестве канала управления и/или задания, имеется возможность конфигурации режимов его работы.

- Для изменения назначения функциональных клавиш *F1*...*F4* служат параметры [F1 key assignment], [Назначение клавиши F1]...[F4 key assignment], [Назначение клавиши F4] с аналогичными значениями;
- [*No*] – функция не назначена;

- *[Jog]* – пошаговая работа (см. п. 9.1);
- *[Preset spd2]* – нажатие на клавишу инициирует работу ПЧ со второй предварительно заданной скоростью SP2 (см. п. 9.2);
- *[Preset spd3]* – нажатие на клавишу инициирует работу ПЧ с третьей предварительно заданной скоростью SP3;
- *[PID ref. 2]* – нажатие на клавишу устанавливает задание ПИД-регулятора, равное второму предварительно установленному заданию rP2 (см. п. 9.9);
- *[PID ref. 3]* – нажатие на клавишу устанавливает задание ПИД-регулятора, равное второму предварительно установленному заданию rP3;
- *[+Speed]* – функция «Быстрее» (см. п. 9.3); если Fr2=LCC, нажатие на клавишу запускает привод и увеличивает скорость (для остановки нажать клавишу *STOP*);
- *[−Speed]* – функция «Быстрее»; нажатие на клавишу запускает привод и уменьшает скорость (для остановки нажать клавишу *STOP*);
- *[T/K]* – управление с помощью терминала (имеет приоритет над параметрами CCS и rFC).

Управление поведением ПЧ после возврата управления к ГТ возможно при помощи параметра *[HMI cmd.]*, *[Управление HMP]*:

- *[Stop]* – остановка привода;
- *[Bumpless]* – остановка в момент передачи управления отсутствует (команда направления вращения и задание предшествующего канала скопированы).

## 9. ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ

Параметры, необходимые для реализации прикладных функций, расположены в меню FUn-, [1.7 APPLICATION FUNCT.], [1.7 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ]. Переход к списку функций (подменю данного меню) производится нажатием кнопки *ENT* на графическом терминале. Многие из этих параметров активизируют соответствующую функцию путем назначения ее на один из логических входов. Совместимость функций отражена в табл. 9.1.

### 9.1. Пошаговая работа

Пошаговая работа используется при ручном управлении (например, в процессе наладки оборудования или в механизмах с ручной подачей или заправкой материала). В этом режиме движение (обычно с пониженной скоростью) происходит только тогда, когда на выбранном логическом входе присутствует логическая единица. Необходимые для настройки параметры расположены в подменю JOG-, [JOG], а также в меню SEt, [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКА]. Для активизации режима пошаговой работы необходимо с помощью параметра JOG сконфигурировать один из входов на получение соответствующего логического сигнала:

- nO, [No], [Нет] – вход не назначен;
- L11, [L11]...L14, [L14] – логическая команда назначена на один из логических входов L11...L14, причем логическая 1 активизирует движение.

Таблица 9.1

## Совместимость функций

	Переключение и преобразование заданий	Быстрее-медленнее	Предварительно заданные скорости	ПИД-регулятор	Пошаговая работа	Остановка динамическим торможением	Быстрая остановка	Остановка на выбеге	Быстрее-медленнее вокруг задания	Синхронный двигатель
Переключение и преобразование заданий	■		↑	○	↑	■ ① ↑				
Быстрее-медленнее		■		●						
Предварительно заданные скорости	↖		■	↑						
ПИД-регулятор	○		■	●					●	
Пошаговая работа	↖ ● ↖ ●		■	■					●	
Остановка динамическим торможением						■ ① ↑				●
Быстрая остановка						● ① ■ ↑				
Остановка на выбеге						↖ ① ↖ ■ ↑				
Быстрее-медленнее вокруг задания			● ●				■			
Синхронный двигатель					●				■	

Примечания: ● – функции несовместимы; □ – функции несовместимы только при активизации режима управления моментом; ↖↑ – стрелка указывает на функцию, имеющую приоритет; ○ – только умножаемое задание не совместимо с ПИД-регулятором; ① – приоритет отдается функции, активизированной первой.

Частота (не более 10 Гц), до которой произойдет разгон, задается функцией JGF, [Jog frequency], [Частота Jog].

Темпы разгона и торможения соответствуют значениям параметров ACC, AC2, dEC и dE2 (см. п. 5.1). Параметр JGt, [Jog delay], [Выдержка времени Jog] определяет выдержку времени (до 2 с), в течение которой очередной сигнал JOG, Вперед или Назад не воспринимается (рис. 9.1).

Оба последние параметры доступны, если  $\text{JOG} \neq \text{nO}$ .

## 9.2. Предварительно заданные скорости

Необходимые параметры расположены в подменю PSS-, [PRESET SPEEDS], [ЗАДАННЫЕ СКОРОСТИ]. Функция применяется для формирования

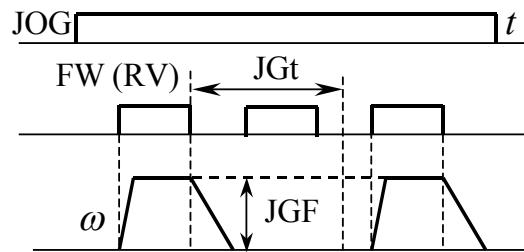


Рис. 9.1. Шаговый режим

сложных тахограмм с заранее известным количеством ступеней скорости. Количество предварительно заданных скоростей (до 16) и логические входы, их активизирующие, выбираются с помощью параметров:

- PS2, [2 preset speeds], [2 заданные скорости];
- PS4, [4 preset speeds], [4 заданные скорости];
- PS8, [8 preset speeds], [8 заданных скоростей],

каждый из которых имеет значения:

- nO, [No], [Нем] – вход не назначен;
- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – один из логических входов LI1...LI14.

Порядок назначения параметров – от PS2 к PS8, порядок отказа от назначения – противоположный. Уровни скорости (в Гц) задают как значения параметров:

- SP2, [Preset speed 2], [Заданная скорость 2];
- SP3, [Preset speed 3], [Заданная скорость 3];
- ...
- SP8, [Preset speed 8], [Заданная скорость 8].

Данные параметры доступны, если сконфигурировано соответствующее количество параметров PSx. Первой заданной скорости соответствует частота, заданная по каналу задания 1 (через аналоговые входы, с графического терминала или иным способом, см. п. 8.1).

Максимальное количество доступных скоростей равно  $2^N$  ( $N$  – количество использованных логических входов). В зависимости от потребного количества скоростей необходимо задействовать:

- для двух скоростей – параметр PS2 и один логический вход;
- для четырех скоростей – параметры PS2, PS4 и два логических входа;
- для восьми скоростей – параметры PS2, PS4, PS8 и три логических входа.

После того, как выбраны количество скоростей PSx, назначены логические входы и заданы уровни SPx, текущий уровень скорости задается входным кодом (сочетанием логических команд) в соответствии с табл. 9.2. Пример реализации восьмиуровневой тахограммы с использованием трех логических входов приведен на рис. 9.2 (уровни скорости A<SP1<SP2<...<SP7<<SP8).

Таблица 9.2

Сочетания логических сигналов и заданные скорости

8 скоростей			Заданная скорость	
PS8=LIx	4 скорости			
	PS4=LIx	2 скорости		
		PS2=LIx		
0	0	0	От источника задания (A на рис. 9.2)	
0	0	1	SP2	
0	1	0	SP3	
0	1	1	SP4	
1	0	0	SP5	
1	0	1	SP6	
1	1	0	SP7	

1	1	1	SP8
---	---	---	-----

### 9.3. Быстрее-медленнее

Функция применяется для плавного изменения заданной частоты с помощью лишь логических входов (другое название – моторный потенциометр). Возможные применения: управление подъемным краном с подвесного пульта, подстройка скоростей многодвигательных приводов. Необходимые параметры расположены в подменю UPd-, [+/-Speed], [БЫСТРЕЕ-МЕДЛЕННЕЕ]. Подменю доступно, если Fr2, [Канал задания 2]=Updt, [Быстрее-медленнее], см. п. 8.1. Функция «Быстрее-медленнее» влияет на выходную частоту ПЧ, если к задатчику подключен канал задания 2 (rFC=Fr2, см. п. 8.1).

Функция реализуется с помощью двух параметров с одинаковыми списками возможных значений USP, [+ speed assignment], [Назначение Быстрее-медленнее] и dSP, [-Speed assignment], [Назначение медленнее]:

- nO, [No], [Нет] – функция неактивна;
- LI1, [LI1]…LI14, [LI14] – функция активна при наличии логической единицы на выбранном логическом входе (LI1…LI14).

Смысл функции состоит в том, что:

- при наличии единицы на входе, назначенному на USP, заданная частота плавно возрастает с темпом ACC (AC2), но не выше HSP;
- при наличии единицы на входе, назначенному на dSP, заданная частота плавно снижается с темпом dEC (dE2), но не ниже LSP;
- при наличии нуля на обоих входах уровень задания на частоту не изменяется.

Сохранить достигнутое значение заданной частоты после снятия команд USP, dSP, Вперед, Назад или питания ПЧ можно с помощью параметра Str, [Reference saved], [Сохранение задания]. Если задание сохранено, достигнутая при работе функции «быстрее-медленнее» заданная частота служит заданием после получения новой команды пуска даже при отсутствии команды USP (как на рис. 9.3). В противном случае новый пуск начнется с нулевого задания. Варианты сохранения:

- nO, [No], [Нет] – задание не сохраняется;

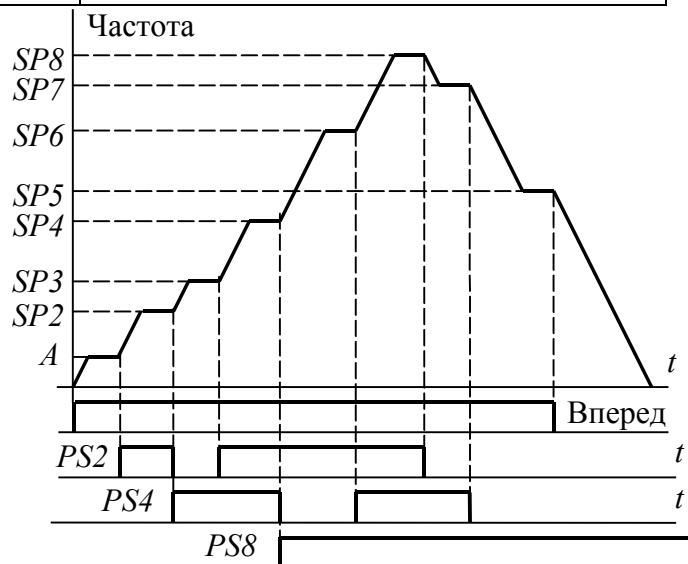


Рис. 9.2. Восьмиуровневая тахограмма

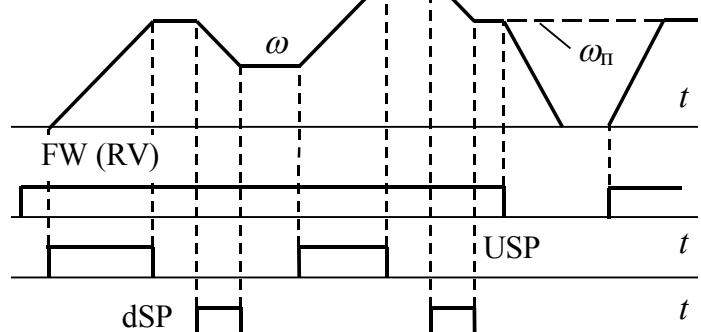


Рис. 9.3. Работа в режиме «быстрее-медленнее»

- rAM, [RAM] – задание сохраняется в ОЗУ для последующего использования в текущем сеансе работы ПЧ (после отключения питания утрачивается);
  - EEPROM, [EEPROM] – задание сохраняется в ПЗУ и доступно даже после выключения ПЧ.

#### 9.4. Быстрее-медленнее вокруг задания

Функция позволяет с помощью логических входов изменить в некоторых пределах задание вокруг величины, сформированной в канале задания 1 или 1В (задание А, см. п. 8.1). Параметры расположены в подменю SrE-, [+/-SPEED AROUND REF.], [БЫСТРЕЕ-МЕДЛЕННЕЕ ВОКРУГ ЗАДАНИЯ] и доступны, если активен канал задания 1 (rFC, [Ref. 2 switching], [Переключение задания 2]=Fr1, [ch1 active]).

Как и у функции «быстрее-медленнее», для активизации роста или снижения заданной частоты служат два параметра с одинаковыми списками возможных значений USI, [+ speed assignment], [Назначение Быстрее-медленнее] и dSI, [-Speed assignment], [Назначение Медленнее]:

- nO, [No], [Hem] – функция неактивна;
  - LI1, [LI1]…LI14, [LI14] – функция активна при наличии логической единицы на выбранном логическом входе (*LI1*…*LI14*).

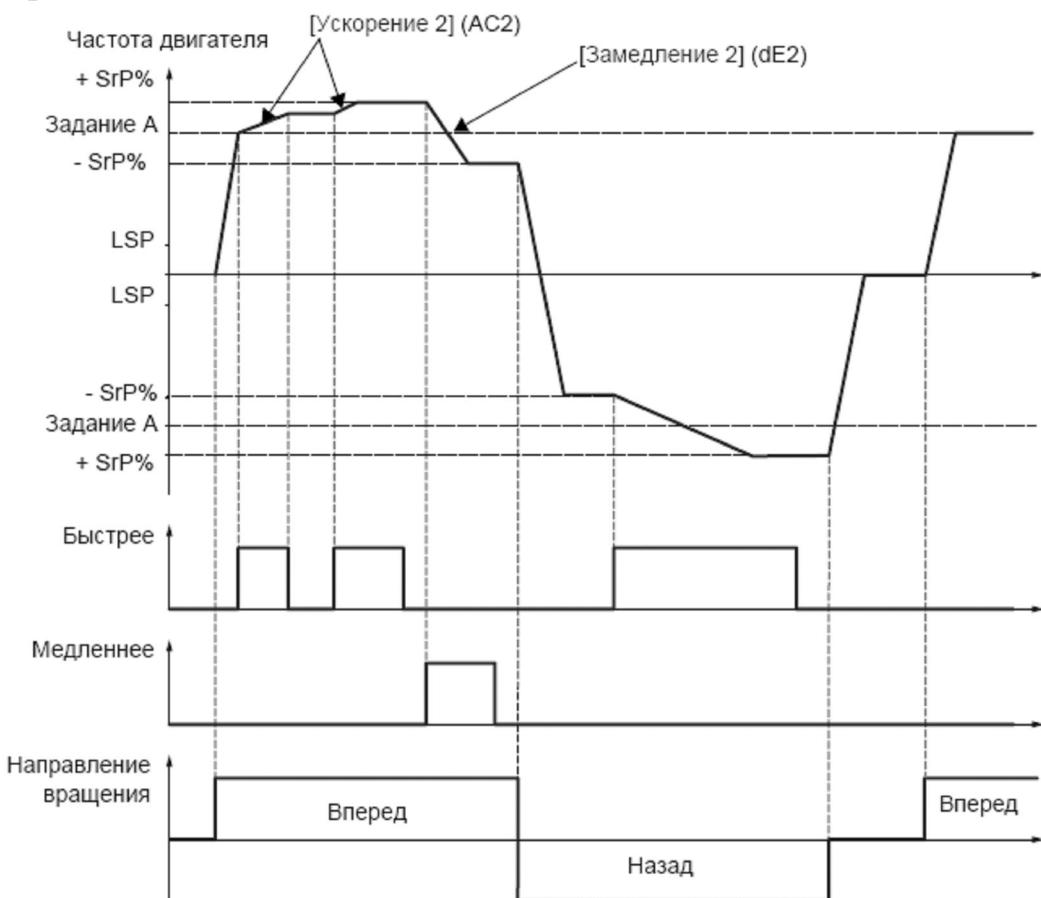


Рис. 9.4. Работа в режиме «Быстрее-медленнее вокруг задания»

Темпы изменения скорости заданы параметрами AC2 и dE2 (см. п. 5.1). Изменение частоты в обе стороны (от 0 до 50% от заданной в канале 1) ограничено.

ченено параметром SrP, [+/-Speed limitation], [Ограничение Быстрее-медленнее]. Работа в данном режиме иллюстрируется рис. 9.4.

### 9.5. Сохранение задания

Функция используется для подтверждения задания при поочередном управлении скоростью нескольких ПЧ, имеющих общее задание на своих аналоговых входах. Единственный параметр SPM, [Ref. memo ass.], [Назначение сохранения задания] расположен в подменю SPM-, [MEMO REFERENCE], [СОХРАНЕНИЕ ЗАДАНИЯ] и имеет значения:

- nO, [No], [Нет] – функция неактивна;
- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – функция активна при наличии логической единицы на выбранном логическом входе (LI1...LI14).

Если параметр  $SPM \neq nO$ , частота, заданная с аналогового входа, будет воспринята ПЧ только через 100 мс после переднего фронта сигнала на логическом входе, назначенному для функции сохранения задания. При этом длительность F: частота двигателя

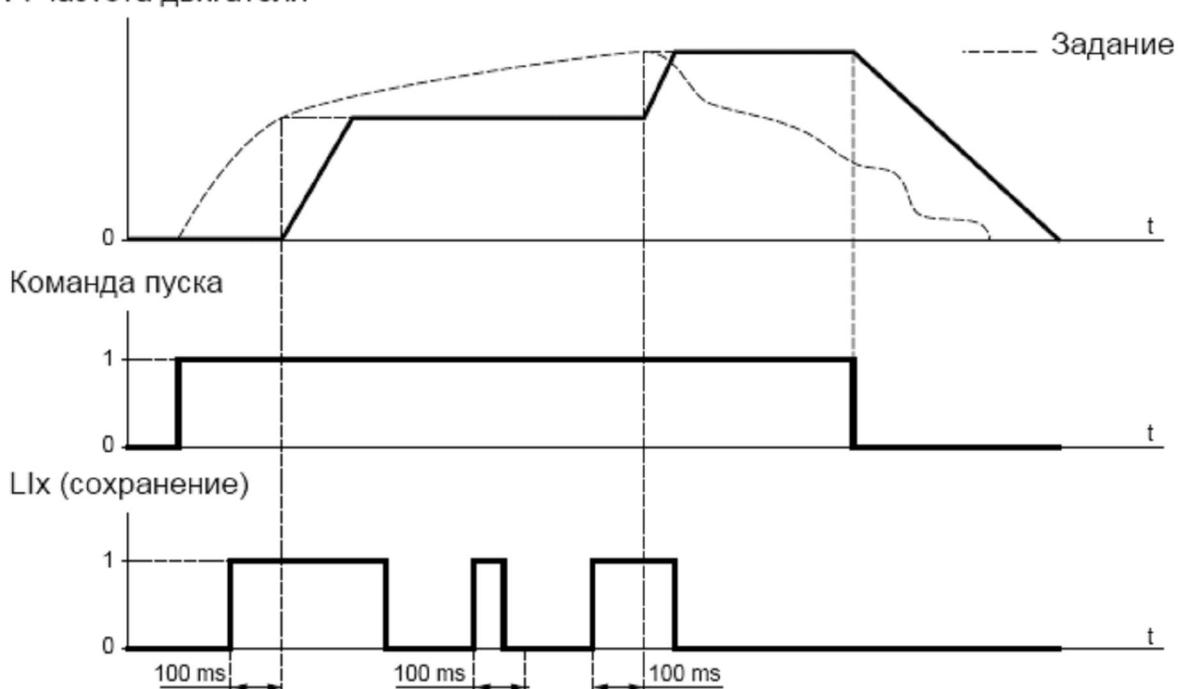


Рис. 9.5. Работа в режиме «Сохранение задания»

нность логического сигнала должна быть не менее 100 мс. Частота вращения после этого остается неизменной независимо от аналогового задания вплоть до нового сигнала сохранения (рис. 9.5).

### 9.6. Намагничивание с помощью логического входа

В случае, если параметр FLU, [Motor fluxing], [Намагничивание двигателя] не установлен в значение FCt, [Continuous], [Постоянный], возможно назначить один из логических входов на функцию намагничивания двигателя (параметр FLI, [Fluxing assignment], [Назначение намагничивания] подменю FLI-, [FLUXING BY LI], [НАМАГНИЧИВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ LI]):

- nO, [No], [Нет] – функция неактивна;

- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – намагничивание при наличии логической единицы на выбранном логическом входе (LI1...LI14).

В режиме FCt=FnC, [Not cont.], [Непродолжительный] намагничивание происходит:

- при переходе назначенного входа в состояние 1;
- при подаче команды пуска, если вход не назначен на намагничивание или назначенный вход находится в состоянии 0.

В режиме FCt=FnO, [No], [Нет] намагничивание длится, пока назначенный вход находится в состоянии 1.

## 9.7. ПИД-регулятор

ПИД-регулятор предназначен для регулирования технологического параметра (натяжения полосы, уровень жидкости в резервуаре, давление жидкости или газа в магистрали, температуры). Его функциональная схема изображена на рис. 9.6. Выходной сигнал регулятора является заданием на выходную частоту ПЧ (см. рис. 8.3).

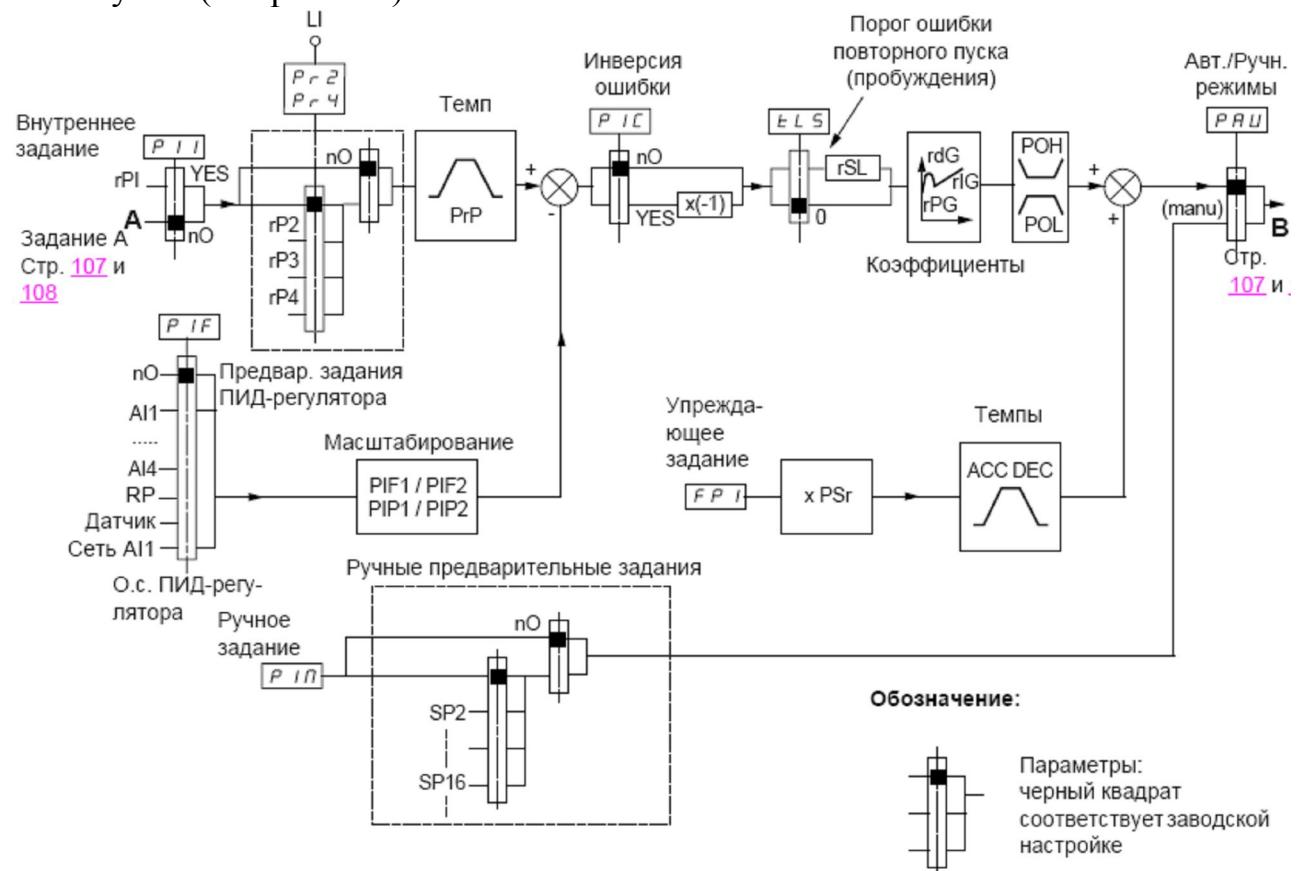


Рис. 9.6. Функциональная схема ПИД-регулятора

Параметры для настройки ПИД-регулятора расположены в подменю PId, [PID REGULATOR], [ПИД-РЕГУЛЯТОР]. Функция активизируется после назначения аналогового или импульсного входа на обратную связь ПИД-регулятора с помощью параметра PIF, [PID feedback ass.], [Назначение обр. связи ПИД-регулятора]:

- nO, [No], [Нет] – функция не назначена (в этом случае все остальные параметры ПИД-регулятора недоступны);

- AI1, [AI1] – аналоговый вход AI1;
- AI2, [AI2] – аналоговый вход AI2;
- AI3, [AI3] – аналоговый вход AI3;
- AI4, [AI4] – аналоговый вход AI4;
- PI, [RP] – импульсный вход;
- PG, [Encoder] – вход импульсного датчика;
- AIV1, [Network AI] – обратная связь по коммуникационной сети.

ПИД-регулятор активизируется автоматически при выборе макроконфигурации PId (см. п. 10.1). Для сигнала обратной связи можно задать допустимые пределы изменения:

- PIF1, [Min PID feedback], [Мин. о.с. ПИД-регулятора] – от 0 до PIF2;
- PIF2, [Max PID feedback], [Макс. о.с. ПИД-регулятора] – от PIF1 до 32767.

Варианты назначения задания для регулятора:

- предварительные задания, выбираемые с помощью логических входов (параметры rP2, rP3, rP4) с целью реализации некоторой программы ступенчатого изменения регулируемой переменной;
- задание A, полученное по каналу задания 1 (Fr1) или 1B (Fr1b), см. п. 8.1 (источником переменного во времени задания в этом случае являются аналоговые или импульсные входы ПЧ);
- внутреннее задание, задаваемое с графического терминала или из коммуникационной сети с помощью параметра rPI.

Допустимые пределы изменения задания любого типа:

- PIP1, [Min PID reference], [Мин. задание ПИД-регул.] – в диапазоне от PIP1 до PIP2;
- PIP2, [Max PID reference], [Макс. задание ПИД-регул.] – в диапазоне от PIP1 до PIP2.

Параметры PIF1, PIF2, PIP1, и PIP2 измеряются в условных пользовательских единицах. Желательно, чтобы значения PIP2 и PIF2 выбирались как можно ближе к максимальному числу единиц (32767), а также были кратны 10 и реальному значению задания или аналогового сигнала датчика. Например, если степень заполнения резервуара лежит в пределах 6...15 м<sup>3</sup>, а соответствующий ему выходной сигнал датчика – в пределах 4...20 мА, то PIF1=4000, PIF2=20000, PIP1=600, PIP2=15000. Таким образом, упомянутые параметры позволяют масштабировать диапазон изменения регулируемой переменной. С помощью меню [7 DISPLAY CONFIG.], [7 КОНФИГУРАЦИЯ ОТОБРАЖЕНИЯ] можно присвоить индивидуальные имена отображаемым единицам в нужном формате.

Величину внутреннего задания задают параметром rPI, [Internal PID ref.], [Внутреннее задание ПИД] – в пределах PIP1...PIP2.

Активизация внутреннего задания производят параметром PII, [Act. internal PID ref.], [Активизация внутреннего задания ПИД]:

- nO, [No], [Нет] – задание ПИД-регулятора формируется каналами задания Fr1 или Fr1b через функцию преобразования задания (см. п. 8.1);
- YES, [Yes], [Да] – задание ПИД-регулятора равно значению параметра rPI.

Количество предварительных заданий и логические входы для их активизации определяются параметрами Pr2, [2 preset PID ref.], [2 предв. задания ПИД-рег.] и Pr4, [4 preset PID ref.], [4 предв. задания ПИД-рег.] с возможными значениями:

- nO, [No], [Нем] – функция неактивна;
- L11, [L11]...L114, [L114] – предварительное задание активизируется высоким уровнем на одном из логических входов (L11...L114).

Величины предварительных заданий (в диапазоне от PIP1 до PIP2):

- rP2, [2 preset PID ref.], [Предв. задание ПИД-рег. 2] – доступен, если назначен параметр Pr2;
- rP3, [Preset ref. PID 3], [Предв. задание ПИД-рег. 3] – доступен, если назначен параметр Pr4;
- rP4, [Preset ref. PID 4], [Предв. задание ПИД-рег. 4] – доступен, если назначен параметр Pr4.

Сочетания логических сигналов на входах, назначенных для параметров Pr2 и Pr4 задают текущее задание для ПИД-регулятора (табл. 9.3). Для реализации двух уровней предварительного задания достаточно одного логического входа, трех или четырех уровней – двух входов. При наличии низкого уровня на обоих входах используется (в зависимости от значения РII) внутреннее задание или сигнал канала 1 (1В).

Выходной сигнал регулятора формируется в функции текущей ошибки регулирования  $\delta(t)$ :

$$u_p(t) = k_p \delta(t) + k_i \int_0^t \delta(t) + k_d \frac{d\delta(t)}{dt}.$$

Параметры регулятора настраиваются как значения параметров:

- RPG, [PID prop. gain], [Проп. коэффициент ПИД-рег.] – коэффициент пропорциональной части  $k_p$ ;
- RIG, [PID integral gain], [Интегр. коэффициент ПИД-рег.] – коэффициент интегральной части  $k_i$ ;
- RdG, [PID derivative gain], [Диф. коэффициент ПИД-рег.] – коэффициент дифференциальной части  $k_d$ .

Характер воздействия регулятора на заданную скорость привода можно изменить параметром PIC, [PID correct. reverse], [Инверсия ошибки ПИД-рег.]:

- nO, [No], [Нем] – скорость привода увеличивается, если ошибка регулирования положительна (например, при регулировании давления с помощью компрессора);
- YES, [Yes], [Да] – скорость привода уменьшается, если ошибка регулирования положительна (например, при регулировании температуры с помощью охлаждающего вентилятора).

Рекомендации по настройке параметров передаточной функции регулятора приведены на рис. 9.7.

Таблица 9.3  
Выбор задания

L1x(Pr4)	L1x(Pr2)	Задание
0	0	rPI или A
0	1	rP2
1	0	rP3
1	1	rP4

Ограничения выходного сигнала регулятора и темп изменения этого сигнала:

- POL, [Min PID output], [Мин. выход ПИД-регулятора] – в Гц;
- POH, [Max PID output], [Макс. выход ПИД-регулятора] – в Гц;
- PrP, [PID ramp], [Темп ПИД-рег.] – время изменения выходного сигнала (в секундах) от PIP1 до PIP2 или наоборот.

Интегральная составляющая регулятора может быть временно отключена с помощью логического входа, на который назначен параметр PIS, [PID integral reset], [Запрет инт. составл. ПИД-рег.]:

- nO, [No], [Нет] – интегральная составляющая всегда активна;
- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – интегральная составляющая присутствует, если на выбранном логическом входе (LI1...LI14) присутствует сигнал высокого уровня (в противном случае эта составляющая отключена).

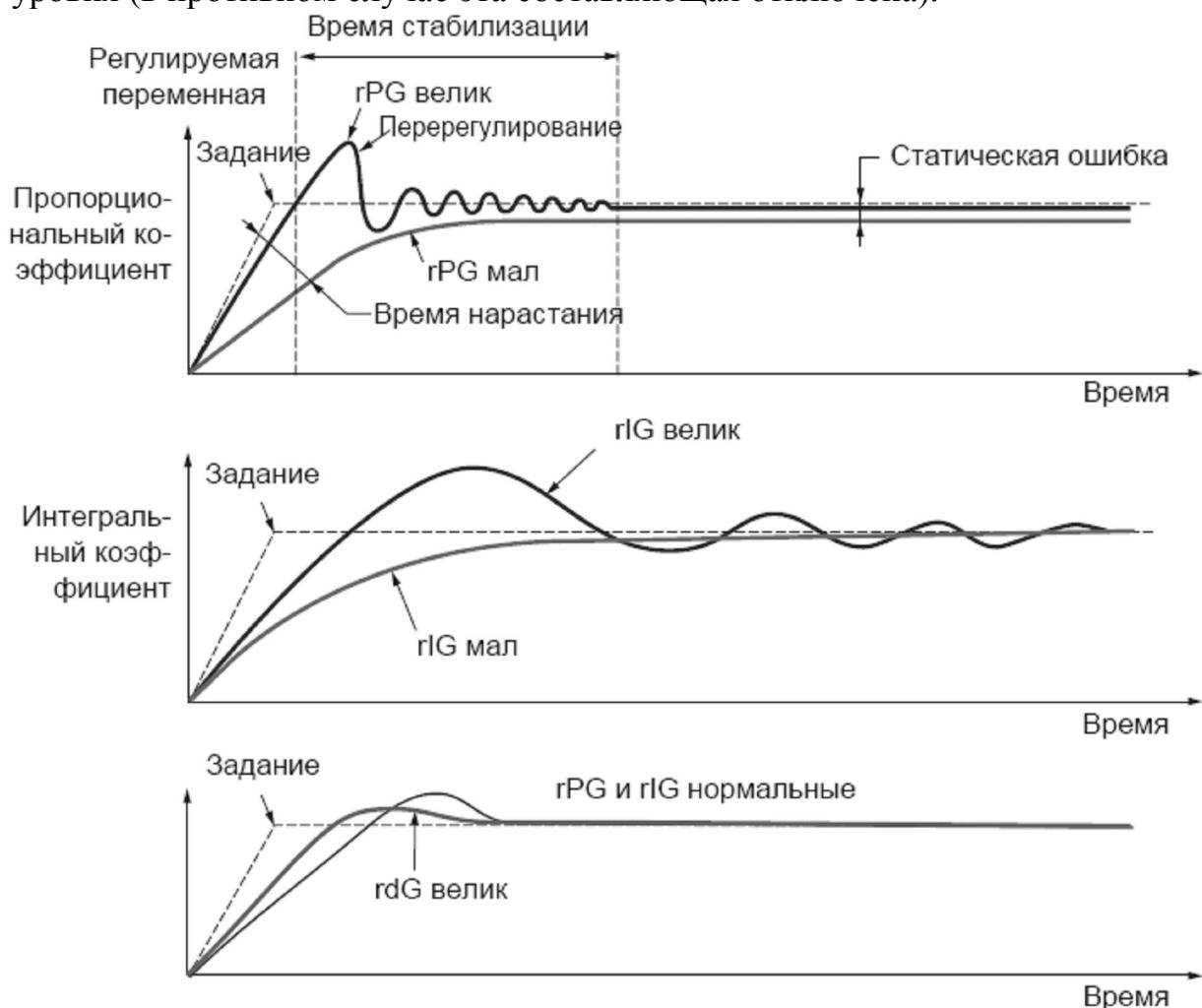


Рис. 9.7. Настройка ПИД-регулятора

С выходным сигналом регулятора (после его ограничения, см. рис. 9.6) можно просуммировать сигнал т.н. «упреждающего» задания, источник которого определяется параметром FPI, [Speed ref. assign.], [Назначение задания скорости]:

- nO, [No], [Нет] – функция не назначена;
- AI1, [AI1] – аналоговый вход AI1;

- AI2, [AI2] – аналоговый вход AI2;
- AI3, [AI3] – аналоговый вход AI3;
- AI4, [AI4] – аналоговый вход AI4;
- LCC, [HMI] – графический терминал;
- Mdb, [Modbus] – шина Modbus;
- CAn, [CANopen] – шина CANopen;
- nEt, [Com. card] – коммуникационная карта;
- APP, [Prog. card] – карта встроенного логического контроллера;
- PI, [RP] – импульсный вход;
- PG, [Encoder ref] – вход импульсного датчика (если он используется как задающий вход).

Коэффициент передачи для упреждающего задания (0...100%) задается как значение параметра PSr, [Speed input %], [% задания скорости]. Данный сигнал может быть использован как начальное задание для пуска или для т.н. комбинированного управления (введение внутрь контура регулирования производной главного задания).

С помощью параметра PAU, [Auto/Manual assign.], [Назначение режима Авт./Ручное] и логического входа возможно временное отключение ПИД-регулятора и переход на ручное формирование заданной частоты:

- nO, [No], [Hem] – ПИД-регулятор всегда активен;
- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – регулятор активен, если на выбранном логическом входе (LI1...LI14) присутствует сигнал низкого уровня (в противном случае активным является ручное задание со входа, заданного параметром PIM).

Источник ручного задания частоты определяется параметром PIM, [Manual reference], [Ручное задание], доступным, если PAU≠nO:

- nO, [No], [Hem] – вход не назначен;
- AI1, [AI1] – аналоговый вход AI1;
- AI2, [AI2] – аналоговый вход AI2;
- AI3, [AI3] – аналоговый вход AI3;
- AI4, [AI4] – аналоговый вход AI4;
- PI, [RP] – импульсный вход;
- PG, [Encoder] – вход импульсного датчика.

В режиме ручного задания доступны также предварительные задания скорости (п. 9.2).

## 9.8. Ограничение момента

Функция ограничения момента недоступна для скалярных законов частотного управления. Необходимые параметры расположены в подменю tOL-, [TORQUE LIMITATION], [ОГРАНИЧЕНИЕ МОМЕНТА]. Возможны два типа ограничения момента: фиксированного уровня (задается путем выбора значения параметров tLIM, tLIG) и изменяющегося во времени (задается через импульсный или аналоговые входы). Активным всегда является наименьшее из разрешенных ограничений. Способ активизации ограничения выбирается параметром tLA, [AI torque limit. activ.], [Активизация ограничения момента]:

- nO, [No], [Hem] – ограничение неактивно;
- YES, [Yes], [Да] – ограничение активно всегда;
- L1...L14, [L1]...[L14] – ограничение активизируется сигналом на одном из логических входов L1...L14 (единичное состояние активизирует ограничение, нулевое –dezактивизирует).

Источник сигнала задания уровня ограничения момента определяется значением параметра tAA, [Torque ref. assign.], [Назначение задания момента]:

- nO, [No], [Hem] – источник не назначен;
- AI1, [AI1] – аналоговый вход AI1;
- AI2, [AI2] – аналоговый вход AI2;
- AI3, [AI3] – аналоговый вход AI3 (при наличии карты расширения входов-выходов VW3A3202);
- AI4, [AI4] – аналоговый вход AI4 (при наличии карты расширения входов-выходов VW3A3202);
- PI, [RP] – импульсный вход при наличии карты расширения входов-выходов VW3A3202;
- PG, [Encoder] – вход импульсного датчика.

Параметр tLC, [Analog limit. act.], [Активизация аналогового ограничения] задает способ активизации аналогового ограничения момента (доступен, если значение tAA отлично от nO, [No], [Hem]):

- YES, [Yes], [Да] – функция неактивна;
- L1...L14, [L1], [L1] – активизация аналогового ограничения сигналом на одном из логических входов L1...L14.

Если при этом назначенный на один из логических входов сигнал имеет состояние 0:

- ограничения задаются параметрами tLIM, [Motoring torque lim], [Ограничение M в двигательном режиме] или tLIG, [Gen. torque lim], [Ограничение M в генераторном режиме], если значение tLA, [AI torque limit. activ.], [Активизация ограничения момента] отлично от nO, [No], [Hem];
- ограничение отсутствует, если значение tLA, [AI torque limit. activ.], [Активизация ограничения момента] = nO, [No], [Hem];

Если назначенный сигнал имеет состояние 1, уровень ограничения определяется входом, назначенным параметром tAA.

## 9.9. Переключение комплектов параметров

Имеется возможность сформировать 2 или 3 комплекта параметров, входящих в меню SEt-, [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКИ], до 15 параметров в каждом. Перечни параметров в каждом из комплектов одинаковы, но их значения могут быть различными. Поскольку параметры других меню для данной функции недоступны, это означает, что назначения входов-выходов, параметры двигателя, активизированные прикладные функции изменяться не могут. Выбор нужного комплекта производится по команде на логических входах. Данная функция может быть использована в случае, если один двигатель должен поочередно работать в определенных ситуациях с различными настройками. Параметры для реализации

переключения комплектов находятся в подменю MLP-, [PARAM. SET SWITCHING], [ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ КОМПЛЕКТОВ ПАРАМЕТРОВ].

Первым шагом является активизация функции переключения путем назначения параметра **CHA1**, [2 *Parameter sets*], [2 *комплекта параметров*] на один из логических входов:

- nO, [No], [Hem] – функция неактивна;
  - LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – функция активизируется высоким уровнем на одном из логических входов (LI1...LI14).

Figure 9.8 consists of two parts. Part (a) shows a 'PARAMETER SELECTION' menu with '1.3 SETTINGS' and 'Ramp increment' checked. Part (b) shows a parameter entry screen for 'Acceleration' with the value '9.51 s' displayed, and 'Min = 0.1' and 'Max = 999.9'.

плект производится в этом окне нажатием кнопки *ENT* на ГТ (после чего появляется галочка). Повторное нажатие *ENT* на выбранном параметре исключает его из комплекта. После того, как хотя бы один параметр выбран, становится доступным окна параметров PS1-, [*SET 1*], [*КОМПЛЕКТ 1*] и PS2-, [*SET 2*], [*КОМПЛЕКТ 2*] (рис. 9.8б), в которых производится установка нужных значений выбранных параметров. Если назначен также параметр *СНА2*, доступно окно параметра PS3-, [*SET 3*], [*КОМПЛЕКТ 3*].

Формирование комплектов параметров, помимо графического терминала, возможно только с помощью с помощью *Power Suite* или по коммуникационной сети, но не с помощью встроенного терминала. В последнем случае параметры PS1-, PS2-, PS3- доступны только после процедуры выбора в окне [PARAMETER SELECTION], [ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ] на графическом терминале.

## 9.10. Автоподстройка с помощью логических входов

В подменю tnL-, [AUTO TUNING BY LI], [АВТОПОДСТРОЙКА С ПОМОЩЬЮ LI] имеется параметр tUL, [Auto-tune assign.], [Назначение автоподстройки], позволяющий назначить один из логических входов на команду автоподстройки (см. п. 3):

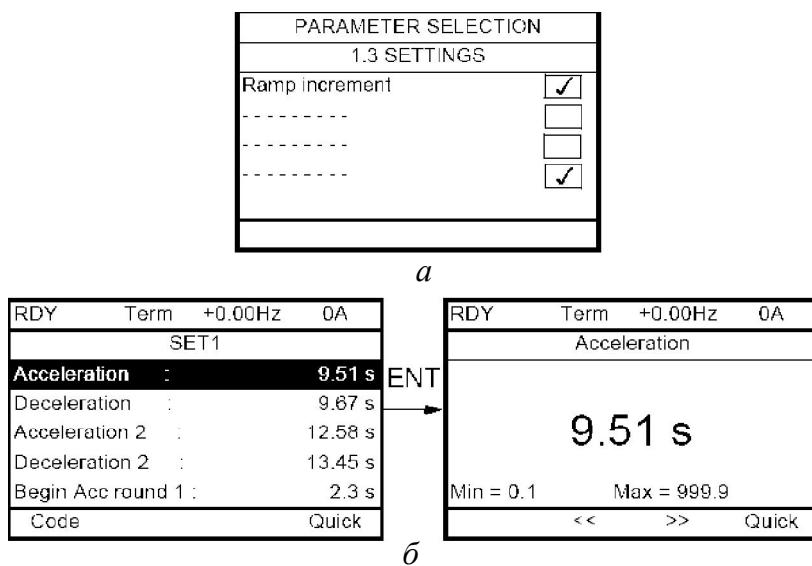


Рис. 9.8. Формирование комплекта параметров (а)  
и изменение их значений (б)

- nO, [No], [Hem] – вход не назначен;
- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – автоподстройка активизируется высоким уровнем на одном из логических входов (LI1...LI14).

### 9.11. Второе ограничение тока

Помимо ограничения тока, заданного параметром CLI (см. п 4) и действующего всегда, второй уровень ограничения можно задать с помощью параметра CL2, [I Limit. 2 value], [Значение I ограничения 2] подменю CLI-, [2nd CURRENT LIMIT.], [ВТОРОЕ ОГРАНИЧЕНИЕ ТОКА]. Данное ограничение активно только тогда, когда на логическом входе, назначенному параметром LC2, [Current limit 2], [Активизация ограничения тока 2], присутствует логическая единица. В противном случае активно ограничение CLI.

### 9.12. Переключение темпов

Переключение темпов можно осуществить не только по достижении частоты Frt, [Ramp 2 threshold], [Уставка темпа 2], но и сигналом на логическом входе. Для этого необходимо назначить вход с помощью параметра rPS, [Ramp switch ass.], [Назначение переключения темпа] из подменю rPt-, [RAMP], [ЗАДАТЧИК]:

- nO, [No], [Hem] – вход не назначен;
- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – при появлении 1 на выбранном входе LI1]...LI14 действуют темпы AC2 и dE2, в противном случае – ACC и dEC (если текущая частота меньше Frt).

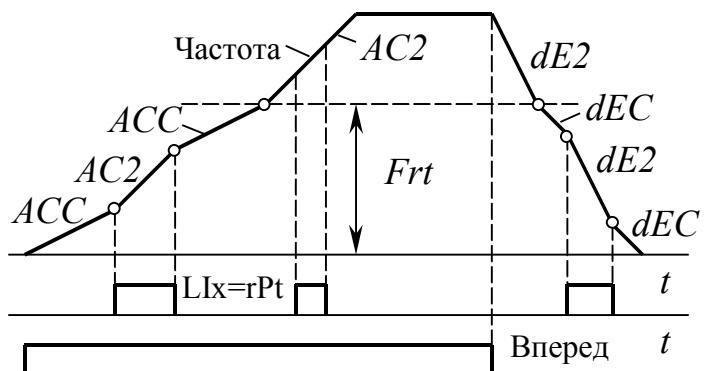


Рис. 9.9. Переключение темпов

Вторые темпы задаются параметрами:

- AC2, [Acceleration 2], [Время разгона 2];
- dE2, [Deceleration 2], [Время торможения 2].

Пример переключения показан на рис. 9.9.

### 9.13. Ночной/дневной режимы (сон/пробуждение)

Функция «Ночной/дневной режимы» подменю SrM-, [SLEEPING/WAKE UP], [НОЧНОЙ/ДНЕВНОЙ РЕЖИМЫ] дополняет ПИД-регулятор. Ее назначение – предотвращение длительной работы насоса на низких скоростях, когда это не полезно или нежелательно (такая ситуация возникает, например, вочные часы в системах коммунального водоснабжения вследствие почти полного отсутствия расхода воды). Функция позволяет остановить двигатель, если в течение времени, большего tLS, заданная частота ПЧ находится ниже настраиваемого уровня

$$f = LSP + SLE .$$

Остановка происходит с темпом, заданным параметром PrP. Параметр SLE, [Sleep Offset Thres.], [Смещение уставки ночного режима] доступен также в меню [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКИ].

Возможны ситуации, когда выходной сигнал ПИД-регулятора колеблется вблизи частоты  $LSP + SLE$  (например, если расход воды

минимален, а регулятор, воздействуя на привод насоса, осуществляет стабилизацию давления в магистрали). В таких условиях вскоре после остановки двигателя потребуется его новый запуск, а по истечении времени  $t_{LS}$  – вновь остановка. Во избежание подобных автоколебаний повторный запуск производится лишь при выполнении одного из условий:

- ошибка ПИД-регулятора превышает уровень, заданный параметром rSL, [PID wake up thresh.], [Уставка пробуждения ПИД-рег.] (см. рис. 9.10);
  - сигнал обратной связи регулятора выходит за пределы UPP, [PID Wakeup Thres.], [Уставка Дневного Режима ПИД-рег.].

Параметр UPP, кроме значений в интервале PIF1... PIF2, имеет также значение [No], [Нет], означающее, что пробуждение регулятора по критерию величины обратной связи не происходит. Значение параметра UPP будет воспринято как минимальное, если PIC, [PID correct. reverse] [Инверсия ошибки ПИД-рег.] = [No], [Нет], и как максимальное в случае PIC=[YES], [Да].

На уровне доступа Экспертный возможен переход в ночной режим путем косвенного контроля расхода. Функция активизируется после присвоения параметру nFd, [No Flow Period Det.], [Период контроля нулевого расхода] ненулевого значения. После этого становятся доступными параметры:

- FFd, [NoFlo. Freq. Thres.Ac.], [Уставка активизации контроля расхода];
  - LFd, [No Flow Offset], [Смещение контроля расхода].

В зависимости от соотношения настроек параметров имеются два варианта реализации функции:

- испытание при пониженном давлении (наличие расхода воды определяется путем пробного снижения давления,  $LSP+LFd < FFd$ );
  - испытание при повышенном давлении (для определения наличия расхода используется повышение давления,  $LSP+LFd > FFd$ ).

**Испытание при пониженном давлении.** Если частота в течение времени  $nFd$  ниже уровня, заданного параметром  $FFd$ , производится скачок заданной

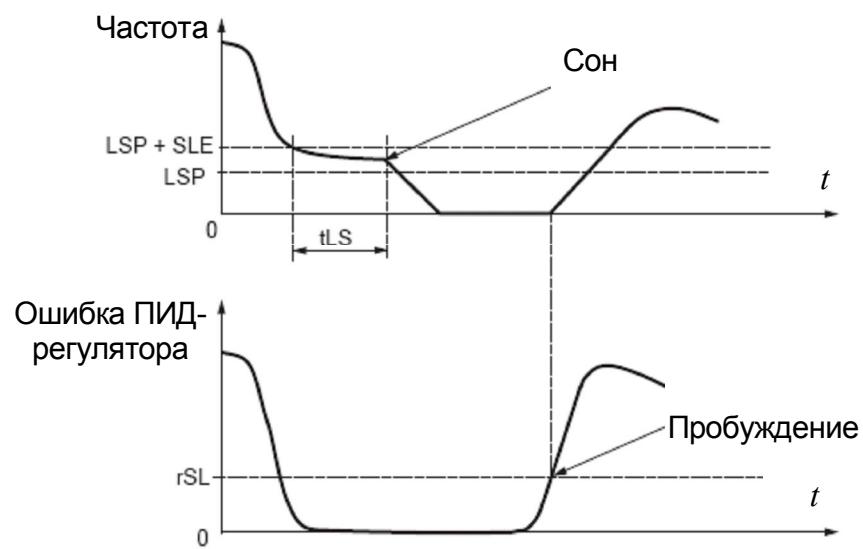


Рис. 9.10. Действие функции «Ночной/дневной режимы»

частоты вниз до уровня  $LSP+LFd$  ( $LFd < SLE$ ). Подача воды уменьшается и, если расход воды отличен от нуля, давление в магистрали и сигнал обратной связи ПИД-регулятора снижаются (рис. 9.11а). Появляется положительная ошибка регулирования давления. ПИД-регулятор, отрабатывая ошибку, увеличивает частоту и подачу воды, восстанавливая прежнее давление. Если расход воды отсутствует, снижение подачи не приводит к снижению давления, ошибка регулирования давления не изменяется, частота остается ниже уровня  $LSP+SLE$ , что по истечении времени  $tLS$  стимулирует быструю остановку насоса (рис. 9.11б).

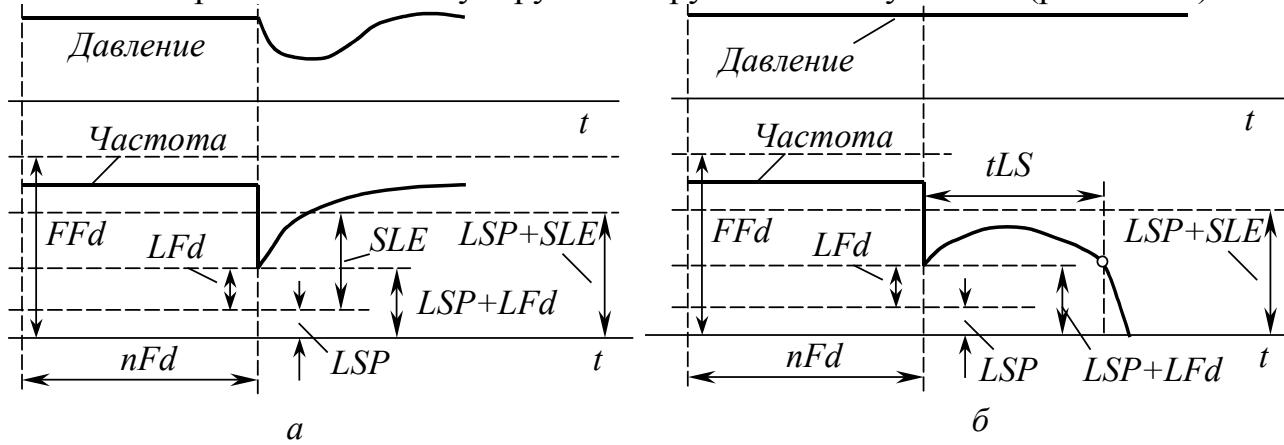


Рис. 9.11. Испытание понижением давления

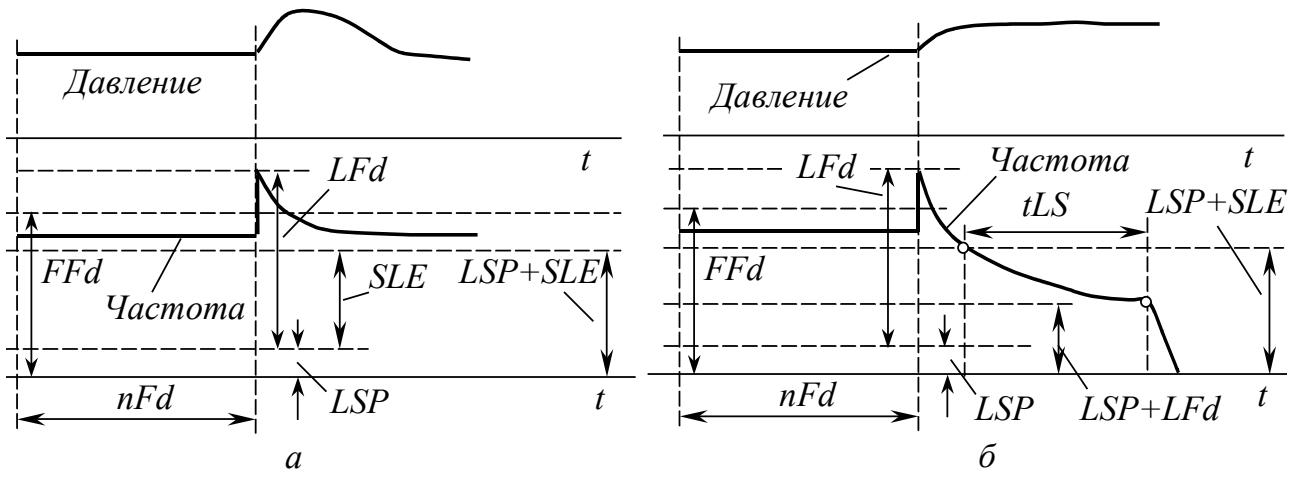


Рис. 9.12. Испытание повышением давления

### Испытание при повышенном давлении (рис. 9.12).

В данном случае по прошествии времени  $nFd$  производится скачок частоты до уровня  $LSP+LFd$ , но уже вверх от исходной. Давление в магистрали растет, ошибка ПИД-регулятора становится отрицательной, что приводит к снижению частоты и подачи воды. Если расход воды отличен от нуля, давление в магистрали снижается до прежнего уровня, ошибка регулирования давления приближается к нулю, а частота возвращается к своему прежнему значению (рис. 9.12а). Если расход отсутствует, рост частоты и подачи приводит к возрастанию давления. ПИД-регулятор, тщетно пытаясь снизить давление, уменьшает частоту ниже исходного уровня. После снижения частоты до уровня  $LSP+SLE$  начинается отсчет выдержки времени  $tLS$ , по истечении которой задание на частоту снижается до нуля (рис. 9.12б).

#### 9.14. Определение отсутствия потока или жидкости с помощью датчика

Данная функция (подменю nFS-, [NO FLOW DETECTION], [КОНТРОЛЬ НУЛЕВОГО РАСХОДА]) предотвращает длительную работу насоса на закрытую задвижку или в отсутствие жидкости. Для ее реализации необходим датчик наличия потока, сигнал которого подается на назначаемый с помощью параметра nFS, [No Flow Sensor], [Датчик сухого хода] логический вход:

- nO, [No], [Hem] – функция неактивна;
- LI1, [LI1]…LI14, [LI14] – появление логического нуля на назначенному входе приводит к неисправности и остановке привода на выбеге.

Если параметр nFS активизирован, возможен выбор частоты nFFt, [Freq. Th. Sensor. Act.], [Уставка активизации датчика], выше которой производится контроль наличия потока, и выдержки времени nFSt, [Flow Times Ctrl], [Задержка контроля сухого хода], в течение которой сигнал датчика игнорируется (отсчитывается от начала пуска привода). Работа функции иллюстрируется рис. 9.13.

#### 9.15. Ограничение расхода

Функция из подменю FLL-, [FLOW LIMITATION], [ОГРАНИЧЕНИЕ РАСХОДА] реализуется в насосных установках с помощью датчика потока. Назначение входа для этого датчика с помощью параметра CH1, [Flow. Sen.Info], [Информация датчика расхода] одновременно активизирует данную функцию:

- nO, [No] – функция неактивна;
- AI1, [AI1]…AI4, [AI4] – сигнал аналогового датчика подается на один из аналоговых входов (AI1…AI4);
- PI, [RP] или PG, [Encoder] – сигнал частотного датчика подается на импульсный вход или вход энкодера.

Порог активизации функции задается параметром CHt, [Flow.Lim.Th. Active], [Уставка актив. ограничения расхода], порог дезактивации – параметром rCHt, [Flo.Lim.Thres. Inact.], [Уставка дезактив. ограничения расхода] (в обоих случаях – в % от максимального сигнала входа, назначенного для датчика). Функция формирует задание на скорость (при активированном ПИД-регуляторе – воздействует на его выходной сигнал). Процесс ограничения потока показан на рис. 9.14.

На рис. 9.14 на отдельных интервалах времени происходит следующее:

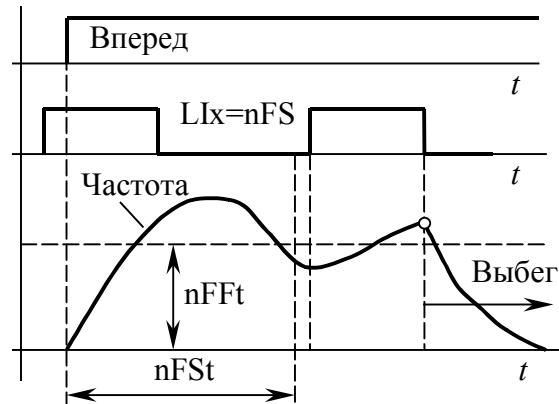


Рис. 9.13. Работа функции nFS-, [NO FLOW DETECTION]

- до интервала А – сигнал на входе, назначенному для датчика расхода, не достиг уровня СНt;
- на интервале А – инициировано ограничение потока, заданная частота ограничена уровнем LSP, выходная частота ПЧ уменьшается с темпом dFL (см. ниже);
- на интервале В – сигнал на входе, назначенному на измерение расхода, упал ниже гистерезиса порога СНt, текущая выходная частота скопирована и применяется как задание на частоту;
- на интервале С – выходной сигнал ПИД-регулятора упал ниже уровня В и продолжает падать; данный сигнал используется как заданная частота;
- на интервале D – выход регулятора вновь возрастает; текущая частота на начало данного интервала скопирована и используется как задание;
- на интервале Е – сигнал на входе, назначенному на измерение расхода, достиг порога СНt; заданная частота ограничена уровнем LSP, выходная частота ПЧ уменьшается с темпом dFL;
- на интервале F – сигнал на входе, назначенному на измерение расхода, упал ниже гистерезиса порога СНt; текущая частота скопирована и применяется как задание;
- по окончании интервала F – сигнал датчика расхода упал ниже порога дезактивации rСНt; ограничение расхода более не активно, выходной сигнал регулятора применяется в качестве задания на частоту.

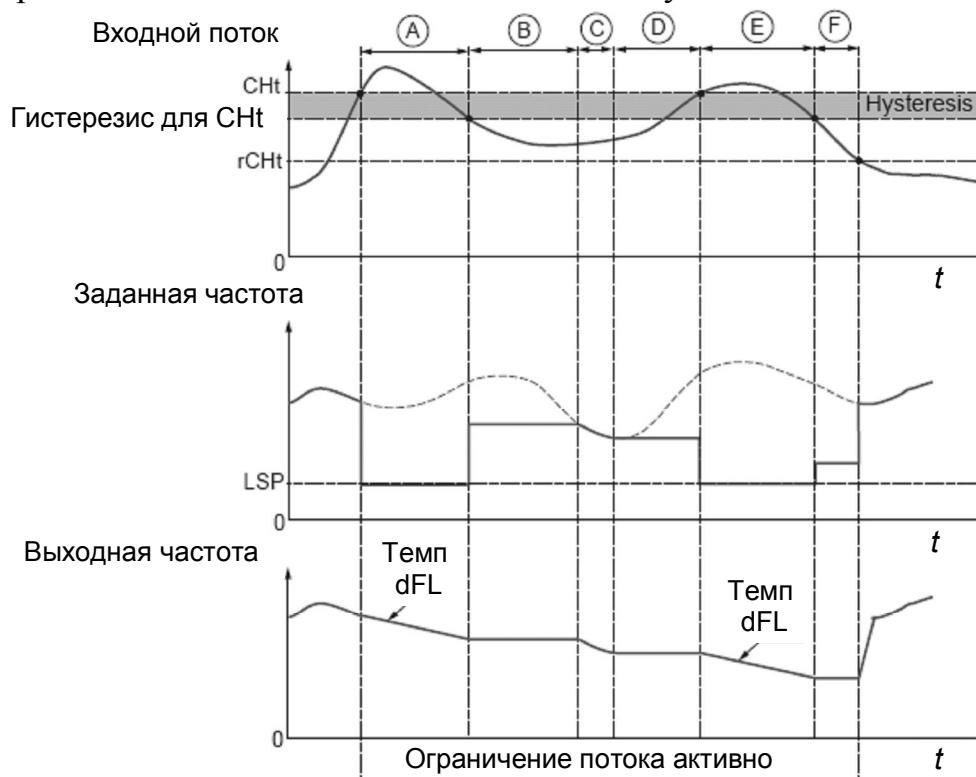


Рис. 9.14. Ограничение расхода

Темп снижения выходной частоты (длительность снижения от номинальной FrS до нуля) задается параметром dFL, [Dec. Flow. limit], [Замедление ограничения расхода].

### 9.16 Управление задвижкой

В новых версиях ПО ПЧ ATV61 [3] предусмотрена прикладная функция управления задвижкой (подменю dAM-, [DAMPER MANAGEMENT]). Функция предназначена для использования в вентиляторных установках (рис. 9.15) и обеспечивает запуск вентилятора только после открытия задвижки. Она активизируется путем назначения одного из логических или релейных выходов на управление контактором задвижки с помощью параметра dAM, [Damper assignment]:

- nO, [No], [Hem] – функция не назначена;
- LO1, [LO1]...LO4, [LO4] – в качестве управляющих выбраны логические выходы (при наличии соответствующих плат расширения);
- r2, [R2]...r4, [R4] – управляющими являются релейные выходы;
- dO1, [dO1] – управляющим является аналоговый выход A01, сконфигурированный как дискретный.

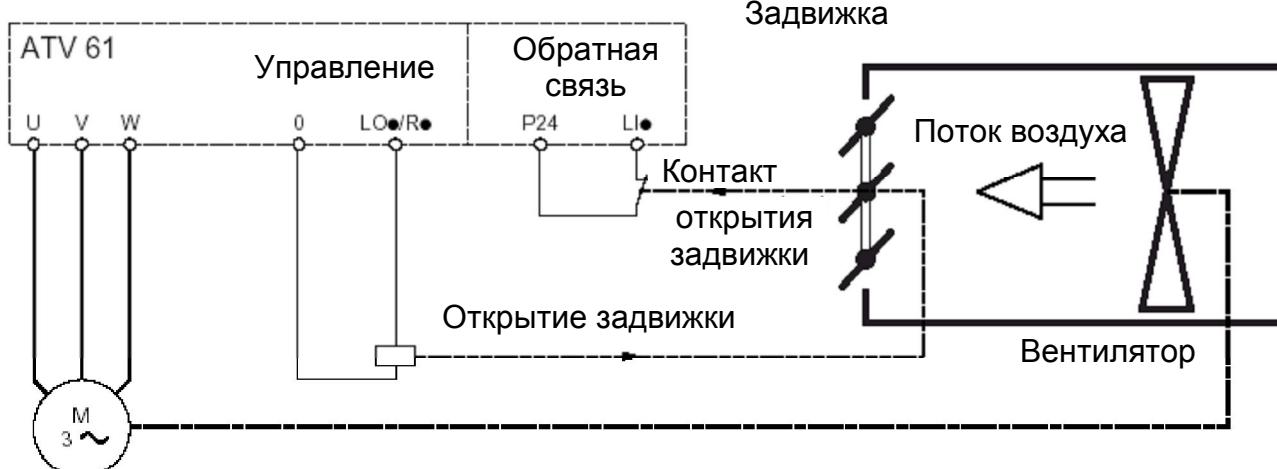


Рис. 9.15 Схема управления задвижкой

Сигнал обратной связи о состоянии задвижки от концевого выключателя подается на логический вход, назначенный с помощью параметра dFb, [Damper feedback]:

- nO, [No], [Hem] – функция неактивна;
- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – активизация входа означает, что задвижка полностью открыта.

Тип логики (активный уровень сигнала обратной связи) задается параметром Fbtd, [F.back dam. contact]:

- SHUt, [Active at 0] – вход активизируется при переходе в нулевое состояние;

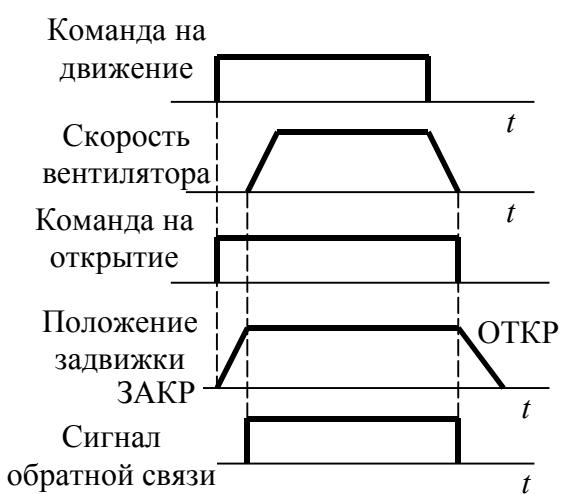


Рис. 9.16 Процесс управления задвижкой

- OPEn, [Active at 1] – вход активизируется при переходе в единичное состояние.

Два параметра определяют выдержку времени, по истечении которой генерируется сообщение об ошибке:

- tOd, [Time to open damp.] – выдержка времени на открывание задвижки (при превышении возникает ошибка Fd1);
- tCd, [Time to close damp.] – выдержка времени на закрывание задвижки (при превышении возникает ошибка Fd2).

Значения обоих параметров не должны быть меньше реального времени открывания и закрывания. Процесс управления задвижкой показан на рис. 9.16.

## 10. РАБОТА С КОНФИГУРАЦИЯМИ

### 10.1. Макроконфигурации

Пользователь применительно к своей задаче имеет возможность использовать 5 заводских макроконфигураций, выбираемых из числа значений параметра CFG, [Macro Configuration], [Макроконфигурация] в меню SIM-, [1.1 SIMPLY START], [1.1 БЫСТРЫЙ ЗАПУСК]:

- StS, [Start/Stop] (пуск/стоп) – механизмы с простыми тахограммами (макроконфигурация по умолчанию);
- Gen, [Gen. Use] (общее применение);
- PI<sub>d</sub>, [PID regul.] (ПИД-регулятор) – системы с автоматическим регулированием технологического параметра;
- nEt, [Network C.] (коммуникация) – система с управлением по коммуникационной сети;
- PnF, [Pumps.Fans] (насосы и вентиляторы) – управление насосами и вентиляторами.

Макроконфигурации отличаются доступностью и значениями некоторых параметров, а также назначениями входов/выходов (см. п. 7.1). Они могут быть использованы как в неизменном виде, так и с целью создания на их основе своей пользовательской конфигурации путем изменения значений некоторых параметров и назначений.

В случае изменения заводской конфигурации параметр того же меню CCFG, [Customized macro], [Индивидуальная конфигурация] автоматически приобретает значение YES, [YES], [Да], отображая факт изменения. Параметр доступен только для чтения. Пользователю доступны для изменения те же параметры, что и в исходной макроконфигурации.

### 10.2. Загрузка и сохранение конфигураций в ПЧ

Необходимые параметры расположены в меню FCS-, [1.12 FACTORY SETTINGS], [1.12 ЗАВОДСКАЯ НАСТРОЙКА].

Если текущая пользовательская конфигурация, полученная путем изменения исходной заводской макроконфигурации, необходима в следующих сеан-

сах работы ПЧ, ее можно сохранить в памяти ПЧ с номером, задаваемым с помощью параметра SCSI, [Save config], [Сохранение конфигурации]:

- nO, [No], [Нет] – номер конфигурации не выбран;
- Str0, [Config 0], [Конфигурация 0];
- Str1, [Config 1], [Конфигурация 1];
- Str2, [Config 2], [Конфигурация 2].

Сохранение происходит, если после выбора номера кнопка ENT или навигационная рукоятка ГТ удерживаются нажатыми в течение 2 с.

Для возврата к исходной заводской конфигурации следует вначале выбрать группу заменяемых при этом параметров с помощью параметра FrY-, [PARAMETER GROUP LIST], [ГРУППЫ ПАРАМЕТРОВ]:

- ALL, [All], [Все] – загружаются все параметры всех меню;
- drM, [Drive menu.], [Конфигурация ПЧ] – загружаются параметры меню [1 DRIVE MENU], [1 МЕНЮ ПЧ], кроме меню [1.9 COMMUNICATION], [1.9 КОММУНИКАЦИЯ] и [1.14 PROGRAMMABLE CARD], [1.14 КАРТА ПЛК];
- SEt, [Settings], [Настройка] – параметры меню SEt-, [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКИ], кроме параметров UFr, SLP и ttH;
- MOt, [Motor parameters], [Параметры двигателя] – загружаются только параметры двигателя из меню drC, [1.4 MOTOR CONTROL], [1.4 ПРИВОД];
- COM, [Communication], [Коммуникация] – параметры меню [1.9 COMMUNICATION], [1.9 КОММУНИКАЦИЯ];
- PLC, [Prog. card menu], [Меню ПЛК] – все параметры меню [1.14 PROGRAMMABLE CARD], [1.14 КАРТА ПЛК].
- MOn, [Monitor config.], [Экран контроля] – параметры меню [6 MONITORING CONFIG.], [6 ЭКРАН КОНТРОЛЯ];
- dIS, [Display config.], [Конфигурация отображения] – параметры меню [7 DISPLAY CONFIG.], [7 КОНФИГУРАЦИЯ ОТОБРАЖЕНИЯ].

Следующим шагом является выбор источника конфигурации с помощью параметра FCSI, [Config. Source], [Источник конфигурации]:

- InI, [Macro-Conf], [Макроконфигурация] – макроконфигурация, выбранная ранее в качестве исходной для текущей;
- CFG1, [Config 1], [Конфигурация 1] – пользовательская конфигурация №1, ранее сохраненная в ПЧ;
- CFG2, [Config 2], [Конфигурация 2] – пользовательская конфигурация №2, ранее сохраненная в ПЧ.

Если активизирована функция переключения конфигураций (см. п. 10.4), последние два значения недоступны.

Возврат к заводской настройке (при выборе FCSI= InI) производят на графическом терминале путем выбора в данном меню строки Goto FACTORY SETTINGS. На встроенном терминале присваивают параметру GFS значение YES.

Для возврата к одной из ранее сохраненных в ПЧ пользовательских конфигураций следует выбрать источник конфигурации (FCSI=CFG1 или CFG2), а

затем активизировать GFS, [Goto FACTORY SETTINGS], [ВОЗВРАТ К ЗАВОДСКОЙ НАСТРОЙКЕ].

### **10.3. Обмен конфигурациями с графическим терминалом**

Необходимые параметры имеются в меню [3. OPEN / SAVE AS], [3. ОТКРЫТЬ/СОХРАНИТЬ], доступном только с графического терминала.

В ГТ может одновременно храниться до 4 пользовательских конфигураций параметров. Одну из них можно сделать текущей, загрузив ее из графического терминала, используя параметр OPEN. Для этого, выбрав строку с именем параметра, следует нажать навигационную рукоятку (ENT) и в окне OPEN выбрать одно из имен файла (рис. 10.1). Пометка *Empty* означает, что файл в настоящее время пустой и загружен быть не может. После выбора непустого файла открывается окно DOWNLOAD GROUP с перечнем вариантов загрузки:

- [None], [Нем] – параметры не загружаются;
- [All], [Все] – загружаются все параметры всех меню;
- [Drive menu.], [Конфигурация ПЧ] – загружаются параметры меню [1 DRIVE MENU], [1 МЕНЮ ПЧ], кроме меню [1.9 COMMUNICATION], [1.9 КОММУНИКАЦИЯ] и [1.14 PROGRAMMABLE CARD], [1.14 КАРТА ПЛК];
- [Motor parameters], [Параметры двигателя] – загружаются только параметры двигателя из меню drC, [1.4 MOTOR CONTROL], [1.4 ПРИВОД];
- [Communication], [Коммуникация] – все параметры меню [1.9 COMMUNICATION], [1.9 КОММУНИКАЦИЯ];
- [Prog. control. inside card], [Карта ПЛК] – все параметры меню [1.14 PROGRAMMABLE CARD], [1.14 КАРТА ПЛК].

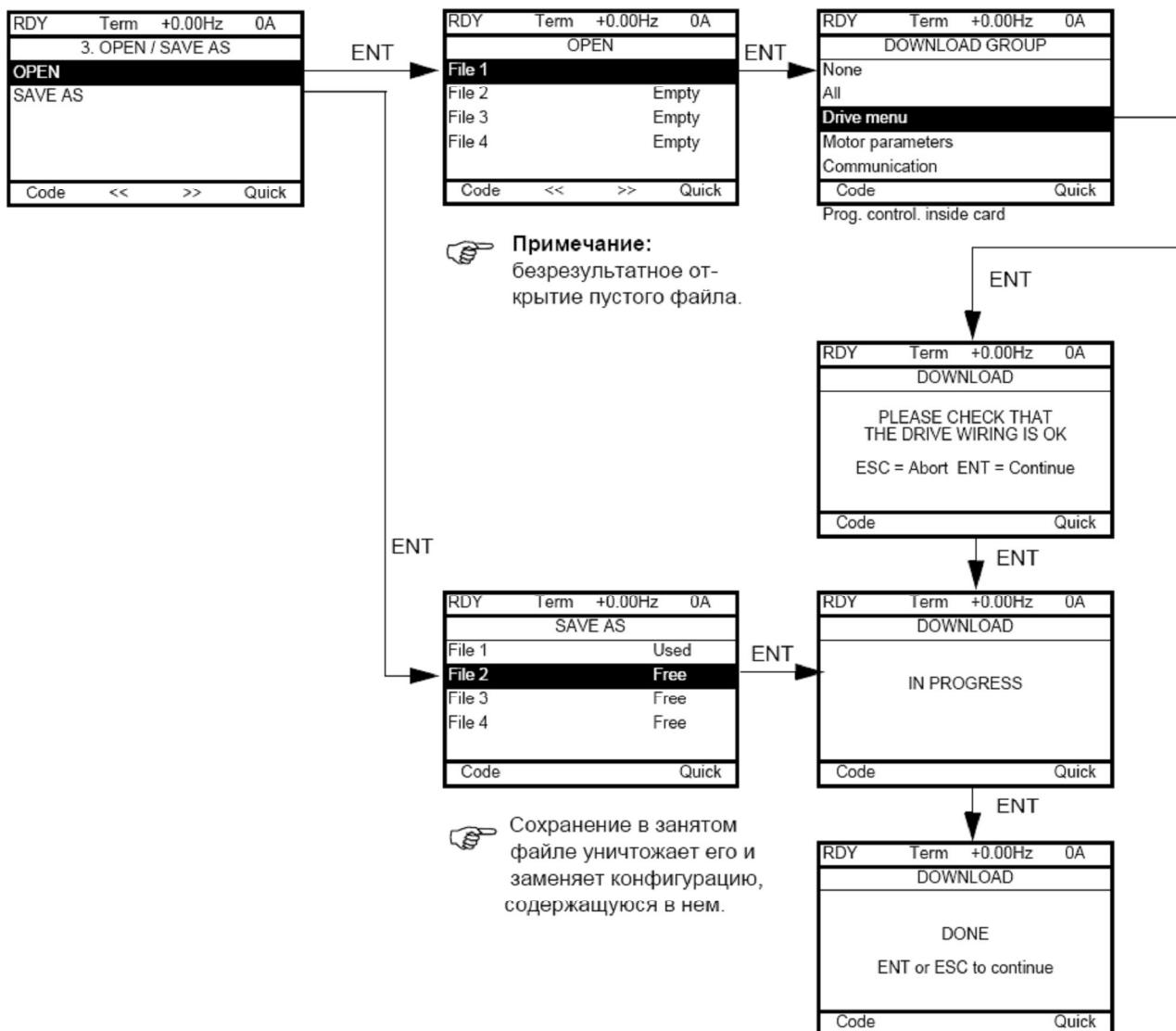


Рис. 10.1. Использование команд OPEN и SAVE AS

После нажатия *ENT* появляется окно DOWNLOAD, в котором следует или подтвердить продолжение загрузки (*ENT*), или отказаться от него (*ESC*). Если в процессе загрузки выяснилось, что текущая схемная конфигурация ПЧ соответствует загружаемой конфигурации параметров, появляется сообщение **DONE**, после чего нажатие *ENT* или *ESC* выводит ПЧ из режима загрузки.

Для сохранения текущей конфигурации из ПЧ в один из файлов ГТ следует выбрать в том же меню параметр **SAVE AS**, а после нажатия на навигационную рукоятку (*ENT*) выбрать в окне **SAVE AS** номер файла. Сохранение в файле с пометкой *Used* (используемый) приводит к уничтожению хранившейся в нем ранее информации. Файлы с пометкой *Free* пока не использованы. После выбора имени файла и нажатия *ENT* начинается сохранение, заканчивающееся сообщением **DONE**.

Файлы, сохраненные в ГТ, могут быть перенесены на другие однотипные ПЧ.

#### 10.4. Мультидвигатель/конфигурация

Преобразователь может иметь до трех конфигураций, параметров, заранее созданных и сохраненных в меню FCS-, [1.12 FACTORY SETTINGS], [1.12 ЗАВОДСКИЕ НАСТРОЙКИ] (см. п. 10.2). Данные конфигурации обязательно иметь одинаковую аппаратную реализацию (одинаковый набор карт расширения). Имеется возможность выбора с помощью логических входов одной из двух или трех конфигураций с целью:

- поочередного подключения ПЧ к двум или трем различным двигателям, имеющим различные параметры и условия работы (режим «Мультидвигатель»);
- поочередного выбора двух или трех конфигураций для одного двигателя (режим «Конфигурация»);

Для управления выходными контакторами, поочередно подключающими к ПЧ различные двигатели, необходимо использовать дискретные выходы ПЧ.

Параметры, реализующие данные функции, размещены в подменю MMC-, [MULTIMOTORS/CONFIG.], [МУЛЬТИДВИГАТЕЛЬ/КОНФИГУРАЦИЯ] меню FUn-, [1.7 APPLICATION FUNCT.], [1.7 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ]. Выбор между функциями «Мультидвигатель» и «Конфигурация» производит параметр СНМ, [Multimotors], [Мультидвигатель]:

- nO, [No], [Нет] – доступна функция «Конфигурация»;
- YES, [Yes], [Да] – доступна функция «Мультидвигатель».

После выбора значения СНМ необходимо назначить один логический вход с помощью параметра CnF1, [2 Configurations], [2 Конфигурации] (при выборе из двух конфигураций) или два входа (при выборе из трех) с помощью CnF1 и CnF2, [3 Configurations], [3 Конфигурации]:

- nO, [No], [Нет] – нет переключения конфигураций (двигателей);
- L11, [L11]...L14, [L114] – переключение конфигураций (двигателей) производится сигналом на одном из логических входов (L11...L14).

В зависимости от сочетания сигналов на назначенных логических входах (табл. 10.1) выбирается та или иная конфигурация (двигатель).

В режиме «Мультидвигатель» возможно переключение параметров, расположенных в меню:

- SEt-, [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКИ];
- drC-, [1.4 MOTOR CONTROL], [1.4 ПРИВОД];
- I-O-, [1.5 INPUT/OUTPUTS CFG], [1.5 КОНФИГУРАЦИЯ ВХОДОВ/ ВЫХОДОВ];
- CtL-, [1.6 COMMAND], [УПРАВЛЕНИЕ ЭП];
- FUn-, [1.7 APPLICATION FUNCT.], [1.7 ПРИКЛАДНЫЕ ФУНКЦИИ] (кроме подменю MMC-);
- FLt-, [1.8 FAULT MANAGEMENT], [1.8 УПРАВЛЕНИЕ ПРИ НЕИСПРАВ-]

Таблица 10.1  
Выбор конфигураций (двигателей)

L1x (CnF1)	L1x (CnF2)	№ выбранной конфигурации (двигателя)
0	0	0
1	0	1
0	1	2
1	1	2

НОСТЯХ];

- [1.13 USER MENU], [1.13 ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЕ МЕНЮ].

В режиме «Конфигурация» доступны для переключения те же параметры, кроме параметров двигателя, общих для всех конфигураций.

Автоподстройка в режиме «Мультидвигатель» может осуществляться:

- вручную с помощью дискретных входов при замене двигателя (см. п. 9.14);
- автоматически при каждой первой активизации двигателя, если параметр Aut=YES (п. 3).

## 10.5. Пароль

Параметры меню COd-, [4. PASSWORD], [4. ПАРОЛЬ] предназначены для предотвращения несанкционированного изменения текущей конфигурации ПЧ. Состояние блокировки ПЧ индицируется параметром CSt, [Status], [Состояние], доступным только для отображения:

- LC, [Locked], [Блокировка] – ПЧ заблокирован с помощью пароля;
- ULC, [Unlocked], [Нет блокировки] – ПЧ не заблокирован с помощью пароля.

Для блокирования доступа имеется два параметра:

- Cod, [PIN code 1], [Пароль 1] – доступен для ввода и изменения на всех уровнях доступа (код разблокировки 6969);
- COd2, [PIN code 2], [Пароль 2] – доступен для ввода и изменения только на уровне EPr, [Expert], [ЭКСПЕРТНЫЙ] (код разблокировки известен только сервисной службе Schneider Electric).

Значение OFF, [OFF], [ВЫКЛ] означает отсутствие введенного пароля (CSt=ULC). После присвоения параметрам Cod или COd2 числовых значений в диапазоне 1...9999 ПЧ блокируется (CSt=LC). Одновременно можно использовать только один из паролей (второй в это время должен иметь значение [ВЫКЛ]).

Права доступа к защищенной конфигурации определяются параметрами:

- ULr, [Upload rights], [Право чтения] – право чтения или копирования текущей конфигурации:
  - ULr1, [Permitted], [Разрешено] – текущая конфигурация может быть загружена в ГТ или в ПО PowerSuite;
  - ULr0, [Not allowed], [Не разрешено] – текущая конфигурация может быть загружена в ГТ или в ПО PowerSuite только в случае, если ПЧ не защищен кодом доступа или введен правильный код.
- dLr, [Download rights], [Право загрузки] – право записи текущей конфигурации или ее пересылки:
  - dLr0, [Locked drv], [ПЧ заблокирован] – может быть осуществлена только загрузка конфигурации в ПЧ, если он защищен кодом доступа.

па, который соответствует коду доступа загружаемой конфигурации;

- dLr1, [*Unlock. drv*], [*ПЧ разблокирован*] – возможны загрузка конфигурации или ее изменение в ПЧ, если он не защищен паролем или разблокирован (код доступа принят);
- dLr2, [*not allowed*], [*Не разрешено*] – загрузка запрещена;
- dLr3, [*Lock/unlock*], [*Заблокирован/разблокирован*] – комбинация возможностей dLr0 и dLr1 (если ПЧ защищен, возможна только загрузка конфигурации, если разблокирован – загрузка и изменение).

Порядок осуществления защиты:

1. Определить права чтения и загрузки (параметры ULr и dLr).
2. Записать будущий пароль, не полагаясь на память.
3. В окне меню [4. PASSWORD], [4. ПАРОЛЬ] выбрать строку [*PIN code 1*], [*Пароль 1*] и нажать навигационную рукоятку (*ENT*).
4. В окне [*PIN code 1*], [*Пароль 1*] ввести пароль и подтвердить его нажатием навигационной рукоятки.

Для разблокировки ПЧ необходимо:

1. Выбрать строку [*PIN code 1*], [*Пароль 1*] и нажать навигационную рукоятку (*ENT*).
2. В окне [*PIN code 1*], [*Пароль 1*] ввести пароль и подтвердить его нажатием навигационной рукоятки. В случае введения правильного кода он отображается на дисплее, а ПЧ разблокируется до следующего отключения питания.

## 11. ЗАЩИТЫ И НЕИСПРАВНОСТИ

Преобразователь частоты снабжен защитами, которые обнаруживают возникшую неисправность и для предотвращения ее дальнейшего развития в зависимости от степени опасности сигнализирует о неисправности, останавливают привод или блокирует ПЧ. Предусмотрены следующие защиты:

- температурная защита двигателя с помощью встроенных терморезисторов с положительным температурным коэффициентом (*PTC*);
- тепловая время-токовая защита двигателя, ПЧ и тормозного сопротивления;
- от обрыва фаз сети (на входе ПЧ) и инвертора (на выходе);
- от снижения напряжения в звене постоянного тока;
- от короткого замыкания отдельных транзисторов инвертора, замыкания на землю и от междуфазного замыкания на его выходе;
- от затяжного перезапуска (при автоматическом повторном пуске);
- от обрыва аналогового задания;
- от неисправности коммуникационной сети;
- от несоответствия схемной и программной конфигураций (например, при назначении входов-выходов, имеющихся лишь на отсутствующей карте расширения).

Меню FLt-, [1.8 FAULT MANAGEMENT], [1.8 УПРАВЛЕНИЕ ПРИ НЕИСПРАВНОСТЯХ] содержит параметры, позволяющие активизировать отдельные виды защит, настроить их уставки и задать поведение ПЧ после возникновения неисправности, а также способ сброса неисправности.

### 11.1. Активизация защит

Три аналогичных параметра из подменю PtC-, [PTC MANAGEMENT], [УПРАВЛЕНИЕ РТС], доступных, когда переключатель *SW2* карты управления установлен в положение *PTC*, позволяют активизировать прямую **температурую защиту двигателя** встроенными терморезисторами и задать поведение ПЧ после появления неисправности Терморезисторы РТС:

- PtCL, [*LI6 = PTC probe*], [*LI6 = терморезисторы РТС*];
- PtC1, [*PTC1 probe*], [*Терморезисторы РТС1*] – доступен при наличии карты VW3A3201;
- PtC2, [*PTC2 probe*], [*Терморезисторы РТС2*] – доступен при наличии карты VW3A3202.

Их возможные значения:

- nO, [*No*], [*Hem*] – не используется;
- AS, [*Always*] – неисправность контролируется непрерывно даже при отсутствии силового питания ПЧ (при наличии питания цепей управления);
- rdS, [*Power ON*] – неисправность контролируется при наличии силового питания ПЧ;
- rS, [*Motor ON*] – неисправность контролируется при подаче питания на двигатель.

Косвенная **тепловая защита двигателя** реализуется путем непрерывного автоматического расчета преобразователем значения интеграла Джоуля (или теплового импульса тока)  $I^2t = \int_0^t I^2 dt$ , пропорционального тепловой энергии, выделившейся в двигателе за время его работы. При этом, кроме величины тока и длительности его протекания, учитываются также скорость двигателя и температура окружающей среды. После отключения питания цепей управления значение  $I^2t$  обнуляется. Уставка тепловой защиты настраивается с помощью параметра *ItH*, [*Mot. therm. current*], [*Тепловой ток двигателя*] меню SEt-, [1.3 SETTINGS], [1.3 НАСТРОЙКИ]) на номинальный ток двигателя (в пределах 0,2...1,5 номинального тока ПЧ).

Параметры для настройки тепловой защиты расположены в подменю *tHt-*, [MOTOR THERMAL PROT.], [ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ДВИГАТЕЛЯ]. Активизация тепловой защиты и ее адаптация к способу охлаждения двигателя производится параметром *tHt*, [*Motor protect. type*], [*Тип тепловой защиты*]):

- nO, [*No*], [*Hem*] – нет защиты;

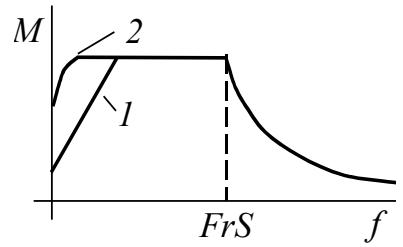


Рис. 11.1. Зависимость допустимого по теплу момента от частоты

- ACL, [Self cooled] – активизирована защита самоохлаждаемого двигателя (допустимый по теплу момент снижается на малых скоростях в соответствии с кривой 1 на рис. 11.1);
- FCL, [Force-cool] – активизирована защита двигателя с принудительным охлаждением (допустимый момент от скорости практически не зависит, кривая 2 на рис. 11.1).

Защита срабатывает при значении  $I^2t=118\%$  номинального значения и отключается при  $I^2t=100\%$ .

Три аналогичных параметра задают уставки срабатывания сигнализации тепловой защиты (с помощью дискретных выходов, см. п. 7.4) для трех различных двигателей (см. функцию «Мультидвигатель», п. 10.4):

- ttd, [Motor therm. level], [Уставка нагрева двигателя];
- ttd2, [Motor2 therm. level], [Уставка нагрева двигателя 2];
- ttd3, [Motor3 therm. level], [Уставка нагрева двигателя 3].

Данная защита неэффективна при параллельном питании от ПЧ нескольких двигателей, а также при ухудшении условий охлаждения по сравнению с паспортными. В этом случае необходимо присвоить параметру tHt значение nO и использовать термодатчик, встроенный в двигатель, сигнал от которого подается на один из логических входов (см. выше).

Поведение ПЧ после превышения уровня ttd выбирается с помощью параметра OLL, [Overload fault mgt], [Управление при перегрузке]:

- nO, [No], [Нем] – неисправность игнорируется;
- YES, [Freewheel] – остановка на выбеге;
- Stt, [Per STT] – остановка в соответствии с параметром Stt, [Способ остановки] (см. п. 5.2) без срабатывания защиты. Релейный выход остается замкнутым, а ПЧ готов к перезапуску после остывания двигателя;
- LFF, [fallback spd] – переход на резервную скорость до тех пор, пока неисправность не будет устранена;
- rLS, [Spd maint.] – поддерживается скорость, бывшая на момент неисправности, пока неисправность не будет устранена;
- rMP, [Ramp stop] – остановка с заданным темпом (см. п. 5.2);
- FSt, [Fast stop] – быстрая остановка (см. п. 5.2);
- dCI, [DC injection] – остановка динамическим торможением (см. п. 5.2).

Величина резервной скорости может быть задано параметром LFF, [Fallback speed], [Резервная скорость] из подменю LFF- [FALLBACK SPEED], [РЕЗЕРВНАЯ СКОРОСТЬ].

Аналогичным образом настраивается **тепловая защита ПЧ** (параметр OHL, [Overtemp fault mgt], [Управление при перегреве] из подменю OHL- [DRIVE OVERHEAT], [ПЕРЕГРЕВ ПЧ]). Уровень теплового состояния ПЧ, при котором происходит переключение дискретного выхода, задается параметром tHA, [Drv therm. state al], [Уставка достижения теплового состояния].

Защита от **снижения напряжения** в звене постоянного тока (после снижения его до уровня, заданного параметром UPL) активизируется с помощью

параметра StP, [UnderV. prevention], [Предупреждение недонаржения] из подменю USb-, [UNDERVOLTAGE MGT], [НЕДОНАПРЯЖЕНИЕ]:

- nO, [No], [Нет] – нет реакции;
- MMS, [DC Maintain] – режим остановки, использующий кинетическую энергию маховых масс привода для поддержания напряжения в звене постоянного тока (может применяться, например, в подъемных механизмах для управляемого спуска груза после снижения и даже исчезновения напряжения питания);
- rMP, [Ramp stop] – остановка с темпом, заданным параметром StM, [Макс.время остановки];
- LnF, [Lock-out] – блокировка ПЧ с остановкой на выбеге без неисправности.

Допустимый уровень напряжения зависит от значения параметра UrES, [Mains voltage], [Напряжение сети], которое должно быть равно номинальному напряжению питания ПЧ в Вольтах.

Длительность поддержания напряжения звена постоянного тока в режиме StP=MMS задают параметром tbS, [DC bus maintain tm], [t поддержки ЗПТ], максимальную длительность остановки в режиме StP=rMP – параметром StM, [Max stop time], [Максимальное время остановки]

Если после остановки привода в режиме StP=rMP напряжение вернулось в допустимые границы, перезапуск может быть разрешен только по истечении времени, заданного значением параметра tSM, [UnderV. restart tm], [t перезапуска при недонаржении].

Защита от **обрыва фазы сети** активизируется параметром IPL, [Input phase loss], [Обрыв фазы сети] из подменю IPL-, [INPUT PHASE LOSS], [ОБРЫВ ФАЗЫ СЕТИ]:

- nO, [Ignore] – неисправность игнорируется (рекомендуется при питании ПЧ от однофазной сети или от сети постоянного тока);
- YES, [Freewheel] – блокировка ПЧ с остановкой на выбеге.

Для защиты от **обрыва фазы на выходе** ПЧ служит параметр OPL, [Output Phase Loss], [Обрыв фазы двигателя] из меню OPL-, [OUTPUT PHASE LOSS], [ОБРЫВ ФАЗЫ ДВИГАТЕЛЯ]:

- nO, [No], [Нет] – функция неактивна;
- YES, [Yes], [Да] – блокировка ПЧ с остановкой на выбеге;
- OAC, [Output cut] – ПЧ не блокируется, а продолжает формировать выходное напряжение, чтобы предотвратить перегрузку после исчезновения обрыва и срабатывания функции подхвата на ходу (двигатель продолжает вращаться при двухфазном питании).

Защита от **обрыва цепи задания** на аналоговых входах AI2...AI4 активизируется с помощью параметров:

- LFL2, [AI2 4-20mA loss], [AI2 обрыв задания 4-20 mA];
- LFL3, [AI3 4-20mA loss], [AI3 обрыв задания 4-20 mA];
- LFL4, [AI4 4-20mA loss], [AI4 обрыв задания 4-20 mA],

расположенных в подменю LFL-, [4-20mA LOSS], [ОБРЫВ ЗАДАНИЯ 4-20 мА] и имеющих значения, аналогичные значениям параметра OLL, [Overload fault mgt], [Управление при перегрузке].

Один из логических входов может быть назначен на функцию **внешней неисправности** с помощью параметра EtF, [External fault ass.], [Назначение внешней неисправности] из подменю EtF-, [EXTERNAL FAULT], [ВНЕШНЯЯ НЕИСПРАВНОСТЬ]:

- nO, [No], [Hem] – функция неактивна;
- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – переход назначенного входа в состояние 1 означает внешнюю неисправность, после чего поведение ПЧ определяется параметром EPL, [External fault mgt], [Управление при внешней неисправности] с возможными значениями, как у параметра OLL, [Overload fault mgt], [Управление при перегрузке].

**Контроль недогрузки** обеспечивается параметрами подменю ULd-, [PROCESS UNDERLOAD], [НЕДОГРУЗКА ПРОЦЕССА]. Недогрузка обнаруживается (неисправность ULA), если в установившемся режиме в течение времени ULt момент двигателя ниже порога, заданного зависимостью (рис. 11.2)

$$M < LUL + \frac{(LUn - LUL) \times f}{FrS},$$

где  $f$  – текущая выходная частота ПЧ; LUL, [Unld.Thr.0.Speed], [Уставка недогрузки при  $f=0$ ] – предел недогруза на нулевой частоте; LUn, [Unld.Thr.Nom. Speed], [Уставка недогрузки при  $fn$ ] – предел недогруза на номинальной частоте FrS.

Параметры LUL и LUn измеряются в % от номинального момента двигателя. Установившийся считается режим, когда разность между заданной и действительной частотами ПЧ не превышает Srb, [Hysteresis Freq.Att.], [ $f$  гистерезиса достигнута]. При частотах, меньших rMUD, [Unld.Freq.Thr. Det.], [Уставка  $f$  контроля недогрузки], функция обнаружения недогруза неактивна. Выдержка времени обнаружения недогруза Ult, [Unld T. Del. Detect], [Задержка контроля недогрузки] лежит в пределах 0...100 с (нулевое значение dezактивизирует функцию).

Поведение ПЧ после обнаружения недогруза определяется параметром UdL, [Underload Mangmt.], [Управление при недогрузке]:

- nO, [Ignore] – недогруз игнорируется;
- YES, [Freewheel] – свободный выбег;
- rMP, [Ramp stop] – остановка с заданным темпом;
- FSt, [Fast stop] – быстрая остановка.

Выдержка времени перед автоматическим повторным пуском после обнаружения недогруза задается параметром FtU, [Underload T.B.Rest.], [ $t$  перезапуска при недогрузке], доступным, если UdL≠nO, [Ignore].

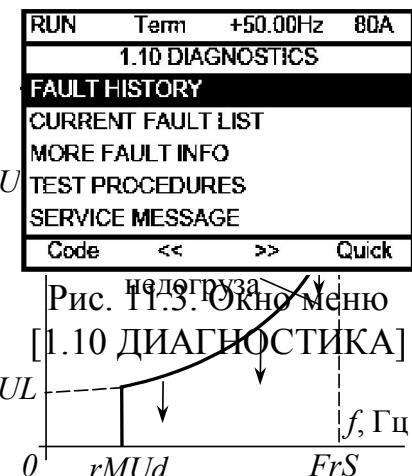


Рис. 11.2. Зона недогруза

[1.10 ДИАГНОСТИКА]

Для **контроля перегрузки** служат параметры подменю OLd-, [PROCESS OVERLOAD], [ПЕРЕГРУЗКА ПРОЦЕССА]. Перегрузка обнаруживается (неисправность OLA), если в течение времени tOL выполняется хотя бы одно из условий:

- привод находится в режиме токоограничения;
- двигатель находится в установившемся режиме, а его ток превышает порог перегрузки LOC.

Параметр LOC, [Ovld Detection Thr.], [Уставка контроля перегрузки] измеряется в % от номинального тока двигателя nCr и не должен превышать предельного тока. Критерий установившегося режима тот же, что и при обнаружении недогруза.

Поведение ПЧ после обнаружения недогруза определяется параметром OdL, [Ovld.Proces.Mngmt], [Управление при перегрузке] с теми же возможными значениями, что и UdL (см. выше). Выдержка времени перед автоматическим повторным пуском после обнаружения недогруза задается параметром FtO, [Overload T.B.Rest.], [t перезапуска при перегрузке].

## 11.2. Индикация неисправностей

Индикация возникшей неисправности возможна с помощью:

- релейного выхода r1 (реле неисправности) путем назначения на него соответствующей функции (см. п. 7.3);
- встроенного терминала (отображение кода текущей неисправности);
- графического терминала.

Коды наиболее важных неисправностей, их имена (отображаемые на ГТ), возможные причины возникновения, а также параметры для их активизации и настройки приведены в табл. 11.1.

Для отображения неисправности на ГТ служит меню [1.10 DIAGNOSTICS], [1.10 ДИАГНОСТИКА] (рис. 11.3). В нем имеется возможность просмо-

Таблица 11.1

Основные неисправности и их причины

Код	Имя на графическом терминале	Возможная причина	Активизирующий параметр	Уставка
<b>Неисправности, сбрасываемые путем выключения/включения питания ПЧ</b>				
bOF	[DBR overload]	Чрезмерная нагрузка тормозного сопротивления		
bUF	[DB unit sh. Circuit]	К.з. на выходе тормозного модуля		
EnF	[Encoder]	Неисправность обратной связи импульсного датчика		
HdF	[IGBT desaturation]	Замыкание на землю на выходе ПЧ		
InFA	[Internal-mains circuit]	Выходной каскад работает неверно		
OCF	[Overcurrent]	Слишком большая нагрузка или момент инерции		CLI, CL2
SCF1	[Motor short circuit]	К.з. или на землю на выходе ПЧ		
SOF	[Overspeed]	Превышение скорости		

Код	Имя на графиче- ском терминале	Возможная причина	Активи- зирующий параметр	Устав- ка
tnF	[Auto-tuning ]	Ошибка автоподстройки		
<b>Неисправности, сбрасываемые автоматически с повторным самозапуском</b>				
LFF2	[AI2 4-20mA loss]			
LFF3	[AI3 4-20mA loss]			
LFF4	[AI4 4-20mA loss]	Обрыв задания на аналоговых входах	LFL2, LFL3, LFL4	
ObF	[Overbraking]	Слишком быстрое торможение		
OHF	[Drive overheat]	Перегрев ПЧ		
OLF	[Motor overload]	Перегрев двигателя		ItH
OLC	[Proc. Overload Flt]	Перегрузка процесса (см. Old-)		
OPF1	[1 output phase loss]	Обрыв фазы на выходе ПЧ	OPL	
OPF2	[3 output phase loss]	Двигатель не подключен к ПЧ или слишком низкое напряжение	OPL	
OSF	[Mains overvoltage]	Слишком высокое напряжение питания		
OtF1	[PTC1 overheat]			
OtF2	[PTC2 overheat]			
OtFL	[LI6=PTC overheat]	Перегрев терморезисторов	PtCL, PtC1, PtC2	
PtF1	[PTC1 probe] [PTC2 probe]			
PtF2	[LI6=PTC probe]	Неисправность терморезисторов		
SCF4	[IGBT short circuit]	Неисправность силового модуля		
SCF5	[Motor short circuit]	К.з. на выходе ПЧ		
SLF2	[PowerSuite com.]	Неисправность связи с <i>PowerSuite</i>		
SSF	[Torque/current lim]	Переход к ограничению момента		
ULF	[Proc. Underload Flt]	Недогрузка процесса (см. Uld-)		
tJF	[IGBT overheat]	Перегрузка ключей ПЧ		
<b>Неисправности, сбрасываемые логическим сигналом после исчезновения причины</b>				
PHF	[Input phase loss]	Обрыв фазы сети	IPL	
USF	[Undervolt.]	Снижение напряжения питания	StP	UrES, UPL

треть список текущих ошибок (подменю [CURRENT FAULT LIST]), а также список всех произошедших ранее ошибок (подменю [FAULT HISTORY]). После выбора в окнах этих подменю текущей ошибки и нажатия навигационной рукоятки (ENT) открывается окно, отображающее состояния ПЧ в момент ее возникновения (рис. 11.4), помогающее диагностировать причины неисправности. Действия, необходимые для устранения неисправности, подробно рассмотрены в [1, 3].

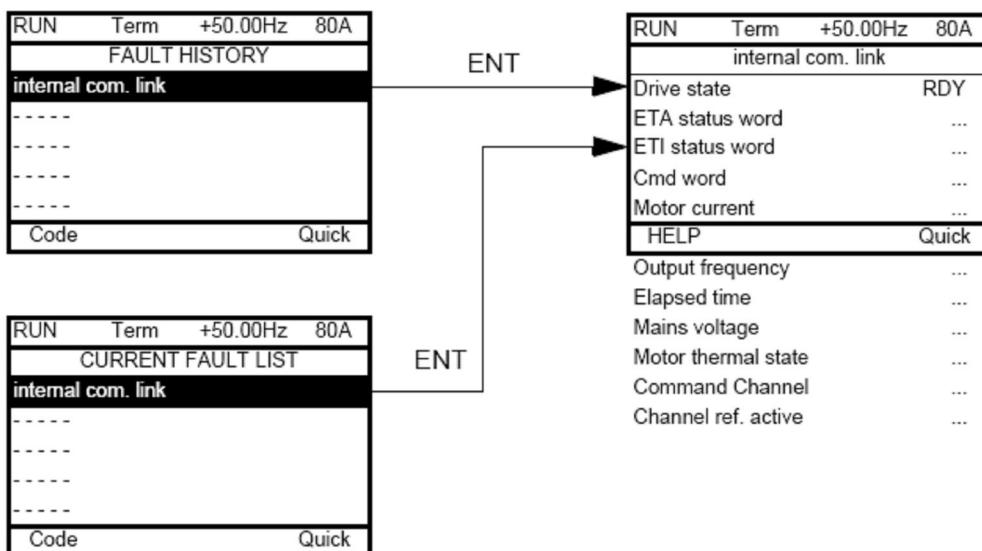


Рис. 11.4. Окна списка текущих ошибок, истории ошибок и состояний ПЧ

### 11.3. Работа ПЧ после неисправности

Некоторые наиболее опасные неисправности предполагают после устранения их причины обязательную ручную подачу команды *сброса неисправности*. Такая команда может быть подана нажатием на кнопку *STOP/ RESET* на графическом терминале или подачей логической единицы на дискретный вход, назначенный с помощью параметра rSF, [Fault reset], [Сброс неисправностей] подменю rSt-, [FAULT RESET], [СБРОС НЕИСПРАВНОСТЕЙ]:

- nO, [No], [Нет] – функция неактивна;
- LI1, [LI1]...LI14, [LI14] – сброс неисправности с помощью одного из входов LI1...LI14.

Для другой категории неисправностей после устранения их причины команда сброса не требуется, а ПЧ автоматически осуществляет ряд попыток *повторного пуска*, разделенных увеличивающимися промежутками времени (1, 5, 10 с и далее по 1 мин. для последующих попыток). После первой же удачной попытки пуска продолжается обычная работа ПЧ в соответствии с заданием на скорость и командой направления вращения, которые не должны сниматься в режиме повторного пуска. Функция повторного пуска активизируется параметром Atr, [Automatic restart], [АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОВТОРНЫЙ ПУСК] в подменю Atr-, [AUTOMATIC RESTART], [АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОВТОРНЫЙ ПУСК]:

- nO, [No], [Нет] – функция неактивна;
- YES, [Yes], [Да] – автоматический повторный пуск.

Во избежание перегрева двигателя длительность повторного пуска ограничена параметром tAr, [Max. restart time], [Максимальная длительность перезапуска]:

- 5, [5 minutes] – 5 мин.;
- 10, [10 minutes] – 10 мин.;
- 30, [30 minutes] – 30 мин.;
- 1h, [1 hour] – 1 час;

- 2h, [2 hours] – 2 часа;
- 3h, [3 hours] – 3 часа;
- Ct, [Unlimited] – без ограничения времени.

Если привод не запустился по истечении этого времени, ПЧ блокируется, а возобновление запуска возможно только после отключения и повторного включения питания. Параметр доступен только для двухпроводного управления (см. п. 7.1).

У приводов, скорость которых после срабатывания защиты и блокировки ПЧ снижается медленно (механизмы с большим моментом инерции, вентиляторы и насосы, врачаемые потоком газа или жидкости после отключения, подъемные механизмы в режиме спуска), к моменту устранения неисправности скорость может быть значительной. В этом случае целесообразно применение функции «*подхват на ходу*». В случае ее активизации с помощью параметра FLr, [Catch on the fly], [ПОДХВАТ НА ХОДУ] из одноименного подменю ПЧ после сброса неисправности автоматически осуществляет поиск такой выходной частоты, которая соответствует текущей скорости двигателя, и только после этого начинает разгон с заданным ускорением до заданной скорости. Это обеспечивает безударное подключение двигателя. Функция может быть также применена при переключениях контактора на выходе ПЧ (например, при применении одного ПЧ для поочередного питания нескольких двигателей).

### **Литература**

1. *Altivar 61. Преобразователи частоты для асинхронных двигателей: Руководство по программированию. Schneider Electric.* 2006. – 238 с.
2. Преобразователи частоты *Altivar 61: Каталог ATV61CATRU. Schneider Electric.* 2006. – 206 с.
3. *Altivar 61. Variable speed drives for synchronous and asynchronous motors: Programming manual. Software V1.6. Schneider Electric.* 2008. – 261 с.

Перечень параметров (по алфавиту кодов)

Код	Имя на графическом терминале		Меню	Описание
	Английское	Русское		
	[F1...F4 key assignment]	[Назначение клавиши F1...F4]	[1.6 COMMAND]	п. 8.3
	[HMI cmd.]	[Управление HMI]	[1.6 COMMAND]	п. 8.3
AC2	[Acceleration 2]	[Время разгона 2]	SEt-, FUN-	п. 5.1
ACC	[Acceleration]	[Время разгона]	SEt-, FUN-, SIM-	п. 5.1
AdC	[Auto DC injection]	[Назначение динамического торможения]	FUn-	п. 5.2
AI1A	[AI1 assignment]	[Назначение AI1]	SUP-, I-O-	п. 7.2
AI1E	[AI1 Interm. point X]	[AI1 пром. точка X]	I-O-	п. 7.2
AI1F	[AI1 filter]	[Фильтр AI1]	I-O-	п. 7.2
AI1S	[AI1 Interm. point Y]	[AI1 пром. точка Y]	I-O-	п. 7.2
AI1t	[AI1 Type]	[Tun AI1]	I-O-	п. 7.2
AI2A	[AI2 assignment]	[Назначение AI2]	SUP-, I-O-	п. 7.2
AI2S	[AI2 Interm. point Y]	[AI2 пром. точка Y]	I-O-	п. 7.2
AI2E	[AI2 Interm. point X]	[AI2 пром. точка X]	I-O-	п. 7.2
AI2F	[AI2 filter]	[Фильтр AI2]	I-O-	п. 7.2
AI2L	[AI2 range]	[Диапазон AI2]	I-O-	п. 7.2
AI2t	[AI2 Type]	[Tun AI2]	I-O-	п. 7.2
AO1	[AO1 assignment]	[Назначение AO1]	I-O-	п. 7.5
AO1t	[AO1 Type]	[Tun AO1]	I-O-	п. 7.5
AOH1...AOH3	[AO1...AO3 max Output]	[Макс. значение AO1...AO3]	I-O-	п. 7.5
AOL1...AOL3	[AO1...AO3 min Output]	[Мин. значение AO1...AO3]	I-O-	п. 7.5
AO1F...AO3F	[AO1...AO3 Filter]	[Фильтр AO1...AO3]	I-O-	п. 7.5
Atr	[Automatic restart]	[АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОВТОРНЫЙ ПУСК]	FLt-	п. 11.3
bbA	[Braking balance]	[Выравнивание мощности торможения]	drC-	п. 5.2
bFr	[Standard mot. freq.]	[Стандартная частота напряжения питания двигателя]	SIM-, SEt-	п. 3
brA	[Dec ramp adapt.]	[Адаптация темпа торможения]	FUn-	п. 5.1
bSP	[Reference template]	[Форма задания]	I-O-	п. 7.2
CCFG	[Customized macro]	[Индивидуальная конфигурация]	SIM-	пп. 3, 10.1
CCS	[Cmd switching]	[Переключение управления]	CtL-	п. 8.2
Cd1	[Cmd channel 1]	[Канал управления 1]	CtL-	п. 8.2

Код	Имя на графическом терминале		Меню	Описание
	Английское	Русское		
Cd2	[Cmd channel 2]	[Канал управления 2]	CtL-	п. 8.2
CFG	[Macro Configuration]	[Макроконфигурация]	SIM-	пп. 3, 10.1
CHA1	[2 Parameter sets]	[2 комплекта параметров]	FUn-	п. 9.12
CHA2	[3 Parameter sets]	[3 комплекта параметров]	FUn-	п. 9.12
CHCF	[Profile]	[Профиль]	CtL-	п. 8.2
CHI	[Flow. Sen.Inf]	[Информация датчика расхода]	FUn-	п. 9.15
CHM	[Multimotors]	[Мультидвигатель]	FUn-	п. 10.4
CHt	[Flow.Lim.Th. Active]	[Уставка актив. ограничения расхода]	FUn-	п. 9.15
CL2	[I Limit. 2 value]	[Значение I ограничения 2]	SEt-, FUn-	п. 4, 9.11
CLI,	[Current Limitation]	[Ограничение тока]	SEt-, drC-, FUn-	п. 4
CnF1	[2 Configurations]	[2 Конфигурации]	FUn-	п. 10.4
CnF2	[3 Configurations]	[3 Конфигурации]	FUn-	п. 10.4
Cod	[PIN code 1]	[Пароль 1]	COd-	п. 10.5
COd2	[PIN code 2]	[Пароль 2]	COd-	п. 10.5
COP	[Copy channel 1 <> 2]	[Копирование канала 1 <> 2]	CtL-	п. 8.2
CrH2	[AI2 max. value]	[Макс. значение AI2]	I-O-	п. 7.5
CrL2	[AI2 min. value]	[Мин. значение AI2]	I-O-	п. 7.5
CSt	[Status]	[Состояние]	COd-	п. 10.5
Ctd	[Current threshold]	[Уставка тока]	SEt-	п. 7.5
CtdL	[Low I Threshold],	[Уставка нижнего тока]	SEt-	п. 7.4
Ctt	[Motor control type]	[Закон управления двигателем]	drC-	п. 6.1
dA2	[Subtract ref. 2]	[Вычитаемое задание 2]	FUn-	п. 8.1
dA3	[Subtract ref. 3]	[Вычитаемое задание 3]	FUn-	п. 8.1
dCF	[Ramp divider]	[Делитель темпа]	FUn-, FLt-	п. 5.2
dCI	[DC injection assign.]	[Назначение динамического торможения]	FUn-	п. 5.2
dE2	[Deceleration 2]	[Время торможения 2]	SEt-, FUn-	п. 5.1
dEC	[Deceleration]	[Время торможения]	SIM-, SEt-, FUn-	п. 5.1
dLr	[Download rights]	[Право загрузки]	COd-	п. 10.5
dFL	[Dec. Flow. limit]	[Замедление ограничения расхода]	FUn-	п. 9.15
dSI	[-Speed assignment]	[Назначение Медленнее]	FUn-	п. 9.4
dSP	[–Speed assignment]	[Назначение медленнее]	FUn-	п. 9.3

Код	Имя на графическом терминале		Меню	Описание
	Английское	Русское		
EFI	[Freq. signal filter]	[Фильтр импульсного сигнала]	I-O-	п. 7.3
EFr	[Freq. max value]	[Максимальная частота]	I-O-	п. 7.3
EIL	[Freq. min. value]	[Минимальная частота]	I-O-	п. 7.3
EnC	[Encoder check]	[Проверка датчика]	drC-, I-O-	п. 6.2
EnS	[Encoder type]	[Тип датчика]	drC-, I-O-	п. 6.2
EnU	[Encoder usage]	[Применение датчика]	drC-, I-O-	п. 6.2
EtF	[External fault ass.]	[Назначение внешней неисправности]	FLt-	п. 11.1
F1...F5	[F1]...[F5]	[F1]...[F5]	drC-	п. 8.3
F2d	[Frequency 2 threshold]	[Уставка частоты 2]	SEt-	п. 7.4
FCP	[Freq. Const Power]	[Частота при постоянной мощности]	drC-	п. 6.1
FCSI	[Config. Source]	[Источник конфигурации]	FCS-	п. 10.2
FLI	[Fluxing assignment]	[Назначение намагничивания]	FUn-	п. 9.8
FLO	[Forced local assign.]	[Назначение локальной форсировки]	COM-	п. 8.3
FLOC	[Forced local Ref.]	[Задание локальной форсировки]	COM-	п. 8.3
FLr	[Catch on the fly]	[ПОДХВАТ НА ХОДУ]	FLt-	п. 11.3
FLU	[Motor fluxing],	[Намагничивание двигателя]	SEt-, FUn-	пп. 6.1, 9.6
FPI	[Speed ref. assign.]	[Назначение задания скорости]	FUn-	п. 9.7
Fr1	[Ref.1 chan]	[Канал задания 1]	CtL-	п. 8.1
Fr1b	[Ref.1B channel]	[Канал задания 1B]	FUn-	п. 8.1
Fr2	[Ref.2 channel]	[Канал задания 2].	CtL-	п. 8.1
FrS	[Rated motor freq.]	[Ном. частота двигателя]	SIM-, SEt-	п. 3
Frt	[Ramp 2 threshold]	[Уставка темпа 2]	FUn-	пп. 5.1, 9.12
FrY	[PARAMETER GROUP LIST]	[ГРУППЫ ПАРАМЕТРОВ]	FCS-	п. 10.2
FSt	[Fast stop assign.]	[Назначение быстрой остановки]	FUn-	п. 5.2
Ftd	[Freq. threshold]	[Уставка частоты]	SEt-	п. 7.4
FtdL	[Low Freq.Threshold]	[Уставка нижней частоты]	SEt-	п. 7.4
GFS	[Goto FACTORY SETTINGS]	[ВОЗВРАТ К ЗАВОДСКОЙ НАСТРОЙКЕ]	FCS-	п. 10.2
HSP	[High speed]	[Верхняя скорость]	SIM-, SEt-	п. 1.3
IdC	[DC inject. level 1]	[I динамического торможения 1]	SEt-, FUn-, FLt-	п. 5.2

Код	Имя на графическом терминале		Меню	Описание
	Английское	Русское		
IdC2	[DC inject. level 2]	[I динамического торможения 2]	SEt-, FUn-, FLt-	п. 5.2
Inr	[Ramp increment]	[Приращение темпа]	SEt-, FUn-	п. 5.1
IPL	[Input phase loss]	[Обрыв фазы сети]	SIM-, FLt-	п. 11.1
ItH	[Mot. therm. current]	[Тепловой ток двигателя]	SIM-, SEt-	пп. 3, 11.1
JGF	[Jog frequency]	[Частота Jog]	SEt-, FUn-	п. 9.1
JGt	[Jog delay]	[Выдержка времени Jog]	SEt-, FUn-	п. 9.1
JOG	[JOG]	[JOG]	FUn-	п. 9.1
JPF	[Skip Freq.]	[Частотное окно]	SEt-	п. 6.1
JF2	[Skip Freq. 2]	[Частотное окно 2]	SEt-	п. 6.1
JF3	[3rd Skip Frequency]	[Частотное окно 3]	SEt-	п. 6.1
JFH	[Skip.Freq.Hysteresis]	[Гистерезис частотного окна]	SEt-	п. 6.1
L1A...L14A	[L11 assignment]	[Назначение L11...L14]	SUP-, I-O-	п. 7.1
L1d... L14d	[L11 On Delay]	[Задержка L11...L14]	I-O-	п. 7.1
LC2	[Current limit 2]	[Активизация ограничения тока 2]	FLt-	п. 9.11
LFF	[Fallback speed]	[Резервная скорость]	FLt-	п. 11.1
LFL2...LFL4	[AI2...AI4 4-20mA loss]	[AI2...AI4 обрыв задания 4-20 mA]	FLt-	п. 11.1
LO1	[LO1 assignment]	[Назначение LO1]	I-O-	п. 7.4
LO1S	[LO1 Active at]	[LO1 активен в]	I-O-	п. 7.4
LO2	[LO2 assignment]	[Назначение LO2]	I-O-	п. 7.4
LO2S	[LO2 Active at]	[LO2 активен в]	I-O-	п. 7.4
LSP	[Low speed]	[Нижняя скорость]	SIM-, SEt-	п. 1.3
MA2	[Multiplier ref. 2]	[Перемножение заданий 2]	FUn-	п. 8.1
MA3	[Multiplier ref. 3]	[Перемножение заданий 3]	FUn-	п. 8.1
nCr	[Rated mot. current]	[Ном. ток двигателя]	SIM-, SEt-	п. 3
nFFt	[Freq. Th.Sensor. Act.]	[Уставка активизации датчика]	FUn-	п. 9.14
nFS	[No Flow Sensor]	[Датчик сухого хода]	FUn-	п. 9.14
nFSt	[Flow Times Ctrl]	[Задержка контроля сухого хода]	FUn-	п. 9.14
nPr	[Rated motor power]	[Ном. мощность двигателя]	SIM-, SEt-	п. 3
nrd	[Noise reduction]	[Уменьшение шума]	drC-	п. 6.1
nSP	[Nom motor speed]	[Ном. скорость двигателя]	SIM-, SEt-	п. 3
nSt	[Freewheel stop]	[Остановка на выбеге]	FUn-	п. 5.2

Код	Имя на графическом терминале		Меню	Описание
	Английское	Русское		
OFI	[Sinus filter]	[Синусный фильтр]	drC-	
OLL	[Overload fault mgt]	[Управление при перегрузке]	FLt-	п. 11.1
OPL	[Output Phase Loss]	[Обрыв фазы двигателя]	FLt-	п. 11.1
PAU	[Auto/Manual assign.]	[Назначение режима Авт./Ручное]	FUn-	п. 9.7
PFI	[RP filter]	[Фильтр RP]	I-O-	п. 7.3
PFr	[RP max value]	[Макс. значение RP]	I-O-	п. 7.3
PGI	[Number of pulses]	[Число импульсов]	drC-, I-O-	п. 6.2
PHr	[Output Ph rotation]	[Порядок чередования фаз]	SIM-, drC-	п. 3
PIA	[RP assignment]	[Назначение RP]	I-O-	п. 7.3
PIC	[PID correct. reverse]	[Инверсия ошибки ПИД-рег.]	FUn-	п. 9.7
PIF	[PID feedback ass.]	[Назначение обр. связи ПИД-регулятора]	FUn-	п. 9.7
PIF1	[Min PID feedback]	[Макс. о.с. ПИД-регулятора]	FUn-	п. 9.7
PIF2	[Max PID feedback]	[Макс. о.с. ПИД-регулятора]	FUn-	п. 9.7
PII	[Act. internal PID ref.]	[Активизация внутреннего задания ПИД]	FUn-	п. 9.7
PIL	[RP min value]	[Мин. значение RP]	I-O-	п. 7.3
PIM	[Manual reference]	[Ручное задание]	FUn-	п. 9.7
PIP1	[Min PID reference]	[Мин. задание ПИД-регул.]	FUn-	п. 9.7
PIP2	[Max PID reference]	[Макс. задание ПИД-регул.]	FUn-	п. 9.7
PIS	[PID integral reset]	[Запрет инт. составл. ПИД-рег.]	FUn-	п. 9.7
POH	[Max PID output]	[Макс. выход ПИД-регулятора]	FUn-	п. 9.7
POL	[Min PID output]	[Мин. выход ПИД-регулятора]	SEt-, FUn-	п. 9.7
Pr2	[2 preset PID ref.]	[2 предв. задания ПИД-рег.]	FUn-	п. 9.7
Pr4	[4 preset PID ref.]	[4 предв. задания ПИД-рег.]	FUn-	п. 9.7
PrP	[PID ramp]	[Темп ПИД-рег.]	SEt-, FUn-	п. 9.7
PS2	[2 preset speeds]	[2 заданные скорости]	FUn-	п. 9.2
PS4	[4 preset speeds]	[4 заданные скорости]	FUn-	п. 9.2
PS8	[8 preset speeds]	[8 заданных скоростей]	FUn-	п. 9.2
PSr	[Speed input %]	[% задания скорости]	SEt-, FUn-	п. 9.7
PSt	[Stop Key priority]	[Приоритет клавиши STOP]	CtL-	п. 8.3
PtC1	[PTC1 probe]	[Терморезисторы PTC1]	FLt-	п. 11.1
PtC2	[PTC2 probe]	[Терморезисторы PTC2]	FLt-	п. 11.1

Код	Имя на графическом терминале		Меню	Описание
	Английское	Русское		
PtCL	[LI6 = PTC probe]	[LI6 = терморезисторы PTC]	FLt-	п. 11.1
r1	[R1 Assignment]	[Назначение R1]	I-O-	п. 7.4
r1S	[R1 Active at]	[R1 активно в]	I-O-	п. 7.4
r2	[R2 Assignment]	[Назначение R2]	I-O-	п. 7.4
r2S	[R2 Active at]	[R2 активен в]	I-O-	п. 7.4
rCb	[Ref 1B switching]	[Переключение задания 1B]	FUn-	п. 8.1
rCHt	[Flo.Lim.Thres. Inact.]	[Уставка дезактив. ограничения расхода]	FUn-	п. 9.15
RdG	[PID derivative gain]	[Диф. коэффициент ПИД-рег.]	SEt-, FUn-	п. 9.9
rFC	[Ref. 2 switching]	[Переключение задания 2]	CtL-	п. 8.1
RIG	[PID integral gain]	[Интегр. коэффициент ПИД-рег.]	SEt-, FUn-	п. 9.7
rIn	[RV Inhibition]	[Запрет вращения назад]	CtL-	п. 9.7
rP2	[2 preset PID ref.]	[Предв. задание ПИД-рег. 2]	SEt-, FUn-	п. 9.7
rP3	[Preset ref. PID 3]	[Предв. задание ПИД-рег. 3]	SEt-, FUn-	п. 9.7
rP4	[Preset ref. PID 4]	[Предв. задание ПИД-рег. 4]	SEt-, FUn-	п. 9.7
RPG	[PID prop. gain]	[Проп. коэффициент ПИД-рег.]	SEt-, FUn-	п. 9.7
rPI	[Internal PID ref.]	[Внутреннее задание ПИД]	FUn-	п. 9.7
rPt	[Ramp type]	[Профиль кривых]	FUn-	п. 5.1
rrS	[Reverse assign.]	[Назначение реверса]	I-O-	п. 7.1
rSF	[Fault reset]	[Сброс неисправностей]	FLt-	п. 11.3
rSL	[PID wake up thresh.]	[Уставка пробуждения ПИД-рег.]	FUn-	п. 9.13
SA2	[Summing ref. 2]	[Суммируемое задание 2]	FUn-	п. 8.1
SA3	[Summing ref. 3]	[Суммируемое задание 3]	FUn-	п. 8.1
SCSI	[Save config]	[Сохранение конфигурации]	FCS-	п. 10.2
SdC1	[Auto DC inj. level 1]	[Авт. динамического торможения 1]	SEt-, FUn-	п. 5.2
SdC2	[Auto DC inj. level 2]	[Авт. динамического торможения 2]	SEt-, FUn-	п. 5.2
SFC	[K speed loop filter]	[К фильтра контура скорости]	SEt-	п. 6.1
SFr	[Switching freq.]	[Частота коммутации]	SEt-, drC	п. 6.1
SIt	[Speed time integral]	[Постоянная времени регулятора]	SEt-	п. 6.2
SLE	[Sleep Offset Thres.],	[Смещение уставки ночного режима]	SEt-	п. 9.13
SLP	[Slip compensation]	[Компенсация скольжения]	SEt-, drC	п. 6.1
SP2... SP8	[Preset speed 2...8]	[Заданная скорость 2...8]	SEt-, FUn-	п. 9.2

Код	Имя на графическом терминале		Меню	Описание
	Английское	Русское		
SPG	[Speed prop. gain]	[Коэффициент передачи регулятора]	SEt-	п. 6.2
SPM	[Ref. memo ass.]	[Назначение сохранения задания]	FUn-	п. 9.5
SrP	[+/-Speed limitation]	[Ограничение Быстрее-медленнее]	SEt-, FUn-	п. 9.4
StP	[UnderV. prevention]	[Предупреждение недонапряжения]	FLt-	п. 11.1
Str	[Reference saved]	[Сохранение задания]	FUn-	п. 9.3
Stt	[Stop type]	[Способ остановки]	FUn-	п. 5.2
tA1	[Begin Acc round]	[Начальное сглаживание кривой разгона]	SEt-, FUn-	п. 5.1
tA2	[End Acc round]	[Конечное сглаживание кривой разгона]	SEt-, FUn-	п. 5.1
tA3	[Begin Dec round]	[Начальное сглаживание кривой торможения]	SEt-, FUn-	п. 5.1
tA4	[End Dec round]	[Конечное сглаживание кривой торможения]	SEt-, FUn-	п. 5.1
tAA	[Torque ref. assign.]	[Назначение задания момента]	FUn-	
tAr	[Max. restart time]	[Максимальная длительность перезапуска]	FLt-	п. 11.3
tbS	[DC bus maintain tm]	[t поддержки ЗПТ]	FLt-	п. 11.1
tCC	[2/3 wire control]	[2/3-проводное управление]	SIM-, I-O-	п. 7
tCt	[2 wire type]	[Тип 2-проводного управления]	I-O-	п. 7
tdC	[DC injection time 2]	[t динамического торможения 2]	SEt-, FUn-, FLt-	п. 5.2
tdC1	[Auto DC inj. time 1]	[t динамического торможения 1]	SEt-, FUn-	п. 5.2
tdC2	[Auto DC inj. time 2]	[t динамического торможения 2]	SEt-, FUn-	п. 5.2
tdI	[DC injection time 1]	[t динамического торможения 1]	SEt-, FUn-	п. 5.2
tFr	[Max frequency]	[Максимальная частота]	SIM-, SEt-	п. 3
tHA	[Drv therm. state al]	[Уставка достижения теплового состояния]	FLt-	п. 11.1
tHt	[Motor protect. type]	[Тип тепловой защиты]	FLt-	п. 11.1
tLA	[AI torque limit. activ.]	[Активизация ограничения момента]	FUn-	п. 9.8
tLC	[Analog limit. act.]	[Активизация аналогового ограничения]	FUn-	п. 9.8
tLIG	[Gen. torque lim]	[Ограничение M в генераторном режиме]	SEt-, FUn-	пп. 4, 9.8
tLIM	[Motoring torque lim]	[Ограничение M в двигательном режиме]	SEt-, FUn-	пп. 4, 9.8
tLS	[Low speed time out]	[Время работы на нижней скорости]	SEt-, FUn-	п. 5.1
tSM	[UnderV. restart tm]	[t перезапуска при недонапряжении]	FLt-	п. 11.1
ttd	[Motor therm. level]	[Уставка нагрева двигателя]	SEt-, FLt-	п. 7.4
ttd2	[Motor2 therm. level]	[Уставка нагрева двигателя 2]	FLt-	п. 7.4
ttd3	[Motor3 therm. level]	[Уставка нагрева двигателя 3]	FLt-	п. 7.4

Код	Имя на графическом терминале		Меню	Описание
	Английское	Русское		
tUL	[Auto-tune assign.]	[Назначение автоподстройки]	FUn-	п. 9.10
tUn	[Auto-tuning]	[Автоподстройка]	SIM-, drC	п. 3
tUS	[Auto tuning status]	[Состояние автоподстройки]	SIM-, drC	п. 3
U0...U5	[U0]...[U5]	[U0]...[U5]	drC-	п. 6.1
UC2	[Vector Control 2pt]	[Векторное управление по 2 точкам]	drC-	п. 6.1
UCP	[V. constant power]	[Напряжение при постоянной мощности]	drC-	п. 6.1
UFr	[IR compensation]	[IR-компенсация]	SEt-, drC-	п. 6.1
Ubr	[Braking level]	[Уставка торможения]	drC-	п. 5.2
UIH1	[AI1 max value]	[Макс. значение AI1]	I-O-	п. 7.3
UIH2	[AI2 max value]	[Макс. значение AI2]	I-O-	п. 7.3
UIL1	[AI1 min value]	[Мин. значение AI1]	I-O-	п. 7.3
UIL2	[AI2 min value]	[Мин. значение AI2]	I-O-	п. 7.3
ULr	[Upload rights]	[Право чтения]	COd-	п. 10.5
UnS	[Rated motor volt.]	[Ном. напряжение двигателя]	SIM-, SEt-	п. 3
UOH1...UOH3	[AO1...AO3 max Output]	[Макс. значение AO1...AO3 ]	I-O-	п. 7.5
UOL1...UOL3	[AO1...AO3 min Output]	[Мин. значение AO1...AO3 ]	I-O-	п. 7.5
UPP	[PID Wakeup Thres.]	[Уставка Дневного Режима ПИД-рег.]	FUn-	п. 9.13
UrES	[Mains voltage]	[Напряжение сети]	FLt-	п. 11.1
USI	[+ speed assignment]	[Назначение Быстрее-медленнее]	FUn-	п. 9.4
USP	[+ speed assignment]	[Назначение Быстрее-медленнее]	FUn-	п. 9.3